

КЕРАМИКА (СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ ФАРФОР, СИТАЛЛЫ)

- ◆ **Керамика** (греч, *keramike* – гончарное искусство, от *keramos* – глина) – изделия и материалы, полученные спеканием глин и их смесей с минеральными добавками, а также оксидов и других неорганических соединений. К керамике стоматологического значения относятся фарфор и Ситаллы.
- ◆ **Фарфор** – керамический продукт, получаемый в результате обжига фарфоровой массы, приготовленной из основных компонентов – каолина, полевого шпата, кварца и красителей.
- ◆ **Ситаллы** – твердые стеклокристаллические материалы, состоящие из одной или нескольких кристаллических фаз, равномерно распределенных в стекловидной фазе. Называются еще стеклокерамикой.

Свойства фарфора зависят от многих факторов. Главные из них – химический состав компонентов, степень их размельчения (дисперсность), температура и продолжительность обжига. Фарфор относится к группе материалов, представляющих собой смесь, содержащую глинистые вещества (слово «керамический» происходит от греч, *керamos* – горшечная глина). В этой смеси каолин как глинистый материал играет главную роль связующего вещества, скрепляющего частицы наполнителя – кварца. Оба эти вещества образуют твердую основу фарфора, отдельные зерна которого цементируются во время обжига третьим элементом – *полевым шпатом*.

- ◆ **Каолин** (кит. *kaolin* – белая глина) – белая или светлоокрашенная глина, вводимая в состав керамики в качестве связующего вещества.
- ◆ **Кварц** (нем. *Quartz*) – самый распространенный в земной коре породообразующий материал, диоксид кремния. Входит в состав стоматологического фарфора и облицовочных формовочных материалов.
- ◆ **Шпат полевой** (нем. *Spat*) – группа самых распространенных породообразующих материалов, представляющих изоморфные смеси алюмокремниевых солей калия, натрия и кальция; входит в состав стоматологического фарфора.

Современный стоматологический фарфор является результатом совершенствования твердого, т.е. бытового, декоративного фарфора. Приведенные в таблице 44 данные показывают существенное различие химического состава этих видов фарфора.

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

По своему **назначению** фарфоровые массы являются исходным материалом для:

- заводского создания стандартных искусственных зубов;
- заводского получения стандартных фарфоровых коронок и заготовок для фарфоровых вкладок;
- индивидуального создания фарфоровых коронок в условиях зуботехнической лаборатории;
- индивидуального получения вкладок в условиях зуботехнической лаборатории;
- облицовки цельнолитых каркасов металлических несъемных зубных протезов (коронки, мостовидных протезов).

4.1. ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПОНЕНТОВ ФАРФОРОВЫХ МАСС

Каолин – белая или светлоокрашенная глина, которой содержится в фарфоровой массе от 3 до 65%. При этом чем больше в смеси каолина, тем

меньше прозрачность и тем выше температура обжига фарфоровой массы. Основной частью каолина (99%) является алюмосиликат – каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{SiO}_2 - 2\text{H}_2\text{O}$). Температура его плавления равна 1800°C . Каолин оказывает влияние на механическую прочность и термическую стойкость фарфора.

Полевой шпат – это безводные алюмосиликаты калия, натрия или кальция. Температура плавления его равна $1180-1200^\circ\text{C}$. При высокой температуре полевой шпат обеспечивает развитие стекловидной фазы, в которой растворяются и другие компоненты (кварц, каолин). Стекловидные фазы придают пластичность массе во время обжига и связывают составные части. Полевой шпат создает блестящую глазурированную поверхность зубов после обжига. При расплавлении он превращается в вязкую аморфную стеклоподобную массу. Чем больше в смеси полевого шпата (и кварца), тем прозрачнее фарфоровая масса после обжига.

При обжиге (см. с. 55) фарфоровой массы полевой шпат, как более легкоплавкий компонент, понижает температуру плавления смеси. В этой связи его рассматривают в роли плавня (флюса). Содержание полевого шпата в фарфоровой смеси достигает 60–70%. Полевой шпат, чаще калиевый, называют *микроклин* или *ортоклазом* – в зависимости от структуры. Ортоклаз ($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$) – основной материал для получения стоматологической фарфоровой массы. Натриевый полевой шпат называется альбитом, кальциевый – анортитом.

Кварц (SiO_2) – минерал, ангидрид кремниевой кислоты. Кварц тугоплавок, температура его плавления составляет 1710°C . Он упрочняет керамическое изделие, придает ему большую твердость и химическую стойкость. Кварц уменьшает усадку и снимает хрупкость изделия. Твердость кварца по шкале Мооса равна 7. В процессе обжига кварц (кремнезем) увеличивает вязкость расплавленного полевого шпата. При температуре $870-1470^\circ\text{C}$ кварц увеличивается в объеме на 15,7%, в результате чего снижается усадка фарфоровой массы. В состав фарфоровой массы для искусственных зубов кварц вводят в количестве 25–32%.

Красители окрашивают фарфоровые массы в различные цвета, свойственные естественным зубам. Обычно красителями являются оксиды металлов.

Несмотря на полуторавековой период применения фарфора в качестве материала для искусственных зубов, внимание к нему не ослабевает.

4.2. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАРФОРА

По физическим свойствам стоматологические фарфоры близки к стеклам, структура их изотропна. Они представляют собой переохлажденные жидкости и вследствие высокой вязкости могут сохранять стеклообразное изотропное состояние при охлаждении без заметной кристаллизации.

Стоматологические фарфоры могут переходить при размягчении или отверждении из твердого в жидкое состояние (и обратно) без образования новой фазы.

Стекла не имеют собственной температуры плавления, а характеризуются интервалом размягчения. Фарфор образуется в результате сложного физико-химического процесса взаимодействия компонентов фарфоровой массы при высокой температуре. Так, при температуре $1100-1300^\circ\text{C}$ калиевый шпат превращается в калиевое полевошпатовое стекло. Каолин и кварц имеют более высокую температуру плавления, чем полевой шпат. Однако в расплаве полевошпатового стекла каолин и кварц взаимодействуют со стеклом. При этом каолин образует игольчатые кристаллы муллита, пронизывающие всю массу фарфора. Частицы кварца оплавляются, теряют игольчатую форму, и небольшое их количество переходит в расплав стекла.

Многочисленными микроскопическими исследованиями установлены следующие **основные структурные элементы фарфора**:

- стекловидная изотропная масса, состоящая из полевошпатного стекла с различной степенью насыщения (Al_2O_3 ; SiO_2);
- нерастворившиеся в стекле оплавленные частицы кварца;
- кристаллы муллита $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, распределенные в расплаве кремнеземполевошпатного стекла;
- поры.

Стекловидная изотропная масса в современных стоматологических фарфорах составляет их основную часть. Она обуславливает его качество и свойства. Количество стеклофазы возрастает при повышении температуры плавления и увеличении времени плавки. Соотношение кристаллической и стекловидной фаз определяет физические свойства фарфора. Содержание стеклофазы в фарфоровых массах обеспечивает их блеск и прозрачность. Завышенная температура обжига приводит к появлению на поверхности изделия чрезмерного блеска и мелких пузырьков (Каральник Д.М. и др., 1983).

При чрезмерном увеличении стеклофазы прочность фарфора уменьшается. Нерастворившиеся в полевошпатном стекле частицы кварца вместе с кристаллами муллита и глинозема образуют скелет фарфора. Важным фактором в строении фарфора являются поры. Наибольшую пористость (35–45%) материал имеет перед началом спекания (Будников П.П. и др., 1972).

По мере образования стекловидной фазы пористость снижается. При этом повышается плотность материала и, соответственно, сокращаются размеры изделия. Полному уничтожению пор мешают заключенные в них пузырьки газов, образующиеся в результате физико-химического взаимодействия отдельных компонентов массы. Высокая вязкость полевошпатного стекла мешает удалению газовых пузырьков из фарфорового материала, чем и обуславливается образование закрытых пор.

Современный стоматологический фарфор по температуре обжига классифицируется как *тугоплавкий* (1300–1370°C), *среднеплавкий* (1090–1260°C) и *низкоплавкий* (870–1065°C). Примерный состав компонентов фарфора приведен в таблице 45.

Таблица 45

Состав тугоплавкого, среднеплавкого и низкоплавкого фарфора

Фарфор	Компоненты фарфора, %		
	полево шпат	кварц	каолин
Тугоплавкий	81	15	4
Среднеплавкий	61	29	10
Низкоплавкий	60	12	28

Тугоплавкий фарфор обычно используется для фабричного изготовления искусственных зубов для съемных протезов.

Среднеплавкие и низкоплавкие фарфоры применяются для получения коронок, вкладок и мостовидных протезов. Использование низкоплавких и среднеплавких фарфоров позволило применять печи для обжига с нихромовыми и другими нагревателями.

При создании коронок, вкладок, мостовидных протезов фарфоровый порошок смешивают с дистиллированной водой до консистенции густой кашицы. Фарфоровую кашицу наносят на матрицу, приготовленную из платиновой фольги, или на огнеупорную модель для приготовления вкладок, или непосредственно на металл при облицовке фарфором металлических несъемных протезов (Рис.4.1). Кашицу тщательно конденсируют, избыток воды удаляют фильтровальной бумагой. После этого изделие устанавливают

на керамический поднос и подсушивают во входном отверстии вакуумной печи. Затем обжигаемый протез вводят в печь и проводят обжиг согласно режиму, рекомендованному изготовителем фарфорового материала.

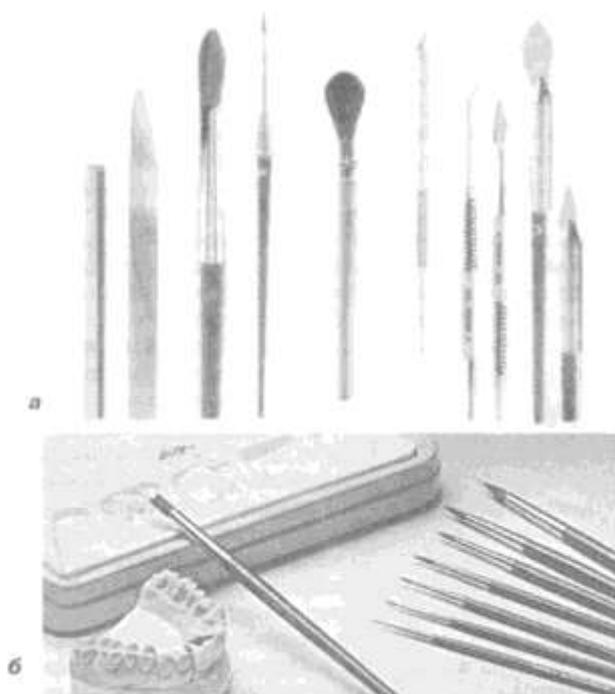


Рис. 4.1. Набор инструментов для работы с керамикой (а) и керамическая палитра для подготовки керамических масс с набором кисточек для нанесения, моделирования и уплотнения масс (б). Слева внизу (б) показан этап нанесения массы при создании металлокерамической коронки.

Оптические свойства фарфора являются одним из главных достоинств искусственных зубов. Коронка естественного зуба просвечивает, но не прозрачна, как стекло. Это объясняется тем, что наряду с абсорбцией света прозрачность выражается соотношением диффузно рассеянного и проходящего света. Свет, состоящий из волн разной длины, попадая на поверхность зуба, может поглощаться, отражаться и преломляться.

Короткие волны (менее 400 нм) отражаются от эмали режущего края зуба, создавая голубоватый оттенок (Серова Г.А. и др., 1975; Бартельс Г., 1997). Длинные волны, проходя через срединную часть зуба, содержащую основную массу твердых тканей, отражаясь и преломляясь, образуют множество цветовых оттенков от желто-оранжевого до голубого (Sked I.R., 1977). В пришеечной части эмаль резко утончается. Этот участок имеет цвет от желто-оранжевого до коричневого (McLean J.W., 1978). Стоматологический фарфор также является гетерогенным по структуре материалом.

Оптический эффект фарфора близок к таковому у естественных зубов в тех случаях, когда удастся найти правильное соотношение между стеклофазой и замутнителями фарфора. Обычно этому мешает большое количество воздушных пор и замутняющее действие кристаллов. Уменьшение кристаллических включений приводит к повышению деформаций изделия во время обжига и понижению прочности фарфора. Такой путь **повышения прозрачности** имеет определенный предел.

Второй путь увеличения прозрачности стоматологического фарфора заключается в уменьшении размера и количества газовых пор. До обжига суммарный объем воздушных включений сконденсированной фарфоровой кашицы составляет 20–45%.

Для **уменьшения газовых пор** предложено четыре способа:

- 1) обжиг фарфора в вакууме – при этом способе воздух удаляется раньше, чем он успеет задержаться в расплавленной массе;
- 2) обжиг фарфора в диффузном газе (водород, гелий), когда обычную атмосферу печи заполняют способным к диффузии газом; во время обжига воздух выходит из промежутков и щелей фарфора (метод непригоден на практике);
- 3) обжиг фарфора под давлением 10 атм. Если расплавленный фарфор охлаждать под давлением, то воздушные пузырьки могут уменьшаться в объеме и их светопреломляющее воздействие значительно ослабевает. Давление поддерживают до полного охлаждения фарфора. Этот способ еще применяют на некоторых заводах для производства искусственных зубов. Недостаток метода состоит в невозможности повторного разогрева и глазурирования под атмосферным давлением, так как пузырьки газа восстанавливаются при этом до первоначальных размеров;
- 4) при атмосферном обжиге для повышения прозрачности фарфора используется крупнозернистый материал. При обжиге такого фарфора образуются более крупные поры, но количество их значительно меньше, чем у мелкозернистых материалов.

Из указанных выше четырех способов наибольшее распространение получил вакуумный обжиг, который применяется в настоящее время как для создания протезов в зуботехнических лабораториях, так и на заводах при производстве искусственных зубов. Фарфор, обжигаемый в вакууме, имеет в 60 раз меньше пор, чем при атмосферном обжиге.

При обжиге фарфоровых масс усадка составляет 20–40%. Причинами такой усадки являются:

- недостаточное уплотнение (конденсация) частичек керамической массы;
- потеря жидкости, необходимой для приготовления фарфоровой кашицы;
- выгорание органических добавок (декстрин, сахар, крахмал, анилиновые красители).

Большое практическое значение имеет направление усадки. Усадка может быть:

- в направлении большего тепла;
- в направлении силы тяжести;
- в направлении большей массы.

В первом и втором случаях усадка незначительна, так как в современных печах (Рис.4.2) гарантировано равномерное распределение тепла, а сила тяжести невелика. Усадка в направлении больших масс значительно выше. Масса в расплаве ввиду поверхностного натяжения и связи между частицами стремится принять форму капли. При этом она подтягивается от периферических участков (например, от шейки коронки) к центральной части коронки (к большей массе фарфора), что в конечном счете может привести к появлению щели между искусственной фарфоровой коронкой и уступом модели препарированного зуба.

Прочность фарфора зависит от рецептуры (состава компонентов) фарфоровой массы и технологии производства. Основными показателями прочности фарфора являются:

- прочность при растяжении;
- прочность при сжатии (4600–8000 кг/см²);
- прочность при изгибе (447–625 кг/см²).

Прочность при изгибе современной керамики (по Международному стандарту ISO-9693 «Стоматологическая металлокерамика для зубного протезирования», величина прочности фарфора при изгибе не должна быть ниже 50 МПа) для облицовки металлических каркасов – 80–90 МПа, а у фарфора ЕХ-3 Норитаки (Япония) она на 30% выше (Хироси И., Бан К., 1987).



Рис. 4.2. Печь для обжига керамики.

Большое влияние на прочность оказывает **метод конденсации** частичек фарфора. Существуют четыре метода конденсации:

- электрохимической вибрацией;
- колонковой или собольей кистью;
- методом гравитации (без конденсации);
- рифленным инструментом.

Большинство исследователей считают, что наилучшего уплотнения фарфоровой массы можно достигнуть рифленным инструментом с последующим применением давления фильтровальной бумагой при удалении жидкости.

Среди технологических условий, которые существенно влияют на прочностные показатели, следует отметить следующие;

- необходимое уплотнение материала, или конденсация частичек фарфора (см. выше);
- хорошее просушивание массы перед обжигом;
- оптимальное (как правило, не более 3–4) количество обжигов;
- проведение обжига при адекватной для данной массы температуре;
- время обжига;
- способ применения вакуума при обжиге;
- глазурование поверхности протеза.

Прокомментируем, в частности, зависимость прочности фарфора от изменения (нарушения) технологии обжига:

- начало обжига должно совпадать с началом разряжения атмосферы рабочей камеры печи;
- при достижении оптимальной температуры обжига должен быть достигнут полный вакуум;
- увеличение количества обжигов снижает прочность фарфора из-за его остекловывания;
- обжиг при температуре, превышающей оптимальную, уменьшает прочность из-за недостатка количества стеклофазы;
- обжиг при температуре ниже оптимальной для данной массы снижает прочность из-за чрезмерного увеличения стеклофазы;
- время обжига в вакууме при достижении оптимальной температуры обжига не превышает 2 мин (при увеличении времени выдержки в вакууме даже при оптимальной температуре прочность фарфора уменьшается).

Лучшие сорта стоматологического фарфора при соблюдении оптимальных режимов производства изделий имеют прочность при изгибе 600–700 кг/см². Подобная прочность стоматологического материала является недостаточной. Поэтому условно можно выделить, как минимум, **два основных направления в поиске путей повышения прочности фарфора**: за счет новых технологий обжига, включая и разработку соответствующего оборудования и инструментария; за счет изменения рецептуры фарфоровой массы.

Так, например, введение в стекло или фарфор кристаллических частичек высокой прочности и эластичности, имеющих одинаковый коэффициент термического расширения со стеклом или фарфором, приводит к значительному повышению прочности. При этом ее увеличение происходит пропорционально росту кристаллической фазы. Кварц добавляют в фарфор как усилитель кристаллической фазы. Частички кварца хорошо соединяются со стеклом основного вещества, но коэффициент термического расширения у них разный. При охлаждении вокруг кристаллов кварца возникают зоны напряжения, которые хорошо видны под поляризационным микроскопом. Трещины в фарфоре, усиленном кварцем, проходят по зонам напряжения, минуя кристаллы.

Добавление частичек оксида алюминия к некоторым сортам фарфора (McLean J.W., Hughes, 1965), т.е. использование глиноземного (алюмооксидного) фарфора, приводит к увеличению механической прочности сплавленного оксида алюминия в 7 раз. Температура плавления оксида алюминия равна 2000°C. Температура обжига алюмооксидного фарфора составляет 1650–1750°C. Снижение температуры обжига достигается введением в оксид алюминия других минеральных веществ.

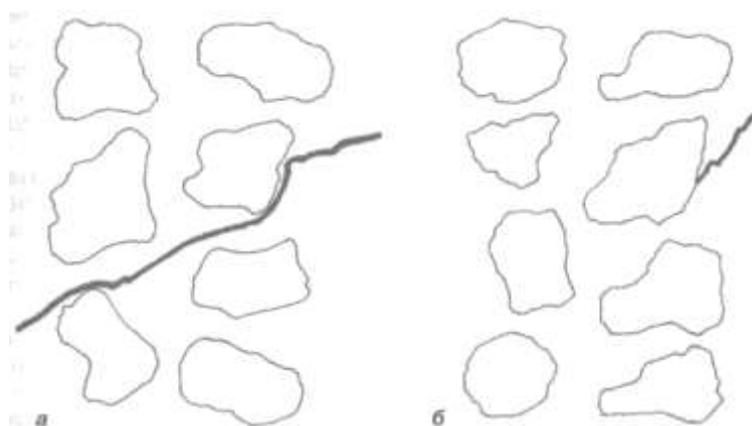


Рис. 4.3. Схема направления трещины (а) в керамической облицовке, содержащей кристаллы лейцита (б).

Так, глиноземный фарфор содержит 60% стоматологического фарфора и 40% оксида алюминия, что позволило снизить температуру обжига до 1050°C, а прочность при этом увеличилась вдвое. Поскольку оксид алюминия и стоматологический фарфор имеют одинаковый коэффициент термического расширения, трещина в алюмооксидном фарфоре распространяется как через стеклянную, так и через кристаллическую фазу. Кристаллы являются потенциальными «тормозами растрескивания» (Рис.4.3).

4.3. СТАНДАРТНЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ ФАРФОРОВЫЕ ЗУБЫ

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

Их *основным* преимуществом перед металлическими и полимерными искусственными зубами является **высокая имитирующая способность**. Светоотражающие качества фарфора в большинстве своем напоминают таковые у естественных зубов. **Цветостойкость** фарфора также вне конкуренции. Кроме того, фарфор весьма индифферентен для организма человека и абсолютно показан для лиц с повышенной чувствительностью к полимерам.

Из недостатков фарфоровых зубов следует отметить их **хрупкость**, недостаточно прочное соединение с базисом протеза, низкую стираемость, худшие, чем у полимерных зубов, технологические качества (см. табл. 46).

Недостаточная прочность зубов в области крепления крапмонов (в крапмонных зубах) и пустотелой части (в диаторических зубах) проявляется при неблагоприятных артикуляционных соотношениях.

- ◆ **Крапмон** – фиксирующий проволочный элемент, преимущественно для передних искусственных фарфоровых зубов. Крапмоны могут быть прямыми, изогнутыми, с пуговчатыми окончаниями.

Пластмассовые зубы лишены этого недостатка, и им отдается предпочтение при глубоком прикусе, деформациях зубных рядов. Кроме того, шлифование фарфоровых зубов вследствие твердости фарфора и наличия крапмонов является более трудоемким процессом, требующим большого внимания и времени у зубного техника, а иногда и у врача, где не должны быть допущены артикуляционные и другие погрешности.

При этом используются мелкозернистые алмазные или другие абразивные инструменты, которые следует постоянно увлажнять из-за потенциально возможного перегрева. Перегрев фарфорового зуба в процессе его подгонки приводит к отколу части коронки или образованию трещины.

Искусственные зубы подразделяют по месту расположения в зубном ряду на передние и боковые.

По способу крепления в базисе фарфоровые зубы подразделяются на крапмонные и диаторические. Передние фарфоровые зубы чаще всего снабжены крапмонами, но они могут быть и дырчатыми (диаторическими). Боковые зубы всегда делают дырчатыми. Полости или крапмоны в фарфоровых зубах предназначены для их механического крепления в металле или пластмассе. Крапмоны могут быть сделаны из сплавов различных металлов. Наилучшими сплавами являются те, коэффициент термического расширения которых приближается к таковому у фарфоровой массы при обжиге. У нас в стране с этой целью применяют серебряно-палладиевый сплав.

Искусственные зубы из фарфора заводского производства подвергаются обжигу по специальному режиму. Сырье, приготовленное из различных компонентов для фарфоровых масс, называют *шихтой*. Введением в состав шихты легкоплавких добавок (плавней), к которым относятся борная кислота, карбонат лития, окись магния и карбонат натрия, регулируют температуру плавления.

Процесс обжига шихты называется *фриттованием* (плавлением), а получаемый при спекании продукт – *фриттой*. Из фритты путем добавления *пластификаторов* (крахмальный клейстер, красители и пр.) готовят формовочную массу для получения искусственных зубов из фарфора в заводских условиях. В последние годы на заводе нашел применение вакуумный обжиг фарфоровых зубов.

Следует отметить, что фарфоровые зубы выпускаются различных *фасонов* и *цветов*:

- передние верхние и нижние имеют 8 фасонов, а боковые верхние и нижние – 4 фасона;
- имеются 9 цветовых оттенков, которые соответствуют шкале расцветок фарфоровых зубов.

Передние фарфоровые зубы выпускаются:

- гарнитурами по 12 зубов (6 верхних и 6 нижних);
- гарнитурами по 6 зубов верхних или 6 зубов нижних отдельно;
- неполным гарнитуром по 4 зуба (2 верхних и 2 нижних клыка правой и левой сторон).

Боковые фарфоровые зубы выпускаются:

- гарнитурами по 16 зубов (8 зубов верхних и 8 зубов нижних, состоящих из 4 моляров и 4 премоляров, по 2 с правой и левой сторон);

- неполным гарнитуром по 8 зубов (верхние и нижние) или 4 верхних и 4 нижних моляра, или 4 верхних и 4 нижних премоляра с правой и левой сторон).

Фарфоровые зубы могут выпускаться гарнитурами для беззубых челюстей по 28 зубов (6 передних верхних, 6 передних нижних и 16 боковых верхних и нижних).

В качестве эталона при подборе фасонов и расцветок зубов анатомической формы используется альбом фарфоровых зубов. Кроме того, для подбора цвета используется шкала расцветок фарфоровых зубов, которая представлена в виде центральных резцов 9 цветовых оттенков (от №1 до №9).

Широко известны на территории России гарнитуры передних фарфоровых зубов *Вивоперл-ПЕ* (Германия), *Биодент* (США), боковых фарфоровых зубов *Вивоперл -ПЕ-Ортотип*.

4.4. СТАНДАРТНЫЕ ФАРФОРОВЫЕ КОРОНКИ

Стандартные фарфоровые коронки с прилагаемыми к ним металлическими штифтами (получившие название по именам их изобретателей – коронки Логана, Дэвиса, Бонвиля и др.) применяли для замещения дефектов коронковой части зубов. В фарфоровой коронке штифт может быть укреплен стабильно, или коронку и штифт готовили раздельно. Второй вариант удобнее для практического использования (Рис.4.4). Протезирование стандартной коронкой состоит из препарирования наддесневой части корня, расширения канала корня, припасовки штифта и коронки, укрепления штифта в корневом канале и коронки со штифтом и корнем с помощью цемента.

Многие клиницисты сходятся во мнении, что наиболее рациональна ступенчатая форма штифта. В то же время трудности в препарировании канала корня заставили искать способы достижения как можно более точного соответствия между формой штифта и каналом корня. Эту задачу решило создание специальных режущих инструментов для подготовки канала корня – боров и фрез (Рис.4.5), применение которых обеспечивает достаточно надежную фиксацию металлического штифта в корне. Однако надежного соединения искусственной коронки со штифтом в этом случае получить не удалось.

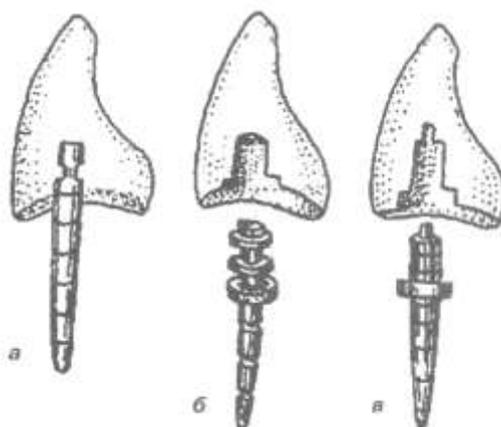


Рис. 4.4. Стандартные штифтовые зубы:

- а** – коронка Логана с фабрично фиксированным штифтом;
- б** – коронка Дювеля разборной конструкции, обеспечивающая возможность более точного шлифования ее к корню перед укреплением цементом на штифте;
- в** – коронка Витанорм разборной конструкции со ступенеобразной формой коронковой части штифта.

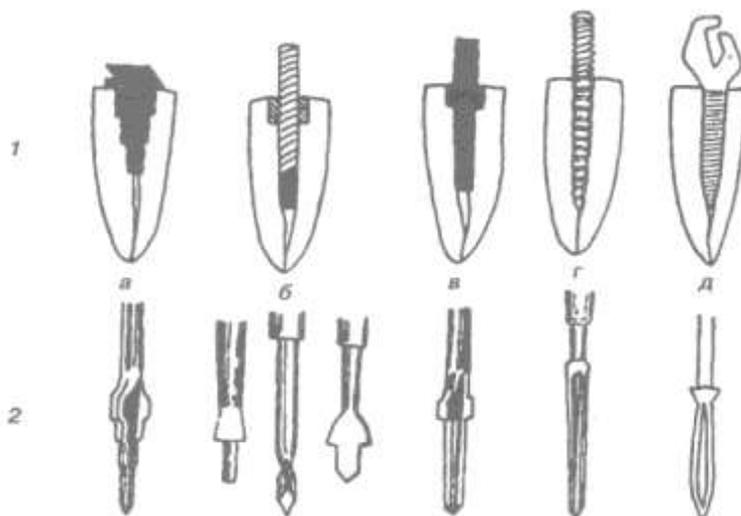


Рис. 4.5. Стандартные штифты (1) и режущий инструмент (2) для подготовки канала корня:

- а - ступенеобразный штифт и бор Хольмана;
- б - ступенеобразный штифт и фреза Поса;
- в - ступенеобразный штифт и бор Штейнберга;
- г - корневой штифт и бор Герлаха;
- д - R-образный штифт и бор Рейхенбаха.

4.5. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ФАРФОРОВЫЕ КОРОНКИ

Известны четыре типа технологии индивидуальных фарфоровых коронок:

- моделирование на платиновой фольге;
- создание методом прессования;
- шликерный метод;
- получение методом фрезерования после компьютерного моделирования.

Для создания **цельнокерамических протезов** используются массы *Витадур*; *Витадур N*; *NBK-1000*; *ОРС* и его последующая модификация *Оптек*; *Хай-Керам* и его последующая модификация *Ин-Керам* на основе оксида алюминия.



Рис. VITADUR N ассортимент для использования с In-Ceram

Витадур Альфа – фарфор для облицовки алюмооксидных каркасов одиночных коронок и мостовидных протезов малой протяженности на передние зубы из керамического материала *Вита Ин-Керам*. Этот фарфор предназначен для создания вкладок, накладок, вестибулярных облицовок, полукоронок, а также облицовки каркасов, полученных фрезерованием керамических блоков *Вита Селей Элумаинз Блэнкс*.

Альтернативой металлического каркаса при протезировании металлокерамическими протезами является новая разработка специалистов из Германии, предложивших ввести в рецептуру массы *Ин-Керам* оксид циркония. Новый материал характеризуется высокой прочностью на изгиб, хорошей краевой точностью, токсикологической инертностью, эстетичностью.

Рекомендуется использовать керамическую массу *IPS-Эмпресс*, основой которой является упрочненное лейцитом стекло, содержащее латентные частицы, стимулирующие рост кристаллов. Набор материалов *IPS-Эмпресс* представлен комплектами:

- сырьевых керамических масс в виде порошка (20 цветов дентина по шкале *Хромаскоп*, 4 массы режущего края, нейтральная и корректирующая массы) и жидкостей для моделирования;
- 9 светоотверждающих культевых материалов в шприцах, которые предоставляют большие возможности имитации цвета естественных зубов. Световая полимеризация культевого материала проводится в аппарате *Спектрамат-мини*;
- фосфатных формовочных масс для паковки моделированных из воска коронок, облицовок и вкладок.

Существенным моментом в технологии цельнокерамических несъемных протезов из материала *IPS-Эмпресс* является то, что их производство осуществляется после получения формы. Для этого восковая репродукция протеза помещается в формовочную массу.

После предварительного нагревания в прессовочной печи *EP-500* под давлением масса прессуется в муфель. Путем прессования и обжига порошкового полуфабриката получают сырьевые заготовки протеза. Процесс заканчивается двумя этапами:

- окрашиванием, когда нужный цвет коронок или вкладок достигается посредством глазуровочных обжигов;
- наслоением, когда правильной анатомической формы добиваются добавлением массы режущего края. Технология завершается обжигом в печи *Програмат P95*.

В ходе такого многоступенчатого технологического процесса путем управляемой кристаллизации в стеклянной матрице образуются кристаллы лейцита в размере нескольких микрометров. Гетерогенная структура и возникновение напряжений сжатия приводят к повышению прочности изделия. К этому можно добавить абразивность, сравнимую с таковой у естественной эмали, и хорошие эстетические показатели.

Другой представитель прессованной керамической массы – *OPC-3G* (аббревиатура от *Optimal Pressable Ceramic*, США) – состоит из удлиненных частиц (кристаллов) дисиликата лития размером от 0,5 до 4 мкм, хаотичное расположение которых увеличивает прочность в 2 раза. В отличие от традиционного фарфора с температурой спекания 960°C температура прессования каркасного материала составляет 920°C, а температура обжига облицовочного материала – 774°C. Прочность на изгиб (для каркаса и облицовки протеза) составляет соответственно 300±30 МПа и 105±23 МПа.

Следует отметить, что различие в коэффициентах термического расширения облицовочного материала *OPC* ($18,0 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) и материала *OPC-3G* для каркасов ($10,3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) не позволяет комбинировать их при создании протезов.

Для обжига фарфоровой коронки необходимо прочное основание – матрица, которая должна выдерживать температуру обжига фарфора, не искажать цвет и внутренние параметры коронки. Этим требованиям полностью отвечает матрица из платины. Кроме того, данный металл имеет высокую температуру плавления (1773,5°C) и не образует окрашенных окислов. Он легко вальцуется в тонкую, но достаточно жесткую фольгу (0,025 мм). Коэффициент

термического расширения его соответствует таковому у фарфоровой массы. Платиновая фольга может быть легко отделена от готовой обожженной коронки. Таким образом, его потери (по весу) в целом очень малы. Остатки же могут быть переплавлены и превращены в новую фольгу.

Основные технологические операции при создании фарфоровой коронки заключаются:

- 1) в подготовке платиновой матрицы, которая устанавливается на модель зуба;
- 2) в нанесении на матрицу фарфоровой массы (предварительно фарфоровый порошок замешивают с дистиллированной водой до консистенции густой кашицы и с помощью специального шпателя и колонковой кисточки наносят на матрицу) (Рис.4.6);
- 3) в проведении обжигов (Рис.4.7).

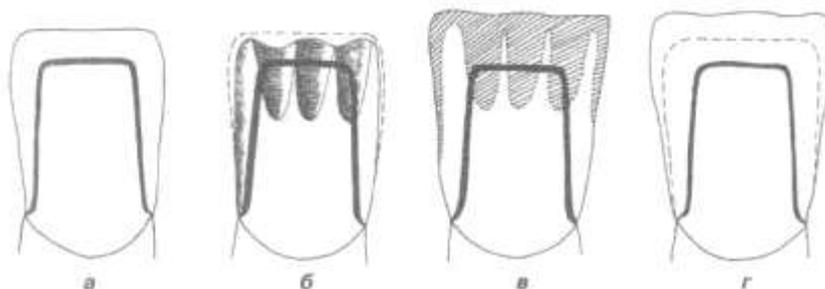


Рис. 4.6. Схема моделирования фарфоровой коронки:

- а - нанесение дентинной массы на грунтовый слой;
- б - снятие части дентинного слоя;
- в - нанесение прозрачного эмалевого слоя, восстанавливающего анатомическую форму;
- г - уменьшение объема коронки после обжига.

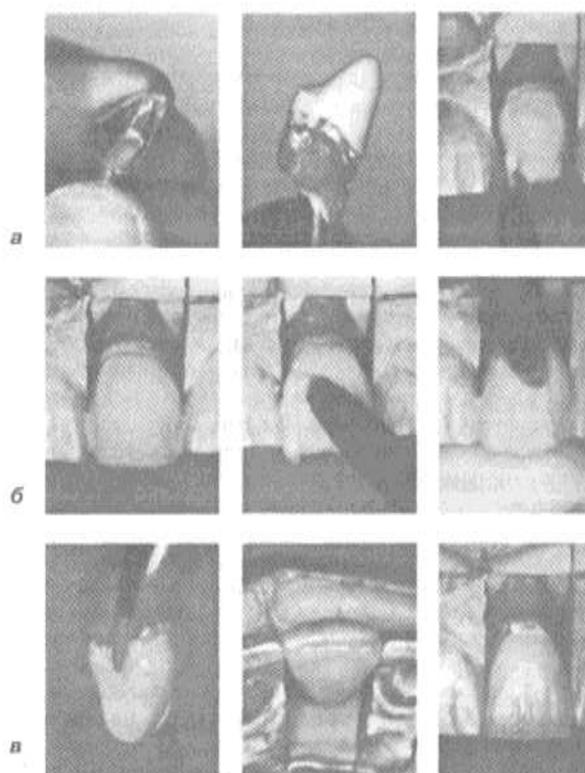


Рис. 4.7. Моделирование фарфоровой коронки:

- а:** слева - на модель культи опорного зуба наносят и прижимают к нему платиновую фольгу; в центре - платиновую фольгу покрывают слоем однородной алюмокерамики; справа - на алюмокерамический каркас послойно наносят полевошпатную керамическую массу;
- б:** слева - послойное нанесение фарфора; в центре - после аппликации дентинной массы наносят слой эмалевого слоя различной

прозрачности; справа – коронку подкрашивают и придают индивидуальные черты ее анатомической форме;

в: слева – контактные поверхности коронки подкрашивают специальными красителями; в центре – готовая фарфоровая коронка; справа – обожженная и полированная вручную коронка имеет натуральный вид.

Обычно при получении фарфоровой коронки проводят 3–4 обжига по рекомендованному изготовителем режиму:

- при *первом обжиге*, проводимом в условиях вакуума, осуществляют термообработку внутреннего слоя коронки (если при осмотре обожженной коронки выявлены трещины, то их расширяют, вновь заполняют фарфоровой кашицей и проводят дополнительный обжиг в том же режиме);
- при *втором обжиге*, также проводимом в условиях вакуума, добиваются получения предварительной формы коронки. Этот этап является наиболее трудоемким и сложным. Он включает моделирование коронки из дентинной и прозрачной масс, обжиг и коррекцию формы коронки шлифованием. Учитывая последующую усадку материала в процессе обжига (на 30–35%), моделируемую коронку увеличивают соответственно на 1/3 размера.

При необходимости на коронке имитируют «меловые пятна», трещины и другие индивидуальные особенности зуба. После обжига зубной техник проводит коррекцию коронки, придавая ей конечную форму, а врач в кабинете проверяет ее качество (цвет, форма, размеры). Перед следующим обжигом для повышения эстетических свойств коронки используют специальный набор красителей для подкрашивания фарфора.

Набор красителей предназначен для подкрашивания несъемных протезов (одиночных фарфоровых коронок и фарфоровой облицовки металлокерамических протезов). Красители, представляющие собой тонкомолотые борно-щелочные стекла (майоликовые глазури), наносятся тонким слоем на поверхность зубных протезов из фарфоровых масс и закрепляются обжигом при определенной температуре в зависимости от температуры глазурирования применяемой фарфоровой массы (850–1020°С);

- при *третьем обжиге*, выполняемом в атмосферных условиях, проводят глазурирование.

Основными недостатками фарфоровых коронок являются: хрупкость, плохое краевое прилегание, высокая абразивность, сказывающаяся на зубах-антагонистах.

В современных фарфоровых массах эти недостатки пытаются свести к минимуму. Примером могут служить коронки из *алюмокерамики* (*Вита Хай-Керам, Витадур-Альфа*). Основными показаниями к применению алюмокерамики является протезирование передних зубов, аллергия на металл, а также повышенные эстетические требования.

Конденсированную керамическую массу *Хай-Керам* обжигают на платиновой фольге или огнеупорном материале для создания основы коронки. Основу затем покрывают керамикой *Витадур-Альфа*. Массу *Хай-Керам* можно использовать для вкладок и одиночных коронок. Основными показаниями к ее использованию являются восстановление передних и боковых зубов, не подвергающихся высокой жевательной нагрузке. Долговечность таких протезов, особенно в боковых отделах, можно значительно увеличить, если для фиксации использовать полимерный цемент.

Стеклокерамика *Дикор* прессуется как ситалл и затем нагревается для формирования кристаллической структуры внутри стеклянной решетки. Образующиеся в результате кристаллические частицы предотвращают распространение трещин внутри материала, одновременно увеличивая его

прочность и твердость. Однако поскольку стеклокерамика на 55% состоит из кристаллической фазы, а на 45% – из стеклянной фазы, эффект остановки распространения трещин ограничен.

Стеклокерамика *Дикор* дает высокие эстетические результаты благодаря эффекту хамелеона, который обусловлен передачей цвета на нее рядом стоящих зубов и окрашенного фиксирующего цемента.

Дикор применяется для вкладок, накладок, облицовок и одиночных коронок для передних или боковых зубов, не подвергающихся высокой жевательной нагрузке.

Стеклокерамику *Дикор* можно также покрывать керамикой *Витадур-Альфа*. Большим преимуществом системы *Дикор* является низкая стираемость зубов-антагонистов, что связано с очень небольшим размером кристаллов (1-4 мкм). Однако это преимущество, безусловно, теряется, если протез окрашивается или покрывается полевошпатной керамикой.

Упроченная лейцитом керамика *Оптек HSP* конденсируется как алюмокерамика и спекается как обычный полевошпатный фарфор. Технология осуществляется на искусственной культе из огнеупорного материала. Поскольку основная масса имеет умеренную непрозрачность, эти протезы получаются более прозрачными, чем с основой из оксида алюминия или ситалла. Благодаря высокому содержанию кристаллов лейцита керамика *Оптек HSP* обладает повышенной стабильностью и более высоким модулем эластичности, чем обычный полевошпатный фарфор.

Достоинствами керамики *Оптек HSP* являются:

- отсутствие металлического или непрозрачного каркаса;
- высокая прозрачность;
- средняя прочность на изгиб;
- возможность создания протеза без специального лабораторного оборудования.

К недостаткам этой массы относят:

- повышенный риск сколов при восстановлении боковых зубов;
- возможность нарушения краевого прилегания вследствие усадки материала в процессе спекания.

Упроченная лейцитом керамика в процессе обжига дает усадку. Поэтому краевое прилегание коронок из этой керамики может быть не таким хорошим, как у металлокерамических коронок. Благодаря непрозрачности кристаллов лейцита, которыми богата керамика *Оптек HSP*, отсутствует необходимость в нанесении грунтового слоя. Перед наложением протезов обрабатывают в пескоструйном аппарате для улучшения сцепления с полимерным цементом. Наружный слой протеза представлен обычной керамикой, поэтому является менее прочным, чем основной слой.

Масса *Оптек HSP* применяется для полукоронок и коронок для передних зубов, а также вкладок, накладок и коронок на боковые зубы, подвергающиеся небольшой жевательной нагрузке. Увеличить срок пользования протезами можно также при их фиксации полимерным цементом двойного отверждения.

Прессованная стеклокерамика (*IPS Эмпресс* и *Оптек OPC*) представляет собой стеклокерамику, которую разогревают в цилиндрической форме и затем прессуют, придавая желаемые очертания. Как и *Оптек HSP*, *IPS Эмпресс* насыщена кристаллами лейцита, что увеличивает ее прочность. Форму протеза получают путем прессования керамического блока в течение 45 мин при высокой температуре. Такой прессованный протез монохромен. Его затем окрашивают или покрывают другой керамикой и обжигают. Прессованную стеклокерамику также можно использовать в качестве каркаса для протеза, покрывая несколькими слоями обычной керамики.

Масса *IPS Эмпресс* применяется для коронок и полукоронок на передние

зубы, а также вкладок, накладок и коронок на моляры и премоляры, подвергающиеся небольшой жевательной нагрузке.

Преимуществами этой массы являются отсутствие непрозрачного слоя и металлического каркаса, плотное прилегание и высокие эстетические качества. К недостаткам относят подверженность сколам при восстановлении боковых зубов и необходимость использования специального дорогостоящего оборудования.

Масса *Оптек OPC* (керамика для прессования) состоит из смеси кристаллов лейцита ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$) и силикатного стекла. Керамика схожа с фарфором *Оптек HSP*, однако имеет повышенную твердость. Она содержит мелкие зерна, как и керамика *IPS Эмпресс*. Прочность на изгиб фарфоровых масс *IPS Эмпресс* и *Оптек OPC* составляет 110–150 МПа.

Технология изготовления протезов схожа с таковой у *IPS Эмпресс*:

- протез моделируют из воска на рабочей модели;
- восковую композицию помещают в кювету, которую медленно разогревают в печи до $900^\circ C$;
- перед прессованием в кювету помещают керамическую массу *Оптек* в виде шарика;
- проводят прессование керамики;
- извлекают протез из формы;
- вкладки окрашивают специальными керамическими красителями;
- коронки и полукоронки можно дополнительно покрыть и массами *Оптек*, а затем обжечь.

Масса *IPS Эмпресс-2* представляет собой новый фарфоровый материал, предназначенный для одиночных коронок и мостовидных протезов протяженностью не более трех звеньев, замещающих зубы до первого моляра. Керамика *IPS Эмпресс-2* отличается новыми химическим составом и кристаллической структурой. Несмотря на отличия по составу, *IPS Эмпресс-2* также предназначена для горячего прессования.

Масса *IPS Эмпресс-2* имеет высококристаллическую микроструктуру (с содержанием кристаллической фазы по объему более 60%). Керамический материал представлен кристаллами *дисиликата лития*, плотно и равномерно распределенными в стекловидной матрице. Такая структура препятствует распространению трещин, повышая стойкость керамики к разрушению и ее прочность на изгиб.

При испытаниях на трехточечный изгиб стеклокерамика на основе дисиликата лития показала прочность 339 ± 20 МПа. Испытания были проведены на образцах, хранившихся на воздухе. Достаточно широко известна проблема, возникающая при помещении керамики в среду полости рта: в присутствии влаги наблюдается появление статической коррозионной усталости материала, приводящей к снижению прочности образцов. Водяной пар из слюны вызывает медленный рост трещин, образовавшихся во время технологического процесса. Hornberger и Marquis сообщали об уменьшении прочности керамики *Ин-Керам Алюмина* на 25% после хранения ее в воде в течение одной недели. Статистически значимого уменьшения прочности образцов из керамики *IPS Эмпресс-2* после их недельного нахождения в воде обнаружено не было.

Фарфоровые протезы обладают рядом преимуществ по сравнению с металлокерамическими. Во-первых, зубной техник не всегда может преодолеть непрозрачность, высокую отражательную способность и интенсивный цвет грунтового слоя, применяемого в металлокерамических протезах. Цельнокерамические зубные протезы обладают полупрозрачностью, глубиной цвета, что придает им более естественный и живой вид. Оптические свойства, присущие керамическим протезам, позволяют получать хорошие эстетические результаты врачам и зубным техникам, не имеющим большого

опыта работы. Улучшенные эстетические качества протеза в пришеечной области благодаря большей прозрачности керамики и использованию современных адгезивов для фиксации зубных протезов позволяют врачу-ортопеду разместить пришеечный край коронки на одном уровне с десной или слегка завести его под десну. Это требует более качественного оттиска, а следовательно, и более точной рабочей модели челюсти. Кроме того, применение фарфоровых протезов позволит свести к минимуму возможность возникновения ятрогенных пародонтопатий, вызванных металлокерамическими коронками.

Благодаря высокому содержанию кристаллов керамические каркасы легко обрабатываются механически. При шлифовании с поверхности керамики не скалываются частицы, как в обычном фарфоре, напротив, шлифовальный инструмент чисто обрабатывает изделие с образованием тонкого порошка. Это оптимальное свойство новой керамики позволяет получить высокое качество полирования при использовании обычных резиновых полировальных дисков. Идеально гладкая поверхность готового зубного протеза обладает существенными клиническими преимуществами: она эстетична, на ней меньше накапливается зубной налет, что способствует улучшению состояния десен, и снижается стирание твердых тканей зубов-антагонистов.

Толщина сошлифовываемых твердых тканей зуба при его препарировании под коронку из керамики *IPS Эмпресс* достигает 1,3 мм, под металлокерамическую коронку – 1,4–1,7 мм. Стеклокерамика на основе кристаллов дисиликата лития *IPS Эмпресс-2* обладает высокой прочностью, поэтому под коронки из этого прозрачного керамического материала требуется препарирование твердых тканей зуба всего лишь на глубину 1 мм. Щадящее препарирование снижает риск чувствительности зубов, их переломов, а также некрозов пульпы.

Керамическая масса *Церапресс* применяется для изготовления коронок, вкладок, накладок и полукоронок, обладающих высокими эстетическими качествами, хорошим краевым прилеганием.

Методика протезов из керамики *Церапресс* имеет следующие преимущества перед *IPS Эмпресс* и *Оптек ОРС*:

- не требует специального оборудования;
- технологический процесс весьма прост;
- методика легко осваивается неопытным зубным техником;
- возможно напрессование керамики на циркониевые штифты, что позволяет получать керамические штифтовые конструкции;
- возможно сочетание с любой имеющейся в наличии керамической массой, которую после прессования основного слоя можно при необходимости наносить на протез;
- можно добавить дополнительные слои керамики, как и в других методах прессования.

Инфильтрированная стеклом алюмокерамика Вита Ин-Керам Алюмина применяется для каркасов одиночных коронок на передние и боковые зубы. Согласно инструкциям производителя, эту массу можно также использовать для мостовидных протезов из трех звеньев в переднем отделе, не подвергающихся высокой нагрузке. Однако следует иметь в виду, что существует риск сколов керамики, а также тот факт, что такие мостовидные протезы очень трудно снять после фиксации. При создании мостовидных протезов небольшой протяженности рекомендуется делать сплошной алюмооксидный каркас в области контактных пунктов. Инфильтрированная стеклом алюмокерамика обладает высокой прочностью на изгиб.

Для работы с материалами *Вита Ин-Керам Алюмина* нужна печь для обжига *Вита Инцерамат-II* и высокочастотный ультразвуковой прибор *Витасоник-II* (Рис.4.8). *Вита Инцерамат* является автоматической специальной печью с

микропроцессорным управлением для получения особо прочных цельнокерамических колпачков и каркасов. Для смешивания порошкового шликера разработан высокочастотный ультразвуковой прибор *Витасоник-II*. Дополнительно он может использоваться, без специальной крышки, как ультразвуковой очистительный прибор.



Рис. 4.8. Печь *Инцерамат-11* (а) и аппарат *Витасоник-11* (б).

Алюмокерамическую массу вначале отливают на абсорбирующей огнеупорной культе, а затем обжигают до температуры, при которой происходит спекание частиц керамики. После спекания керамическую основу инфильтрируют стеклом и обжигают в течение 4 ч при температуре 1100°C для устранения пористости и укрепления основы. В процессе обжига частицы спекаются лишь в участках небольшого размера, что позволят избежать значительной усадки. Благодаря этому протезы из *Вита Ин-Керам Алюмина* имеют хорошее краевое прилегание.

Преимуществами стеклоинфильтрированной керамики являются высокая прочность, плотное краевое прилегание и отсутствие металлического каркаса.

Эта масса имеет следующие недостатки:

- непрозрачность протеза может негативно отразиться на его эстетических качествах;
- основа устойчива к действию кислоты, поэтому не поддается обычному травлению;
- для создания протезов необходимо специальное лабораторное оборудование.

Алюмооксидную основу конструкции *Ин-Керам Алюмина* покрывают массой *Витадур Альфа*. Согласно инструкциям производителя, для фиксации таких протезов можно использовать любой цемент. Однако предпочтительнее полимерный цемент, поскольку его применение позволит увеличить устойчивость керамики к сколам.

Высокое содержание алюмооксидов в каркасе протеза исключает возможность его травления. Поэтому для достижения микромеханической ретенции поверхность протезов *Вита Ин-Керам Алюмина* необходимо подвергать пескоструйной обработке оксидом алюминия (50 мкм). Фиксацию

таких протезов можно проводить стеклоиономерными цементами и светоотверждаемыми полимерными цементами, однако рекомендуется использовать цемент Панавиа-21. Применение керомерных цементам противопоказано, поскольку они имеют тенденцию увеличиваться в объеме с течением времени.

Имеются дополнительные материалы для ускоренного создания каркасов одиночных коронок — *Вита Ин-Керам Алюмина спринт* (Рис.4.9).

Одним из основных недостатков системы *Вита Ин-Керам* является высокая непрозрачность (Замутнение).



Рис. 4.9. Набор масс Вита Ин-Керам Алюмина спринт.

Поэтому была разработана более прозрачная масса *Вита Ин-Керам Шпинель*. Технология протезов из нее такая же, как и у *Вита Ин-Керам*. Однако в качестве каркаса здесь используется стеклоинфильтрированная шпинель ($MgAl_2O_4$). Путем дублирования модели получают огнеупорную культу. Ее покрывают алюмокерамикой, которую затем инфильтрируют стеклом. Получившаяся в результате керамическая основа обладает очень высокой прочностью и стабильностью. Каркас затем покрывают обычной полевошпатной керамикой (Рис.4.10). В результате протезы становятся более прозрачными, но в то же время более подверженными сколам, чем полученные из *Вита Ин-Керам*.

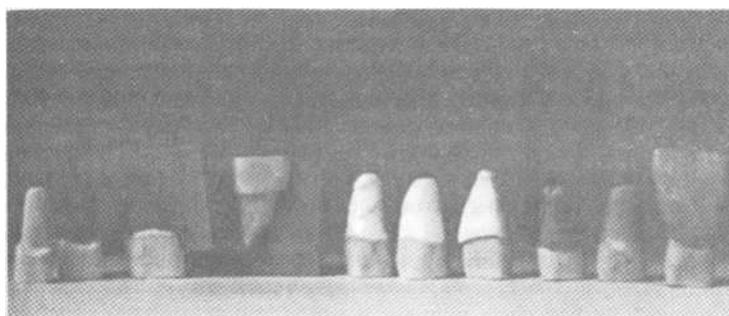


Рис. 4.10. Получение коронок Вита Ин-Керам.

Причиной этого является снижение прочности на изгиб на 100 МПа (по сравнению с *Вита Ин-Керам*). Поэтому керамика *Вита Ин-Керам Шпинель*

применяется только для одиночных коронок в переднем отделе. Коронки *Вита Ин-Керам Шпинель* фиксируют и обрабатывают так же, как и коронки *Вита Ин-Керам*.

Стеклоинфильтрационная керамика *Вита Ин-Керам Циркония* на основе оксида циркония предназначена для каркасов коронок и мостовидных протезов боковых отделов зубных рядов. Каркасы цельнокерамических коронок *Вита Ин-Керам Циркония* отличаются высокой точностью и инертностью, а также высокой прочностью на изгиб, растяжение и излом. Каркасы покрываются цельнокерамическими массами *Витадур Альфа*.

Набор *Вита Ин-Керам Циркония* содержит: стеклопорошок *Вита Ин-Керам Циркония*, порошок *Вита Ин-Керам Циркония*, жидкость для замешивания *Вита Ин-Керам Алюмина/Циркония*, присоединитель *Вита Ин-Керам Циркония* и цветовой индикатор (Рис.4.11).



Рис. 4.11. Набор *Вита Ин-Керам Циркония*.

Для облицовки цельнокерамических каркасов, имеющих КТР 7,2– 7,9– 10~"°С 1 используется облицовочный материал *Вита ВМ-7*. Он наносится послойно. В первом варианте нанесения используют два слоя облицовки *Вита ВМ-7Бэйсик*: основной дентин и эмаль для создания интенсивно окрашенной облицовки. Во втором варианте (*Вита-7 Билд Ап*) создают три слоя: основной дентин, дентин, эмаль для создания прозрачной облицовки с глубинным отражением света.

Металлокерамические коронки (см. раздел 4.7), которые являются альтернативой фарфоровым, обладают большей прочностью и лучшим краевым прилеганием, а также требуют препарирования оральной поверхности зубов в меньшем объеме. Глубокое препарирование необходимо только на вестибулярной поверхности для маскировки каркаса протеза.

4.6. ФАРФОРОВЫЕ ВКЛАДКИ ИЗ СТАНДАРТНЫХ ЗАГОТОВОК

В 1988 г. в Германии была разработана система *CEREC* (**C**hairside **E**conomical **R**estorations of **E**sthetic **C**eramics), которая позволяет

создавать и устанавливать фарфоровые зубные вкладки непосредственно в зубоврачебном кресле за одно посещение пациента, под управлением компьютера. В настоящее время существуют модифицированные системы CEREC-2 и -3. Среди ряда предпосылок разработки данного метода необходимо выделить следующие:

- фарфор обладает стойкостью к стиранию и стабильностью цветового тона, максимально приближающими его по этим показателям к природной зубной эмали;
- получение фарфоровых вкладок в лаборатории, несмотря на трудоемкость, не всегда гарантирует высокую точность. Их можно готовить либо из стеклокерамики (материал Дикор), либо путем обжига в формах из специальных огнеупорных материалов;
- композиционные полимеры практически вытеснили все применявшиеся до этого времени пломбировочные материалы, особенно для передних зубов. Однако применение пломб из этих материалов для боковых зубов, испытывающих жевательные нагрузки, не всегда дает удовлетворительные результаты. Хотя влияние усадки в процессе полимеризации композиционных материалов можно устранить, применив требующие больших затрат времени методы (например, послойного отверждения пломбы и управления векторами усадки с помощью клиновидных световодов), и получить в результате хорошее краевое прилегание, но стойкость материала к стиранию не всегда будет удовлетворительной;
- широкое внедрение компьютерных технологий в науку и практику.

Фарфоровые заготовки-блоки *Церекер Вита* для вкладок выпускаются в заводских условиях методом прессования из смеси равных количеств эмалевой и дентинной масс. Они характеризуются умеренной прозрачностью и выпускаются четырех расцветок: А1, А2, А3/5, В4. Кроме того, в Германии выпускаются для этих целей 10 вариантов фарфоровых заготовок под коммерческим названием *Целай*.

В Германии и Лихтенштейне усовершенствован упроченный лейцитом стеклокерамический материал, который под торговым названием *ProCAD* (**P**rofessional **C**omputer **A**ssisted **D**esign) поставляется в защитном кожухе пяти типоразмеров (ProCAD-18, -110, -112, -114 и V5-12), для создания вкладок, вкладок с накладками, вестибуляторных облицовок, одиночных коронок на передние и боковые зубы – при использовании системных компьютерных программ *CEREC-2*.

Система представляет собой комплекс оборудования, работающий в единой цепи. Информация о форме и размерах препарированной на зубе полости с помощью интравидеокамеры с разрешающей способностью 25 мкм передается на экран монитора с 12-кратным увеличением.

Цветной монитор, вытянутый по вертикали, обеспечивает высокую точность знакового воспроизведения, а уникальный, работающий в шести осях шлифовальный блок с высочайшей точностью воспроизводит заданную врачом конструкцию вкладки.

Как и в вопросе точности, система *CEREC-2* предлагает абсолютно новое качество – синхронную обработку керамики с помощью шлифовального круга и алмаза, имеющего форму цилиндра. Формирование окклюзионной поверхности осуществляется с помощью компьютера, который работает с использованием двух программ (стандартная программа конструирования в области боковых зубов и программа для коррекции окклюзионной поверхности). Эффективное время управления системой (она не требует специальных знаний компьютера) для создания вкладки типа *МОД* (медиальная/окклюзионная/дистальная поверхности зуба) составляет 5 мин.

С готовой вкладкой удобнее обращаться, если приклеить ее

полимеризующийся герметиком к пломбировочному инструменту со сферическим кончиком. Смежные поверхности вкладки в течение 5 с протравливают 5% гелем плавиковой кислоты. Для улучшения сцепления композиционного цемента с фарфором на поверхность вкладки наносят силановое связующее вещество (метакрилоксипропилтриметоксилан).

Для фиксации вкладки используют светоотверждаемые цементы с дополнительной химической полимеризацией. Для этого подготовленный цемент вносят в препарированную полость и вводят вкладку. Излишки цемента удаляют после отверждения материала, используя для этого алмазный инструмент с зернами не более 40 мкм. В заключение зуб закрывают фторсодержащим веществом.

В настоящее время в мире насчитывается около 20 автоматизированных систем моделирования и создания (фрезерования) зубных протезов (CAD/CAM). Среди них системы централизованного типа, работающие в режиме обрабатывающего центра, и автономные системы в пределах одной лаборатории.

В стратегии развития зуботехнической индустрии заслуживает внимания концепция CIM (Computer Integrated Manufacturing). Она предполагает объединение различных систем, которые представляют весь спектр оборудования и материалов, использующихся для проведения полного цикла технологических процессов по созданию современных высококачественных зубных протезов. Эта концепция реализуется с помощью объединения всех участников процесса в единое целое с помощью компьютерной сети.

Procera AllCeram (Швеция) – одна из первых систем стоматологического назначения централизованного типа. В реальном технологическом режиме функционирует с 1994 г. Ее аппаратное обеспечение состоит из обрабатывающего центра и большой сети периферийных рабочих станций сканирования и компьютерного моделирования, связанных с центром посредством современных средств телекоммуникаций. Обрабатывающий центр расположен в Швеции. Периферийные станции – в различных городах Швеции и других государств. Основным протетическим материалом для керамических протезов является химически чистый оксид алюминия.

Способ автоматизированного моделирования и создания протезов *Cynovad* (Канада) является североамериканским вариантом шведской методики *Procera*. Общий пользовательский алгоритм системы предусматривает сканирование гипсовых рабочих и окклюзионной моделей и компьютерное моделирование протеза на периферийных рабочих станциях. Создание протезов проводится в двух обрабатывающих центрах – североамериканском, расположенном в Монреале, и европейском, расположенном во французском городе Брон. Коммуникации между периферийными рабочими станциями и обрабатывающими центрами осуществляются посредством электронных средств связи (передача «цифровой» модели) и экспресс-почты (пересылка готовых изделий).

Отличие системы *Cynovad* от аналогичных систем централизованного типа, в частности методики *Procera*, заключается в использовании современных средств аппаратного обеспечения периферийных станций и широкого спектра протетических материалов.

В отличие от аналогичных систем централизованного типа *Cicero Dental Systems B. V* (Нидерланды) имеет ряд особенностей. Прежде всего, помимо обрабатывающего центра, в систему входит сеть лабораторий сканирования. Благодаря этому пользователь имеет возможность выбора: либо приобрести полный комплект периферийной рабочей станции, содержащий лазерный сканер и пакет программного обеспечения компьютерного моделирования протезов, либо ограничиться приобретением только программного обеспечения для собственного компьютера.

В первом случае пользователь самостоятельно сканирует гипсовые модели (рабочую и зубов-антагонистов), формирует компьютерную модель протеза, направляет ее по электронной или компьютерной почте на электронном носителе в обрабатывающий центр, получает готовое изделие в виде каркаса или протеза и выполняет их облицовку и окончательную отделку.

Во втором случае по почте или курьером гипсовая модель доставляется в ближайшую лабораторию сканирования, специалисты которой за короткое время квалифицированно производят сканирование и необходимую коррекцию «цифровой» копии гипсовой модели. Пользователь сможет получить ее по электронной почте через 1–2 ч после поступления гипсовой модели в лабораторию.

Важно отметить, что алгоритм программы компьютерного моделирования протезов предусматривает анализ параметров окклюзии. Визуализация данного этапа компьютерного моделирования на экране монитора осуществляется графическими средствами высокого разрешения.

В основе проекта *Cad. Esthetics* (Лихтенштейн, Швеция) заложено создание различных протезов из нового протетического материала на базе оксидциркониевой керамики. Возможно использование всех типов материалов, но предпочтение отдается оксидциркониевой керамике *DENZIR*.

Концепция использования методики *digiDENT* предусматривает работу в двух режимах: в рамках одной лаборатории, а также в обрабатывающем центре, выполняющем заявки других лабораторий. Форма заявки может быть различной: либо гипсовые модели с указанием материала и описанием протетической конструкции, либо «электронные» копии моделей, полученные в результате сканирования, и готовая «цифровая» модель протеза.

Новинкой модуля «цифрового моделирования» системы *digiDENT* является «виртуальный артикулятор», позволяющий моделировать окклюзионную поверхность будущего протеза с учетом динамических параметров движения нижней челюсти.

Методика *digiDENT* обеспечивает создание протезов и каркасов из стандартных заготовок 6 протетических материалов: золота, титана, пластмассы, стеклокерамики, алюмооксидной и оксидциркониевой керамики.

Для обработки стандартных заготовок из различных протетических материалов предусмотрено 8 видов фрезеро- и шлифовальных инструментов. Выбор инструментов, последовательность их использования, степень износа определяется управляющей программой (Рис.4.12).



Рис. 4.12. Комплекс аппаратуры *digiDENT* (слева – модуль сканирования *digiSCAN*, в центре – графический монитор модуля компьютерного моделирования, справа – обрабатывающий модуль *digiCUT*).

Основной целью методики *Precident* (Германия и Швейцария) является создание каркасов мостовидных протезов любой протяженности из всех

известных типов протетических материалов – керамики, металла, полимеров. Главные приоритеты – высокое качество каркасов, быстрое действие и отсутствие ограничений в выборе материалов и протяженности каркаса.

Система *President* содержит набор функциональных модулей: сканер *Preciscan*, программное обеспечение *Dentform* и обрабатывающий модуль *Precimill*. Общий пользовательский алгоритм системы предусматривает работу как в автономном режиме, в пределах одной лаборатории, так и в режиме обрабатывающего центра, выполняющего заказы других лабораторий.

CEREC in Lab (Германия) в отличие от ранних моделей обеспечивает получение каркасов мостовидных протезов протяженностью до трех звеньев из стандартных заготовок высокопрочной циркониевой керамики *Вита Ин-Керам* (Рис.4.13) без последующего обжига каркаса. Для облицовки каркаса предусмотрено использование специальных керамических масс *Витадур-Альфа* и *Витапан 3D-Мастер*.



Рис. 4.13. Готовый каркас мостовидного протеза из керамики *Вита Ин-Керам*.

Конструктивно новая модель выполнена по традиционной схеме, совмещающей сканирующий и обрабатывающий модули. Предусмотрена возможность эксплуатации модуля *CEREC inLab* в автономном режиме и в составе единой сети функциональных модулей этого семейства. При работе в автономном режиме управление процессом сканирования, моделирования и получения каркаса проводится при помощи обычного компьютера.

Методика *CELAY* (Швейцария) является самостоятельным направлением в создании керамических протезов, имеющих ряд принципиальных отличий. По своей сути это методика высокоточного станочного создания протезов, основанная на принципе механического копирования восковой модели. Рельеф поверхности восковой модели, регистрируемый контактным датчиком, параллельно, без каких-либо преобразований, воспроизводится исполнительным механизмом в стандартной заготовке из прочной керамики. Разумеется, что точное копирование возможно только при использовании прочной керамики, не требующей обжига изделия и коррекции объемной усадки в процессе обжига.

Такова основная концепция аппаратного обеспечения методики *CELAY*.

Она реализована в виде очень компактного прибора – обрабатывающего Модуля *CELAY plus* (см. Рис.4.14) для всех типов керамических протезов: вкладок и накладок, полукоронки, одиночных коронок для передних и боковых зубов, мостовидных протезов малой протяженности. В правой части расположен блок механической обработки заготовок, с соответствующей защитой и средствами удаления пыли в процессе шлифования. В левой части – устройство для контактного копирования (сканирования) восковой модели.



Рис. 4.14. Общий вид обрабатывающего модуля CELAY plus.

Для получения каркасов мостовидных протезов в боковых отделах зубных рядов предназначены стандартные заготовки из наиболее прочной керамики на основе оксида циркония – *Vita Celay Zirconia*. Для каркасов мостовидных протезов в переднем отделе зубного ряда и одиночных коронок боковых зубов предназначена стеклонасыщенная керамика – *Вита Ин-Керам Алюмина*. Для коронок передних зубов – более прозрачная масса *Вита Ин-Керам Шпинель*, для вкладок и полукоронок – керамика *Vita Celay Blanks*. Для облицовки каркасов мостовидных протезов и одиночных коронок используется керамическая масса *Витадур Альфа*.

Помимо традиционной схемы создания коронок боковых зубов (каркас-колпачок + облицовка) возможно также получение коронок с анатомической формой. Такая коронка вытачивается из стандартной керамической заготовки, минуя этап получения каркаса и исключая необходимость его облицовки.

Методика *Cercon smart ceramics* (Германия и Швейцария) имеет целью создание керамических мостовидных протезов протяженностью до 4 звеньев или длиной до 38 мм из «мягкой» керамики на основе оксида циркония с последующим обжигом. Метод является модифицированным коммерческим вариантом известной экспериментальной технологии *Direct Ceramic Maching (DCM)*.



Рис. 4.15. Устройство для сканирования и фрезерования Cercon brain.

После снятия оттисков и получения гипсовой модели челюсти зубной

техник традиционно готовит восковую модель. После этого она фиксируется восковыми профилями в специальном держателе, который закрепляется с левой стороны в специальном комбинированном устройстве для сканирования и фрезерования – *Cercon brain* (Рис.4.15). С правой стороны прибора устанавливается заготовка оксида циркония в предварительно спеченном состоянии (*Cercon base*). Эти заготовки выпускаются трех размеров – 12, 30, 38 мм. На заготовках нанесен код, который содержит информацию о параметре увеличения, а также другие важные для фрезерования параметры.

После того, как оба держателя установлены, *Cercon brain* запускается нажатием кнопки «старт». Процессы сканирования и фрезерования сначала грубой, а затем особо точной фрезой осуществляются автоматически с наружной и внутренней сторон. Весь процесс при получении одиночной коронки длится около 35 мин, 4-звеньевое мостовидного протеза – около 80 мин.

По завершении процесса фрезерования держатель удаляется из *Cercon brain*, каркас мостовидного протеза освобождается от удерживающих профилей.

После этого места подсоединения профилей сошлифовываются.

За сутки в печи для спекания коронок и каркасов *Cercon heat* (Рис.4.16) можно обрабатывать до 30 звеньев. Рекомендуется запускать процесс спекания вечером (процесс запускается нажатием кнопки) и проводить его ночью (время спекания составляет около 6 ч).



Рис. 4.16. Печь для спекания *Cercon heat*.

Особенностью системы *Cercon* является то, что во время сканирования, увеличения, фрезерования и спекания усадка заготовок оксида циркония осуществляется равномерно, линейно во всех трех направлениях. Это является необходимой предпосылкой для получения точных каркасов.

Особо прочный каркас из оксида циркония облицовывается специально

разработанной облицовочной керамикой *Cercon ceram*. Оксид циркония имеет коэффициент термического расширения $10,6-10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Масса *Cercon ceram* согласована с данным КТР. Целенаправленная вариация эффектов опалесценции и флуоресценции дает возможность с помощью *Cercon ceram* имитировать естественные зубы.

Имея широкий ассортимент (более 100) различных масс, *Cercon ceram* отвечает всем эстетическим требованиям. Помимо основного набора имеются специальные комплекты масс светодинамики, хромаденинов, модификаторов, плечевых, десневых, осветляющих масс. Чрезвычайно гладкая поверхность керамики *Cercon ceram* способствует щадящему и атравматичному прилеганию к десне. Высокая прочность соединения между каркасом из оксида циркония и облицовочной керамикой *Cercon ceram* была доказана в тестах *in vitro*.

Методика *Lava* (США) предназначена для создания различных керамических протезов из стандартных заготовок «мягкой» керамики на основе оксида Циркония, стабилизированного иттрием, методом механической обработки с последующим обжигом.

Кроме аппаратного и программного обеспечения технологии имеется традиционный набор средств для формирования «цифровой» модели реставрации и обработки «мягкой» керамики: оптический трехмерный сканер, компьютер со специальной программой моделирования протезов, установка для механической обработки стандартных заготовок, печь для обжига.

Использование материала в «мягком» состоянии имеет следующие преимущества:

- небольшие затраты времени на механическую обработку (коронки – 35 мин, мостовидные протезы – 90 мин);
- возможность использования менее дорогостоящих шлифовальных инструментов;
- простота заключительной ручной обработки протезов, например удаление остатков переходных штифтов.

Методика *KaVo Everest* (Германия) предназначена для получения вкладок, накладок и полукоронок из стеклонасыщенной керамики, а также каркасов мостовидных протезов из упрочненной керамики и титана.

Создание указанных протезов осуществляется в процессе механической обработки стандартных блоков из керамических материалов. Конкретные названия и характеристики керамических материалов неизвестны. Так же как неизвестны быстродействие системы и протяженность (количество звеньев) получаемых каркасов.

Известно лишь, что структура керамических материалов, входящих в систему, обеспечивает быструю и эффективную механическую обработку стандартных блоков в «мягком» состоянии, без усадки при обжиге. Использование безусадочной керамики исключает необходимость допусков на объемную усадку.

Система *Everest* содержит следующие функциональные модули: сканирующий (*Everestscan*), обрабатывающий (*Everest engine*) и печь (*Everest therm*) для обжига изделий из керамики.

Оптический сканер *Everest scan* с помощью специального проектора и камеры воспроизводит трехмерное цифровое изображение модели в течение 2 мин с точностью до 20 мкм. Он позволяет сканировать форму окклюзионной поверхности с восковой модели. Благодаря колебательным и вращательным движениям объекта во время сканирования обеспечивается высокая точность воспроизведения даже труднодоступных областей модели.

Программное обеспечение системы дает возможность формирования цифровой модели изделий, визуализации процесса «программного» моделирования на мониторе и «ручной» коррекции цифровой модели. Предусмотрена отдельная опция «программного» моделирования и контроля

сложных частей каркасов (краев коронок и мест соединений коронок с каркасом). Формирование цифровой модели изделия и управляющей программы его создания проводится с учетом индивидуальных параметров протетического материала.

Обрабатывающий модуль *Everest engine* производит механическую обработку заготовки одновременно в пяти направлениях, что гарантирует высокое качество изделий любой геометрии и исключает необходимость любых дополнительных операций. Управление процессом механической обработки и получения протеза осуществляется управляющей программой на основе «цифровой» модели изделия. Кроме того, обрабатывающий модуль имеет собственную программу управления и контроля состояния основных агрегатов, в первую очередь – шлифовальных инструментов. Для каждого материала предусмотрен свой набор обрабатывающих инструментов. Их смена для работы с новым материалом или в случае износа происходит автоматически, за очень короткий промежуток времени. Управляющая программа обеспечивает также быструю автоматическую калибровку и настройку системы на получение различных типов протезов: вкладок, накладок, полукоронок, коронок и мостовидных протезов из различных материалов.

Методика протезов *WOL-CERAM* (Германия) предполагает использование алюмооксидной керамики в жидкой фазе, в виде суспензии. Аппаратурное обеспечение технологии включает системный блок для цельнокерамических заготовок из «жидкой» керамики на основе оксида алюминия и печь для ее обжига. Системный блок выполнен в настольном варианте. Содержит управляющий компьютер, модуль автоматизированного нанесения керамической массы, модуль сканирования и механической обработки цельнокерамической заготовки. Все 3 модуля объединяет автоматический транспортер, обеспечивающий перемещение гипсового фрагмента модели в процессе получения заготовки керамического протеза.

Технология *WOL-CERAM* позволяет создавать каркасы одиночных коронок и мостовидных протезов, а также различные конструкции штифтов и имплантатов.

4.7. КОМБИНАЦИЯ ФАРФОРА С МЕТАЛЛАМИ (МЕТАЛЛОКЕРАМИКА)

Восьмидесятые годы XX столетия характеризуются достижениями в технологии стоматологического фарфора, который является основой многофункциональных восстановительных материалов керамической природы.

- ◆ **Металлокерамика** – технологическое объединение двух материалов – металлического сплава и стоматологического фарфора, или ситалла, – в котором первый служит каркасом, основой, а фарфор, или ситалл, – облицовкой.

Достоинства таких протезов очевидны, так как они сочетают преимущества цельнолитых протезов перед штампованно-паяными (точность, прочность, отсутствие припоя и др.), а также высокие эстетические и оптимальные токсикологические свойства фарфора.

Эстетические свойства комбинированного протеза определяются качеством керамической облицовки.

- ◆ Облицовка – покрытие поверхности изделия природным или искусственным материалом, отличающимся эксплуатационными (защитными) и декоративными качествами.

В стоматологии облицовка протезов выполняет несколько целей: маскирование и изоляцию каркаса зубного протеза и, самое главное, имитирование твердых тканей естественных зубов.

Материалы для облицовки. Долговечность сохранения эстетических свойств протеза зависит от надежности соединения облицовки с металлическим каркасом и способности материала облицовки сохранять первоначальный цвет и основные физико-химические свойства при функционировании в условиях полости рта. Исходя из этих определяющих положений можно перечислить следующие **основные требования к материалам для облицовки:**

- отсутствие токсичности;
- наличие комплекса физико-механических показателей (прочность при изгибе, сжатию, ударе; стойкость к стиранию и др.);
- способность к окрашиванию в цвета, имитирующие окраску твердых тканей зуба;
- прочность адгезионного соединения с металлом каркаса протеза;
- способность сохранять адгезионное соединение при высокой влажности, температурных колебаниях и жевательных нагрузках;
- обеспечение оптимальных эстетических свойств конструкции;
- коэффициенты термического расширения металла и облицовочного материала должны быть близки друг к другу;
- простота приготовления, нанесения и обжига;
- наличие большого рабочего интервала использования (возможность использовать массу через несколько часов после ее приготовления).

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

Практически создание фарфоровой массы для металлокерамики включало разработку не менее трех масс (грунтовой, дентинной и эмалевой), каждая из которых имела свои особенности в составе и технологии. Состав керамических масс *IPS-Классик* представлен в таблице 47.

Технология обжига фарфоровой массы для металлокерамики аналогична технологии получения индивидуальных фарфоровых коронок, приведенной выше.

Температура обжига распространенных фарфоровых масс для металлокерамики не превышает 980°C. Она значительно ниже точки плавления применяемых сплавов (1100–1300°C).

Фарфоровое покрытие выполняется многослойным и состоит из:

- непрозрачной грунтовой массы (толщиной 0,2–0,3 мм), маскирующей металлический каркас и обеспечивающей прочную связь фарфора с поверхностью сплава (для повышения прочности сцепления и замутнения в грунтовую массу вводят ряд добавок). Эта масса обладает флуоресцирующим эффектом (см. ниже) и может быть стандартно или интенсивно окрашена;
- полупрозрачного дентинного слоя (толщиной 0,65–0,8 мм);
- прозрачного слоя, имитирующего режущий край зуба.

♦ **Флуоресценция** – один из видов люминесценции – явление свечения некоторых веществ при попадании на них УФ лучей (300–400нм). При этом тела испускают лучи другого цвета.

В современные керамические материалы, кроме того, включаются так называемые краевые или плечевые массы для формирования края коронки.

Все многообразие стоматологических фарфоровых масс можно классифицировать по самым разным признакам.

1. По назначению:

- только для облицовки металлических каркасов протезов [например, масса *IPS-Классик* (Лихтенштейн); массы *Вита* (Германия), *Херацерам* (Германия) и др.];
- только для цельнокерамических (безметалловых) несъемных протезов (например, массы *Витадур*, *Витадур N*, *NBK-1000*, *ОРС* и его последующая модификация *Оптек*; *Хай-Керам* и его последующая модификация *Ин-Керам* на основе оксида алюминия);
- для облицовки металлических и цельнокерамических каркасов несъемных протезов (например, масса *Дуцерам*, Германия).

2. По комплектации:

- в виде порошка, расфасованного в емкости (бутылочки, банки) и требующего последующего замешивания с жидкостью, т.е. в форме «полуфабриката»;
- готовыми к применению – в виде пасты, расфасованной в специальные шприпы-контейнеры.

3. По оптическим и прочностным физико-механическим показателям:

- различные виды керамических коронок (алюмофарфоры, литые керамические) обладают лучшими, чем металлокерамические, эстетическими свойствами, но требуют более радикальной подготовки;
- сравнение прочности цельнокерамических коронок, сделанных из алюмооксидного фарфора, керамического материала *Церестор* и литых коронок из материала *Дикор*, выявило следующее. Разрушение коронок из алюмооксидного фарфора и керамического материала *Дикор*, а также начало образования трещин в коронках из *Церестора* происходят приблизительно при одинаковых нагрузках. На основании этого можно сделать вывод об отсутствии преимуществ цельнокерамических коронок из *Церестора* и литых коронок из *Дикора* перед обычными алюмооксидными коронками;
- исследованиями прочности при изгибе различных фарфоровых масс установлено, что этот показатель для фарфоровых масс различен (см. табл. 48):
 - для обычных грунтовых фарфоров – 110 МПа,
 - для алюмооксидных фарфоров (*NBK-1000*, *Витадур* – 116 МПа,
 - для высокоглиноземистых фарфоров (*Вита Хай-Керам* и *Церестор*) – 150 МПа,
 - для стеклокерамического литьевого материала *Дикор* – 240 МПа;
- средний размер пор у стеклокерамического материала *Дикор* составляет 1 мкм, у остальных названных выше материалов – 10 мкм. При этом их количество на 1 мм² площади различно: от 36 – для обычных грунтовых фарфоров и до 4367 – для *Церестора*.

4. По технологии:

- нанесения слоев облицовки: трехслойная методика, двуслойная, однослойная из нейтрального цвета с последующим раскрашиванием. Так, известные наборы керамических масс *Вита-VMK*, *Биодент* и др. основаны на технике послойного нанесения керамики (см. Рис.4.17). В США был предложен метод (Nraeder M., Abert Ch., 1988) раскрашивания поверхности коронки, которая, в отличие от метода послойного нанесения, полностью получена из керамики нейтрального цвета.

Окончательный цвет придают с помощью раскрашивания поверхности коронки. При этом способ получения металлического каркаса аналогичен методике, применяемой при создании металлокерамических протезов, но нанесение керамической массы имеет свои особенности;

- обжига: стандартные высокотемпературные, например *IPS-Классик*, или

низкотемпературные – масса Дуцерам LFC.

5. По **цветовой шкале**: Хромаскоп, Вита-Люмин-Вакуум, Биодент, Кераскоп.

Связь между металлом (сплавом) и фарфором может быть механической и 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.

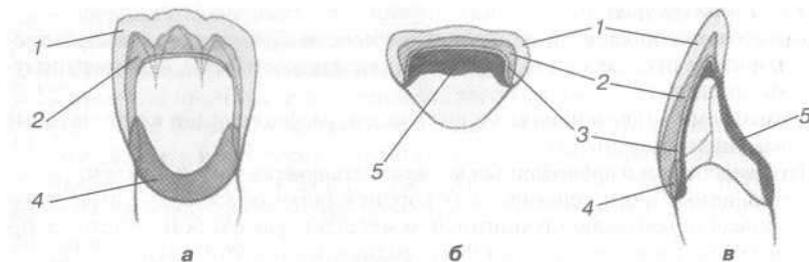


Рис.4.17. Схема расположения слоев керамических масс:

1 - эмалевый слой;

2 - дентинный слой;

3 - грунтовый слой;

4 - плечевая масса на металлическом каркасе (5)

искусственной коронки;

а - вестибулярная поверхность;

б - режущий край;

в - боковая поверхность.

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.

Хорошо известна роль оксидной пленки, обуславливающей химическую связь между металлом и фарфором, однако для некоторых никелехромовых сплавов наличие оксидной пленки может иметь отрицательное значение, поскольку при высокой температуре обжига окислы никеля и хрома растворяются в фарфоре.

Для того чтобы образовалась прочная связь между металлом и фарфором на поверхности их раздела, необходимо прочное химическое соединение металла и оксидной пленки. В последнее время находит распространение мнение о том, что прочность сцепления фарфора с поверхностью благородных сплавов достигается в основном за счет механических факторов.

К *механическим* способам обработки относится обработка поверхности в специальном пескоструйном аппарате. При этом частицы абразива (см. раздел 11.1) эффективно удаляют загрязнения и поверхность приобретает шероховатость (Рис.4.18). Следует помнить, что неосторожное пескоструйное удаление оксидной пленки с внутренних поверхностей коронок, особенно при давлении воздуха в струйном аппарате более 40 МПа и использовании грубого песка с диаметром частиц свыше 250 мкм (см. табл. 98), является одной из причин перегрева металла. Это приводит в дальнейшем к сколу керамического покрытия. Кроме того, тонкостенные изделия в конструкции могут деформироваться под воздействием ударов частиц абразива.

После пескоструйной обработки каркас необходимо очистить в дистиллированной воде. Можно использовать также очистку в ультразвуковой ванне.

Химическая обработка изделия, предназначенного к покрытию фарфором, осуществляется в растворе щелочей или кислот, концентрации которых зависят от свойств металла (сплава). Для этого применяют обезжиривающие, травящие и комбинированные растворы. В процессе химической обработки необходимо удалить оксидную пленку, которая препятствует соединению с фарфоровой массой. При этом используются концентрированные растворы неорганических кислот – серной, азотной, соляной.

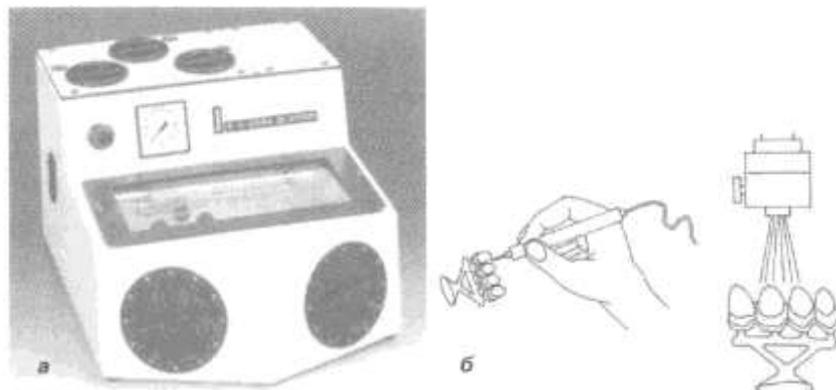


Рис. 4.18. Пескоструйная установка (а) и схема (б) пескоструйной обработки литого каркаса несъемного протеза оксидом алюминия разной степени зернистости.

Например, рекомендуется применять специальное средство на основе этилацетата – *Претыл* (Германия), после помещения в раствор которого каркас высушивается на воздухе.

Покрытие каркаса фарфоровой массой проводят в определенной технологической последовательности (см. табл. 57).

Обжиг слоев фарфоровой массы, наносимой на металл, может проводиться в разных печах – с горизонтальным или вертикальным муфелем (см. Рис.4.2, табл. 55, 56) – в строгом соответствии с рекомендациями производителя масс.

Необходимость поддержания постоянства температурного режима печи в процессе обжига керамических масс учтена, например, в конструкции печи *Вита Вакумат* (Германия), которая кроме панели дистанционного управления снабжена программой автоматического контроля температурного режима через каждые 100 часов эксплуатации.

Однако следует помнить, что для вакуумной печи существенным оценочным параметром (критерием) является показатель скорости подъема температуры рабочей камеры.

Прочностные показатели металлокерамических конструкций условно можно определить, как суммарный критерий физико-механических параметров используемых сплавов, прочности керамического покрытия и механического соединения сплава и массы.

Немаловажную роль в надежном соединении фарфора со сплавом играет *дисперсность керамических масс*. Поэтому подбор правильного соотношения мелкой (1–5 мкм) и крупной (30–40 мкм) фракций позволяет значительно увеличить сцепление керамики с металлом.

Прочность соединения металла с керамикой зависит и от структуры керамики, состоящей из двух фаз: аморфной, представляющей собой стекло, и кристаллической, состоящей в основном из лейцита. Эти фазы при высоких температурах расширяются по-разному. Коэффициент термического расширения стекла равен $9 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, а лейцита – $20 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (Соатов И., 1987). Меняя соотношение стекла и лейцита, можно получить необходимый коэффициент термического расширения керамики.

Коэффициент термического расширения (КТР) керамических масс всегда

немного ниже такового сплавов металлов. В результате этого облицовка испытывает легкое напряжение сжатия.

КТР имеющихся на рынке металлических сплавов в зависимости от их состава (см. табл. 42) равняется $14\text{--}16 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ при температуре $100\text{--}600 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Так, например, КТР стоматологического фарфора ЕХ-3 *Норитаки* (Япония), применяемого для облицовки керамических (из материала *Скринин ЕХ-3*) и металлических каркасов несъемных зубных протезов из любых благородных и неблагородных сплавов с КТР от $13,3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ до $14,3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ составляет $12 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (в интервале от 25 до $450 \text{ } ^\circ\text{C}$) и по этому показателю считается самым стабильным из всех существующих материалов для металлокерамики, так как его КТР фактически не изменяется при многократных обжигах (Дьяконенко Е.Е., 2001).

Этим свойством материал отличается от некоторых фарфоров (например, *Вита VMK, Вита Омега*), КТР которых резко возрастает с кратностью обжига. Поэтому благодаря постоянству КТР фарфора *ЕХ-3 Норитаки* на керамической облицовке практически не возникают трещины.

Различия коэффициентов термического расширения керамики и металла влекут за собой появление дефектов на протезе.

По внешнему виду дефектов можно определить причину их образования:

- если КТР сплава больше, чем у керамики, то при охлаждении последняя подвергается воздействию сжимающих напряжений, что может вызвать ее сколы;
- если КТР сплава меньше, чем у керамики, то возникающие при охлаждении растягивающие напряжения могут привести к растрескиванию последней.

Таким образом, несоблюдение технологии производства, изменение в конечном счете различных показателей всех вышеперечисленных составляющих приводят к нарушению монолитности и целостности металлокерамической конструкции – сколу покрытия.

Причин откалывания керамических покрытий несколько:

- неправильная моделировка каркаса;
- неправильная струйная обработка металлической поверхности каркаса;
- слишком гладкая поверхность каркаса из неблагородных сплавов;
- загрязнение каркаса;
- ошибки при нанесении грунтового слоя покрытия;
- ошибки при обжиге и охлаждении покрытия;
- чрезмерное число обжигов с целью корригирования формы и цвета;
- неустраненные блокирующие окклюзионные контакты;
- возникновение внутренних напряжений в каркасе протеза при его наложении, обусловленное ошибками подготовки опорных зубов и припасовки каркаса.

В случае скола керамической облицовки последняя подлежит реставрации непосредственно в полости рта. Для этого место скола должно быть тщательно высушено, а обнаженная металлическая поверхность подлежит обработке карборундовой головкой, что придает ей шероховатость (Рис.4.19а). На поверхностях керамического слоя, прилегающих к дефекту, делается скос приблизительно на глубину 2 мм (Рис.4.19б) с применением водяного охлаждения. Область дефекта вновь высушивается и без давления, при скорости $6000\text{--}10\cdot000$ об./мин обрабатывается шлифовальным инструментом (Рис.4.19в). Затем дефект насухо очищается с помощью специальной кисточки с коротким ворсом (Рис.4.19г). Чистой кисточкой, тонким слоем, на металлическую и керамическую поверхности дефекта наносится жидкость для силанизация, которая высушивается на воздухе без использования струи пистолета (Рис.4.19д); металлическая поверхность покрывается непрозрачным грунтом из шприца (пропорция жидкости и порошка

составляет 1,5:1,0) и обрабатывается светом галогеновой лампы в течение 40 с (Рис.4.19е). Другой тип непрозрачного грунта накладывается на скосы керамического слоя и полимеризуется в течение 20 с (Рис.4.19ж). Появившийся на поверхности грунта клейкий слой нельзя удалять или загрязнять, так как он важен для соединения с реставрационным компомером.

Затем подбирается композиционный материал необходимой расцветки, например *Арабеск Топ* из системы *Цимара* (Германия), и послойно накладывается в дефект (Рис.4.19з). Каждый слой полимеризуется с помощью галогеновой лампы в течение 40 с. Шлифование проводится полимерным диском с тонким алмазным покрытием. Полирование осуществляют силиконовыми полирами с помощью полировочной пасты для компомеров.

Эта же реставрационная система может применяться и для восстановления полимерной облицовки.

В клинике для облицовки цельнолитых металлических каркасов несъемных зубных протезов используются керамические массы отечественного и импортного производства.

Отечественная масса *КС* предназначена для облицовки металлических каркасов несъемных зубных протезов из кобальтохромового сплава. Она представляет собой тонкоизмельченные порошки. Изделия из этой массы не оказывают раздражающего действия на ткани слизистой оболочки полости рта. Выпускается в наборе из 11 цветов грунтовых и дентинных масс и двух прозрачных масс. Режим обжига отечественной фарфоровой массы *МК* приведен в таблице 50.

В настоящее время среди разработок керамических масс, поставляемых на российский рынок, следует отметить массу *Херацерам* (Германия), которая совместима со всеми сплавами неблагородных и благородных металлов (в том числе содержащих серебро), имеющими КТР $13,5-14,9 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ в диапазоне температур 25–600°С.

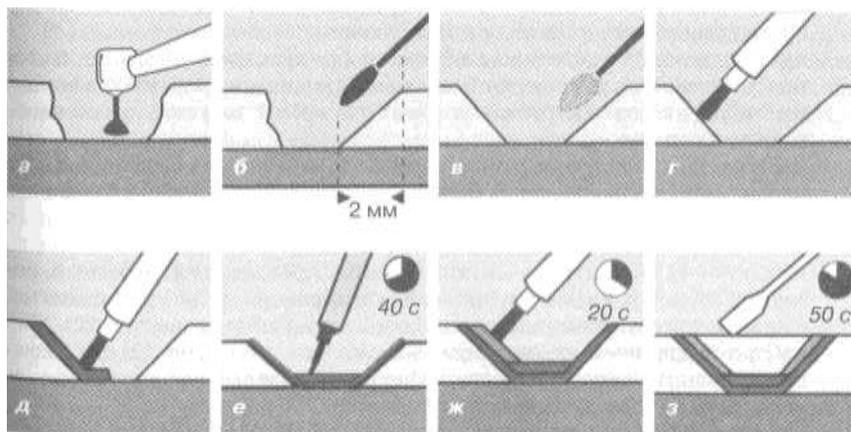


Рис. 4.19. Схема реставрации облицовки несъемного протеза (а-з). Пояснения в тексте.

Особыми признаками облицовочной керамики *Херацерам* являются:

- максимальный обжиг, который происходит при температуре 880°С и благодаря большой разнице в температурах плавления сплава и керамики риск деформации каркаса уменьшается;
- облицовочное предназначение – используется со всеми сплавами, согласно таблице (классификации WAK);
- наличие грунта, который привносит определенную расцветку, поддерживая тем самым стабильность цвета при тончайших слоях материалов, и обладает эффектом флуоресценции. Последнее относится ко всем массам *Херацерам*;
- высокая прочность грунтового слоя при минимальном слое (бывает

- достаточно одного обжига грунта);
- минимальная усадка при обжиге приводит к стабильности формы, и сокращается минимальное время обжигов;
 - имеется большой выигрыш во времени за счет сокращения периода охлаждения;
 - процесс моделирования облегчен благодаря высокой прочности, объем моделируемого зуба соответствует объему оригинала зуба, а органическая пигментация способствует хорошему контролю при покрытии слоями;
 - плотная поверхность легко полируется до зеркального блеска, приближается к износоустойчивости натуральной эмали, обладает щадящим абразивным воздействием по отношению к зубам-антагонистам;
 - имеется возможность ручного полирования, что позволяет получить зеркальный блеск керамической поверхности;
 - имеется идеальное соответствие между грунтом и дентинной массой, что обеспечивает естественную цветопередачу, имитирующую цвет натуральных зубов;
 - использование керамической массы *Херацерам* экономит рабочее время зубного техника.

Комплект этой керамической массы (см. табл. 51) представлен:

- набором порошкообразных грунтовых масс 16 цветов (A1, A2, A3, A3/5, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4), дополненных 6 интенсивными красителями и специальной жидкостью;
- набором готовых к использованию пастообразных грунтовых масс 16 цветов, дополненных специальной жидкостью и 6 интенсивными красителями (модификаторами грунта), которые позволяют получить любой необходимый оттенок;
- набором из 16 цветов дентинной массы, 4 масс режущего края, а также прозрачной, десневой, корректирующей и глазурной масс с жидкостями (моделировочной, изолирующей и для красителей);
- набором из 7 цветов плечевых масс и специальной жидкости;
- набором из 15 красителей дентина (белый, серый, черный, небесный, розовый, слоновая кость, пшеничный, карамельный и др.) с жидкостью, 6 красителей грунтовых масс с жидкостью, а также эмалевая масса;
- набором керамических масс *Херацерам Матрикс* (см. табл. 52) для создания дополнительного цветового эффекта представлен:

а) ОСНОВНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ:

- 5 мамелон-дентиновыми массами (MD1, MD2, MD3, MD4) и 3 вторичными дентин-массами (SD1, SD2, SD3), в которых за счет баланса цветности и флуоресценции реализовано естественное свечение мамелоновых структур. Кроме того, эти массы во взаимодействии с дентином нужного цвета повышают насыщенность цвета в пришеечной области облицовки;
- 4 объемными массами (VL1, VL2, VL3, VL4), которые за счет высокой флуоресценции контролируют яркость в соотношении с цветностью отдельных цветов (A1; A2; A3) при трехслойном нанесении облицовки. Эти массы наносятся на дентинный слой с утолщением у режущего края с последующим плавным переходом непосредственно к пришеечной зоне облицовки, что нивелирует яркость слоя в правильном соотношении с основным цветом. Последующее нанесение кисточкой мамелоновых масс на объемные массы создает типичный для мамелона контур. Возникает впечатление игры светлых и более сильно окрашенных участков, а сам контур мамелона при этом подчеркивается флуоресцирующей объемной массой;
- 4 массами режущего края (опаловые массы) (OS1, OS2, OS3, OS4), обеспечивающими восстановление анатомической формы облицовки. При

необходимости кромка режущего края может быть выделена нанесением слоев прозрачных опаловых масс (см. ниже);

б) дополнительными компонентами – модификаторами масс режущего края (ОТ 1–ОТ 10) для придания облицовке индивидуальных особенностей цветовой гаммы эмали естественных зубов пациента.

Обжиг этой керамической массы, проводимый при температуре 880°C (см. табл. 54) в специально разработанной печи **Херамат-Ц**, не приводит к существенной ее усадке, что обеспечивает пространственную стабильность облицовочного материала. Кроме того, сочетание грунтового, дентинного и эмалевого слоев позволяет воспроизвести цвет, который не зависит от толщины облицовки. При этом грунтовый слой даже при минимальной толщине в 100 мкм, как указывают производители, обладает хорошими хромофорными свойствами, полностью исключая необходимость использования грунтовых дентинов, т.е. является фактически грунтово-дентинным слоем. Подготовку металлического каркаса и послойное нанесение массы проводят известным способом с помощью специальных кисточек.

Резюмируя отмеченное выше, следует подчеркнуть, что при использовании массы *Херацерам* можно провести последовательно очень короткие по времени (см. табл. 53) циклы обжига, поскольку конструктивные особенности малогабаритной печи *Херамат-Ц* (30x33x58 см), имеющей 100 программ (30 стандартных и 70 видоизменяемых пользователем в зависимости от сплава металла), позволяют провести короткую предварительную сушку и осуществить быстрое включение на цикл при температуре 600°C. Как уже указывалось нами ранее, очень важной характеристикой печи для обжига керамических масс является регулируемая в широком диапазоне скорость нагрева. Данная печь имеет диапазон скорости от 10 до 100°C/мин.

Точный состав компонентов, входящих в состав масс IPS-Классик (см. табл. 47), позволяет регулировать основные свойства керамических масс, таких как КТР, рост кристаллов и др. Это дает возможность смешивания всех керамических материалов фирмы «Ивоклар».

Основной ассортимент IPS-Классик представлен следующими компонентами:

- порошок непрозрачной (грунтовой) массы для заполнения пустотелого каркаса промежуточной части мостовидного протеза, полученного с использованием стандартных восковых заготовок (см. раздел 8.3);
- 20 паст различных оттенков (см. табл. 58 и 59) непрозрачной (грунтовой) и дентинной масс, которые могут наноситься тонким слоем;
- набор (5 цветов) пастообразной, интенсивно окрашенной, непрозрачной (грунтовой) массы, которая наносится (при необходимости) перед вторым обжигом грунтовой массы;
- набор (9 цветов) пастообразной, интенсивно окрашенной дентинной массы, которая наносится перед вторым обжигом дентинной массы;
- набор прозрачных масс (4 цвета) для достижения эффекта стекловидности, а также создания режущего края (5 цветов), что делает возможным имитацию естественной эмали зубов. При различном освещении цвет естественной зубной эмали может быть различных оттенков – от голубовато-белого до желто-оранжевого. Эта игра цвета в режущей зоне может быть воспроизведена при использовании масс режущего края;
- пастообразная глазурная масса – для придания облицовке естественного блеска;
- средства для изоляции гипса от керамической массы (жидкость *Модельсепаратор*, высыхающая в течение 2 мин после нанесения) и для разделения слоев керамической массы (жидкость *Керамиксепаратор*);
- три жидкости для моделирования: N – для нанесения небольшого

количества керамической массы кисточкой, L – медленно высыхающая жидкость, S – для нанесения массы шпателем с последующей конденсацией и высушиванием, т.е. для быстрого моделирования.

Несомненным достоинством является и то, что в дополнение к основному набору выпускаются:

- массы *IPS-Классик* 6 наиболее распространенных цветов, которые чаще других используются в клинике;
- набор индивидуальных масс (*IPS-Импульс*), который облегчает внесение эффектов естественности в восприятие протеза. Достоинством такого набора является также естественный цветовой вид благодаря опаловому эффекту 5 мамелоновых масс, 2 масс для резцов и режущего края. Этот набор также выпускается в отдельных упаковках;

♦ **Мамелон** (фр. *mamelon* – сосок, бугорок, холм) – один из трех бугорков, иногда имеющих на режущем крае резцов.

- при необходимости использования в арсенале зубной техника имеются специальные дентинные массы, основной набор которых состоит из 14 цветов, с их помощью даже при самых трудных условиях достигается хороший эстетический эффект;
- массы для края коронки («плечевые массы») поставляются в наборе из 14 основных цветов. Достоинством этого набора масс является наличие:
 - специальной расцветки, которая используется и в кабинете, и в зуботехнической лаборатории для непосредственного определения цвета. Поэтому наличие у зубной техника расцветки позволяет проводить индивидуальное послойное нанесение масс, контролировать результаты обжигов, осуществлять различные способы послойного нанесения материала, сравнивать цветовые оттенки;
 - изолирующего карандаша с моделировочной жидкостью, который обеспечивает простое снятие каркаса с рабочей модели после моделирования края коронки. Плечевая масса упрочняет периметр шейки искусственной коронки и применяется после обжига непрозрачного (грунтового) слоя;
- набора пастообразных дентинных красок (*IPS-Шэйдз*) – 15 цветов в шприцах;
- красок для керамических материалов (*IPS-Стэйнс-Р*) в виде пасты для непосредственного нанесения на керамическую поверхность. Кроме того, их можно добавлять в керамические массы. Поставляются 9 цветов (от белого до черного).

Таким образом, использование керамических масс *IPS-Классик* обеспечивает:

- простое и экономичное применение пастообразных масс;
- естественный вид облицовки благодаря опаловому эффекту и светопрозрачности различных масс;
- быструю по времени коррекцию цвета с помощью пастообразных дентинных красок;
- создание оптических эффектов с использованием пастообразных масс режущего края;
- минимальную усадку масс при обжиге;
- естественную флуоресценцию;
- возможность использования с большинством благородных и неблагородных сплавов металлов (см. табл. 31). Массы типа *IPS-Классик* при обычном обжиге (без процесса длительного охлаждения) годятся для сплавов, КТР которых составляет $14-15 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;
- совместимость с другими керамическими массами фирмы-производителя;

– совпадение цвета с расцветкой *Хромаскоп*.

◆ **Хромаскоп** – универсальная расцветка (см. табл. 60). Она состоит из 20 цветов, которые подразделяются на 5 наглядных съемных цветовых наборов («белый», «желтый», «светло-коричневый», «серый», «темно-коричневый»). По окончании определения основного оттенка дальнейшие операции определения цвета осуществляются лишь в рамках соответствующего набора.

Главное преимущество расцветки *Хромаскоп* (см. Рис.4.20) заключается в широком диапазоне ее применения:

- при протезировании с использованием керамических материалов *IPS-Классик* и *IPS-Эмпресс*;
- при протезировании съемными протезами с использованием пластмассовых зубов *SR-Антарис* (передних) и *SR-Постарис* (боковых);
- при протезировании несъемными протезами с полимерной облицовкой материалами *SR-Хромазит*, *SR-Спектразит*;
- при пломбировании зубов материалами типа *Гелиомоляр*, *Гелиопрогресс*, *Тетрик*.

В последние годы в Лихтенштейне начат выпуск двух наборов (6 и 10 цветов) для облицовки металлокерамических протезов *IPS ди Сайн** и *IPS ди Сайн Бэйзик-Кит*.



Рис. 4.20. Подбор цвета облицовки и искусственных зубов с помощью стандартной расцветки *Хромаскоп*.

IPS ди Сайн – фтористо-апатитовая стеклокерамика для облицовки, была получена на основе фтороапатита. При нанесении ее на керамический каркас и последующем обжиге происходит образование кристаллов апатита, аналогичных тем, из которых состоят твердые ткани естественных зубов. Керамика на основе фтороапатита по структуре больше похожа на естественные зубы, чем на полевошпатную керамику, используемую для получения металлокерамических протезов.

Основу этого материала составляют химически синтезированные кристаллы

* Оригинальное название: d.Sign — ди Сайн. — Примеч. ред.

апатита, которые максимально соответствуют химическому составу зубов. Его кристаллическая структура обуславливает естественный характер отражения света и натуральную белизну облицовочного керамического слоя, что гарантирует достижение высокого эстетического эффекта протезов. Кроме того, в состав системы *IPS ди Сайн* входит специально разработанная система красителей и вспомогательных керамических масс, которая значительно облегчает получение необходимого оттенка цвета протеза (Рис.4.21).



Рис. 4.21. Набор керамических масс *IPS ди Сайн*.

Керамические массы *IPS ди Сайн* состоят из следующих основных компонентов:

- 50–65% по весу SiO_2 , также содержатся: Al_2O_3 , K_2O , Na_2O , CaO , P_2O_5 , Li_2O , ZrO_2 , F и пигменты;
- пастообразный грунт, масса для пятен и глазуровочные массы, содержащие дополнительные 25–40% по весу гликоля;
- жидкость для грунта, составными компонентами которой являются полимер, бутилен-гликоль и глицерин;
- моделировочная жидкость, составными компонентами которой являются вода, бутилен-гликоль и присадка;
- жидкость для глазури и красителей, содержащая бутилен-гликоль;
- плечевая жидкость, составными компонентами которой являются вода, производное целлюлозы;
- плечевая изолирующая жидкость, основным ингредиентом которой

- являются воск, растворенный в гексане;
- сепаратор, составными частями которого являются этилацетат, нитроцеллюлоза, растворитель;
 - изоляционный штифт для керамики, содержащий парафиновое масло.
- Керамические массы *IPS* ди *Сайн* выпускаются в следующем наборе:
- грунт – поставляется 10 наиболее распространенных цветов по расцветке Хромаскоп. Хорошо сохраняет форму и обладает высокой покрывающей способностью даже при нанесении тонким слоем;
 - дентин – фторapatит является также составной частью дентина, как и естественного зуба, и обеспечивает такие оптические свойства, как прозрачность, светлая тональность, отражение и рассеивание света;
 - плечевая масса – предназначена для создания края коронки. Выпускается 15 цветов;
 - массы режущего края – служат для получения так называемого гало-эффекта, вызываемого у естественного зуба за счет преломления света на режущем крае. Выпускаются 3 различных цветов;
 - прозрачные массы – выпускаются 4 цветовых оттенков;
 - глубокий дентин – позволяет даже при нанесении тонким слоем придавать протезу оттенок, идентичный естественному зубу. При дефиците толщины слоя облицовки может обеспечить необходимую насыщенность цвета;
 - нёбный дентин – разработан специально для применения на нёбной поверхности зубов. Его наносят при дефиците места и покрывают только массой режущего края;
 - эффект-масса – для выделения определенных участков зуба. Эта дентинная масса имеет высокую степень замутненности и цветовой насыщенности. Выпускается 5 основных оттенков, обладает естественным опаловым оттенком с одновременно высокой прозрачностью. Осветление возрастает от массы Эффект-2 до массы Эффект-4. Фиолетовый Эффект затемняет режущий край;
 - вставочная масса – применяется на режущем крае для цветовой характеристики. Наносится слоями между массами режущего края и дентинной;
 - внутренняя резцовая масса – специальная масса режущего края для его осветления;
 - специальная резцовая масса – их две, и обе они предназначены для придания цветовой интенсивности традиционным массам режущего края;
 - щечная резцовая – особо прозрачная масса режущего края для достижения естественных глубинных эффектов. Отличается от обычных прозрачных масс высокой степенью белой флуоресценции;
 - десневая и десневая модифицированные массы имеют несколько цветовых оттенков – от оранжевого и красноватого до синеватого;
 - красители для керамики, которые можно добавлять к любой массе *IPS* ди *Сайн* с целью достижения большей интенсивности цвета, а также для подкрашивания поверхностей;
 - пятна – выпускаются 10 различных цветов в капсулах;
 - глазурь – простая в применении, она позволяет придать протезу естественный блеск;
 - корректировочная масса – соответствует особо прозрачной массе режущего края. Может применяться как отдельно, так и в комбинации со всеми керамическими массами *IPS* ди *Сайн* в равном соотношении.
- Фазовый состав массы для металлокерамических зубных протезов

Ультропалайн (Россия, Украина) (см. Рис.4.22) представляет собой стеклянную матрицу с распределенными в ней микрокристаллами лейцита. Коэффициент термического расширения массы Ультропалайн составляет $13,2 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, что позволяет успешно использовать ее в сочетании с большинством известных неблагородных сплавов.

Металлокерамическую массу Ультропалайн отличает высокая прочность, особенно на изгиб. Это достигнуто благодаря очень малым размерам микрокристаллитов лейцита и их высокой плотности в этой массе. В трехточечных испытаниях на изгиб дентинной массы Ультропалайн измерен предел прочности 105–110 МПа, а для прозрачной массы – 115–125 МПа. Это выше, чем прочность большей части масс, предназначенных для металлокерамических протезов (см. табл. 48).



Рис. 4.22. Набор масс Ультропалайн.

Столь высокая прочность металлокерамической массы Ультропалайн позволяет использовать ее в тонком слое. При этом производитель гарантирует долговременность и высокую надежность протезов. Высокая прочность на изгиб позволяет также использовать все дентинные массы, в том числе интенсивные, в качестве плечевых, т.е. там, где у керамики нет опоры на металл и прочность на изгиб является критическим параметром.

Адгезия грунта Ультропалайн составляет 37 ± 2 МПа как для никелехромовых, так и для кобальтохромовых сплавов.

Следует отметить, что согласно системам стандартов ISO 6872 и ADA/ANSI 38 керамические массы по прочностным свойствам оцениваются двумя параметрами: прочностью на изгиб (норма 50 МПа) и адгезией грунта к металлам (норма 25 МПа). Масса Ультропалайн с большим запасом отвечает этим требованиям.

Существует характеристика – распределение частиц по размерам. Она определяет усадку масс при спекании, пористость, прозрачность, реологические характеристики (поведение при моделировании). Масса Ультропалайн по значениям этой характеристики подобна наиболее распространенным материалам. Как и в большинстве современных масс – в основе Ультропалайна содержится 50% частиц размером менее 33 мкм и около 12–15% – менее 5 мкм. Такое размерное распределение частиц обеспечивает

достаточно низкую усадку при спекании. Масса Ультропалайн не требует значительного конденсирования при моделировании и позволяет получать после спекания покрытие достаточно высокой прозрачности и без усадочных трещин даже при незначительном уплотнении.

Металлокерамическую массу *Ультропалайн* характеризует высокая стабильность свойств. Основные характеристики материала лишь незначительно изменяются от спекания к спеканию. Приведенные ниже данные иллюстрируют это утверждение: коэффициент теплового линейного расширения дентина за 5 спеканий изменяется от $13,2 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ до $13,5\text{--}13,6 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, т.е. коэффициент расширения за одно спекание изменяется не более чем на $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Это означает, что при использовании металлов с коэффициентом расширения более $13,8 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ и после 5 спеканий не возникает опасности растрескивания керамики. Прозрачность и интенсивность окрашивания массы за 5 спеканий изменяется не более чем на 3 относительных процента.

Керамическая масса *Ультропалайн* подобна наиболее распространенным массам, таким как *IPS-Классик*, *Дуцерам*, *Вита-VMK*, *Синспар* и т.д. по фазовому составу, коэффициенту термического расширения, распределению частиц по размерам и параметрам процесса спекания. Это позволяет успешно использовать массу *Ультропалайн* в любых сочетаниях с разными видами этих масс без ухудшения качества протезов.

Эстетические параметры массы *Ультропалайн* обеспечиваются эмалевыми и прозрачными, интенсивными дентинными массами и глазурными красителями:

- неопаловые эмалевые и прозрачные массы.
 - стандартные эмали различной степени прозрачности и белизны (5) – предназначены для создания режущих краев по системе *Вита-Люмин*. Массы сходны с аналогичными в керамической системе *IPS-Классик*;
 - нейтральная прозрачная неопаловая масса (Т), предназначенная для создания прозрачности режущего края жевательных бугорков. По степени прозрачности и белизне соответствует керамике ТЗ набора *IPS-Классик*;
 - ST-сверхпрозрачная – нейтральная неопаловая масса (ST) предназначена для нанесения на режущие края и углы, а также небольшие участки поверхности коронок. В сочетании с опаловыми массами может использоваться для моделирования зубов молодых людей. Для увеличения эффекта «глубины цвета» может применяться в качестве подкладки под опаловую или более замутненную обычную прозрачную массу или эмаль. Ввиду очень высокой прозрачности этой массы не рекомендуется ее чрезмерное использование в чистом виде во избежание эффекта «стеклянных зубов»;
- опаловые эмалевые и прозрачные массы. Для естественных зубов и стоматологических материалов – это рассеяние света частичками с размерами около 40 нм, т.е. соизмеримыми с длинами волн видимого света.

◆ **Опалесценция** – явление рассеяния света мутной средой, наблюдаемое, например, при освещении большинства коллоидных растворов.

Более коротковолновые, голубая и синяя, части спектра эффективно рассеиваются на таких частичках, в то время как длинноволновые части – желтая, оранжевая и красная – проникают в опалесцирующие структуры значительно глубже. Путем выращивания нанокристаллов в эмалях и прозрачных массах возможно получать керамические материалы с ярко выраженным опаловым эффектом. На просвет такая керамика будет выглядеть желто-оранжевой, а на отражение – белой и слегка

голубоватой. Если такую керамику использовать для повышения белизны эмалево-прозрачных слоев, то проблема уменьшения прозрачности будет в значительной степени снята, поскольку для основных дентинных оттенков (желтого и оранжевого) прозрачность практически не изменится. И светлые прозрачные массы будут демонстрировать ту же глубину цвета, что и обычные нейтральные их аналоги, придавая в то же время эмали яркость и голубоватый оттенок, свойственный зубам молодых людей. Если же к опаловым эмалям и прозрачным массам добавлять небольшой процент красителей, то можно получать окрашенные опаловые массы (желтые, розовые, оранжевые), которые не часто, но все же встречаются в зубах у людей.

В наборе *Ультропалайн* опаловые керамики представлены следующим рядом:

- опаловый модификатор эмали (OS). Молочно-опаловая керамика, предназначенная для регулирования степени белизны режущих краев, а также
- некоторых специальных эффектов в зубах – декальцификации, в том числе глубинной, воссоздания молочно-белых оттенков на краях резцов. Будучи нанесенной тонким слоем поверх других эмалево-прозрачных масс, повышает белизну режущих краев. Если нанести эту массу тонким слоем в качестве последнего покрывающего слоя по всей поверхности дентинно-эмалевых слоев, возрастет яркость и белизна всего изделия. Следует, однако, иметь в виду, что данная масса сама по себе малопрозрачна. Для регулирования степени белизны OS может смешиваться с другими эмалевыми или прозрачными массами;
- светлая опаловая прозрачная масса (OTL) – обладает повышенной яркостью и белизной. Придает эмалевым слоям наибольший процент бело-голубого цвета, являясь в то же время достаточно прозрачной. Прекрасно сочетается со светлыми оттенками дентинных масс, которые требуют высокой яркости в режущей области. Можно использовать для режущих краев, воспроизведения слабовыраженных очагов декальцификации, получения бледных горизонтальных полос в зубах, на верхушках и по краям мамелонов для подчеркивания их очертаний;
- дымчатый опал (SO) – полупрозрачная опаловая масса со слабовыраженным розовым оттенком. По степени прозрачности занимает промежуточное положение между массами OTL и OST. Идеально подходит для моделирования прозрачных опаловых режущих краев зубов молодых людей. Может использоваться для покрытия участков дентина и обычных эмалей. Эту керамику можно смешивать с интенсивными дентинными массами (не более 1%) для получения окрашенных опаловых эмалей;
- опаловая сверхпрозрачная масса (OST) бело-голубого оттенка может использоваться для имитации очень прозрачных кромок зубов молодых людей, покрытия светлых дентинов и эмалей, а также для получения различных спецэффектов в зубах (подчеркивания внутренней структуры мамелонов, чередующейся прозрачности в вертикальных структурах зуба и др.). Может смешиваться со всеми видами опаловых масс для увеличения их прозрачности.

Интенсивные дентинные массы и глазурные красители – служат для цветовой коррекции протезов на различных участках и технологических стадиях, придавая протезу максимальную живость и сходство с естественными зубами. Они могут быть использованы для имитации эффектов глубинной пигментации, сильной декальцификации, трещин эмали с различным окрашиванием границ, возрастной стираемости зубов, пришеечной и межконтактной пигментации и многих других цветовых эффектов, а также окончательной доводки цвета протеза.

- В наборе *Ультропалайн* эти материалы представлены следующими видами:
- *интенсивные дентинные массы* – белая, голубая, коричневая, серая, охряная, красная;
 - *глазурные красители* – желтый, голубовато-серый, красный, светло-охряный, серо-охряный, светло-коричневый, коричневый, темно-коричневый.

Технология облицовки металлического каркаса несъемного протеза массами IPS-Классик предполагает следующие обязательные мероприятия:

- получение и подготовка металлического (цельнолитого) каркаса несъемного мостовидного протеза к нанесению керамических масс:
 - при моделировании промежуточной части (тела) мостовидного протеза используются пустотелые восковые заготовки (см. раздел 8.3), которые
- кроме сокращения затрат времени на моделирование уменьшают расход сплава металла при замене восковой репродукции на металл и существенно уменьшают вес каркаса при сохранении его прочностных показателей;
 - каркас мостовидного протеза после пескоструйной (оксид алюминия с размером частиц 50–200 мкм) и пароструйной обработок считается готовым к нанесению облицовочных керамических масс;
- нанесение и обжиг облицовочных масс:
 - пустотелая промежуточная часть каркаса цельнолитого мостовидного протеза заполняется шпателем подготовленной из порошка и моделировочной жидкости «S» непрозрачной (грунтовой) массой, которая тщательно уплотняется и выравнивается с помощью кисточки;
 - на поверхность первого слоя непрозрачной массы (порошкообразный грунт + моделировочная жидкость «S») наносят второй слой пастообразного грунта. При этом не менее 75% поверхности каркаса должно быть покрыто грунтом. С помощью скальпеля делают надрезы в грунтовой массе, в области пустотелой части каркаса мостовидного протеза. Эта манипуляция позволяет контролировать процесс и объем усадки во время первого обжига грунтового слоя;
 - в печи Програмаат P90/P95 выполняется первый обжиг грунтовой массы (см. табл. 57). Более того, для обжига могут быть использованы любые вакуумные печи, допускающие возрастание температуры до 55–60 °С в мин, конечный вакуум – 10–20 мм рт.ст.;
 - после первого обжига на поверхность каркаса снова наносят грунтовую массу, которая не только компенсирует усадку, но и полностью покрывает весь каркас протеза;
 - в печи Програмаат P90/P95 выполняется второй обжиг грунтовой массы (см. табл. 57);
 - нанесение дентинной массы осуществляется аналогично послойно. С последнего необожженного слоя убирается часть дентинной массы в расчете на прозрачную массу;
 - затем малыми количествами наносят массу режущего края и прозрачную массу. После снятия мостовидного протеза с модели создаются контактные пункты с помощью дентинной массы и массы режущего края. Для того чтобы усадка облицовки каждого искусственного зуба происходила отдельно от других, межзубные пространства сепарируются с помощью острого инструмента;
 - в печи Програмаат P90/P95 выполняется первый обжиг дентинной массы (см. табл. 57);
 - по окончании первого обжига дентинной массы мостовидный протез подвергается обработке и очистке. Затем на его поверхность снова наносятся дентинная масса и масса режущего края для корректурного обжига;

- в печи Програмаат P90/P95 выполняется второй обжиг дентинной массы (см. табл. 57);
- мостовидный протез после корректурного обжига обрабатывают шлифовальными дисками. Поверхность протеза очищается и покрывается глазурной пастой для проведения глазуровочного обжига;
- проведение глазуровочного обжига с глазурной массой (см. табл. 57).

Следует отметить также расцветку *Вита-Люмин-Вакуум*, которая более 40 лет является стандартом во всем мире. Она представлена 4 вариантами основных типов, составляющих 16-цветную палитру: A1, A2, A3, A3/5, A4, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, D2, D3, D4. Диапазон применения этой шкалы расцветок таков:

- для керамических материалов из *Вита Омега/Омега-800*, *Вита VMK 68/95*, *Вита Титанкерамик*, *Вита Хай-Керам*, *Витадур Альфа*;
- при использовании искусственных пластмассовых и фарфоровых зубов *Витапан* (см. табл. 73–75).

Кроме того, предложена расцветка *Витапан 3D-Мастер* (Германия) – система оттенков 26 точек светлого спектра естественного зуба, основанных на насыщенности цвета, цветности (соотношение тонов) и оттенке. Эта расцветка состоит из 5 групп зубов различных цветов.

Набора оттенков, представленного расцветкой, недостаточно на все случаи жизни. Часто воспроизведение цвета достигается использованием красителей или комбинацией материалов различной окраски.

Керамическая масса *Вита VMK-95* базируется на получившем признание фарфоре *VMK-68*. В ассортимент выпускаемых масс входят стандартный (содержит 41 оттенок фарфора), лабораторный и большой наборы. Массы *VMK-95* дают надежное воспроизведение цвета. В стандартной послойной методике хорошие результаты получают при трехслойной схеме: непрозрачный, дентинный и эмалевый слой.

Пластифицированные плечевые массы для фарфора *Вита Омега-900*, *Вита VMK-95* и *Вита Титаниум-Керамик* укрепляют край коронки. Сначала плечевые фарфоровые массы отверждаются в результате воздействия тепла вне печи (например, с помощью фена для волос), что позволяет пропустить один цикл обжига, так как коррекция уступа может быть выполнена при обжиге дентина. Пластифицирование позволяет легко снимать фарфоровую массу с модели, а также обеспечивает более точное краевое прилегание после проведения обжига.

Выпускаются также набор непрозрачного дентинного порошка, содержащий 16 цветов, и дополнительный набор из 15 цветов.

Фарфоры *Вита Интерно* (12 цветов) позволяют индивидуализировать особенности естественных зубов, создать эффект глубины. Высокая степень флуоресценции приводит к усилению яркости и интенсифицирует пропускание света. Хроматический эффект у этого фарфора может быть усилен путем смешивания с порошками дентинных и прозрачных масс. Керамику *Интерно* можно использовать также для создания эффекта глубины при недостаточной толщине дентинного слоя вследствие отсутствия места.

Вита Акцент – это набор тонкозернистых порошков (20 цветов) с однородным распределением красящих пигментов, что позволяет зубному технику точно имитировать естественную окраску зубов на последней стадии технологии зубного протеза. Красители позволяют воспроизвести трехмерный эффект, придающий естественный вид протезу и цветовую гармонию искусственных и естественных зубов.

В набор входит порошок для улучшения качества поверхности зубного протеза. Его добавка к красителям *Акцент* позволяет получить желаемую интенсивность окраски, создает большую прозрачность красителей и этим усиливает эффект трехмерности. Применение этого порошка способствует

закрытию микропор и сведению к минимуму травмы десневого края.

При работе с массами *Норитаки* (Япония) используют принцип внутреннего окрашивания, разработанный Х.Аосимой, заключающийся в том, что все характерные особенности зуба не рисуются красителями на поверхности зубного протеза, а моделируются изнутри.

Для этого был разработан специальный набор масс внутренних красителей *ILS (Internal Live Stein)*, который содержит жидкость для разведения и красящие массы (2 голубые красящие массы для режущего края, 2 оранжевые для Имитации мамелонов, красновато-коричневая, золотисто-коричневая, пришеечные красители 3 расцветок, белая масса для внутреннего подкрашивания и светлая для разбавления красителей).

Кроме того, для массы *Норитаки* выпускается набор красителей для надглазурного раскрашивания с широким диапазоном цветов. Коэффициент термического расширения красящих порошков в этих наборах составляет $12,4 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Чтобы удовлетворить все требования, необходимы определенные навыки врача и зубного техника и специальные вспомогательные материалы, которые имеются в дополнительном наборе.

Масса *Карат* (США) – материал последнего поколения – способна легко воспроизводить цвета, указанные на шкале расцветок *Биодент* и *Вита*, а также обладает свойством опалесценции.

Желаемый цвет облицовки можно получить прозрачной (при достаточной толщине облицовки) или непрозрачной (при недостаточной ее толщине) дентинной массой. Обе дентинные массы могут комбинироваться или даже смешиваться при желании друг с другом. Кроме основного набора выпускаются набор масс режущего края *Карат Опалэффект* и *Карат Биопак* – готовая к применению непрозрачная пастообразная фарфоровая масса, которая не требует смешивания, моделировки, конденсации и особой грунтовки. При такой сильно упрощенной методике тем не менее можно получить тонкий ровный слой.

Керамическая масса *Дуцератин* – используется для облицовки титановых каркасов.

Керамический набор *Вита Омега* обладает оптимальными свойствами светопреломления и светоотражения, предназначен для покрытия различных сплавов: благородных металлов, с содержанием серебра, а также сплавов неблагородных металлов.

Даже при работе с использованием только трех слоев керамики можно получить эстетичные протезы. Применение большего количества масс из набора *Мастер Кит* позволяет воспроизвести все возможные индивидуальные особенности зубов.

Цвет керамического покрытия создается путем соответствующего сочетания оттенков грунтовых и дентинных слоев согласно цветовой шкале *Витапан Классикам*, позволяющей достигнуть высокой степени соответствия естественному зубу.

Керамика *Вита Омега-900* (температура обжига 900°C) подходит в первую очередь для покрытия сплавов с высоким содержанием золота. Благодаря низкой температуре обжига становится возможным обжиг этих сплавов без деформаций. Массы *Вита Омега-900* могут применяться также и со многими другими сплавами, в том числе неблагородными. Массы отличаются температурной стабильностью и однородностью структуры. Для более совершенного результата рекомендуется применение дополнительных масс данной системы.

Масса имеет многогранную форму зерна, потому что производится не путем помола, а режется. Используя керамику *Вита Омега-900*, можно создавать зубные протезы с плотным краевым прилеганием, отвечающие высоким

эстетическим запросам пациентов. Возможна имитация любых индивидуальных особенностей зуба.

Цвет керамического покрытия безупречно воспроизводится соответствующим сочетанием различных грунтовых и дентинных слоев согласно цветовой шкале *Витапан Классикал* или шкале *Витапан 3D-Мастер*. С помощью масс набора *Профессионал Кит* можно передать особенности живых зубов.

Наряду с возможностями создания эстетичных протезов *Вита Омега-900* имеет низкие показатели растворимости, обладает оптимальной устойчивостью к смене температуры и высокой прочностью при изгибе. Прочность керамики на стирание соответствует таковой у эмали естественных зубов.

В классический набор *Вита Омега-900* входят грунт, водянистый грунт, грунт-дентин, дентинные и эмалевые массы, прозрачные массы.

Керамика *Вита VMK-95* специально предназначена для облицовки сплавов с высоким и низким содержанием золота, без серебра, с серебром, а также сплавов неблагородных металлов.

Для точного воспроизведения цветов выбор масс *VMK-95* возможен как по цветовой шкале *Витапан Классикал*, так и *Витапан 3D-Мастер*.

В стандартной многослойной методике можно добиться хороших эстетических результатов. Весьма эффективно применение дополнительных масс (например, для каждого цвета – свой грунт-дентин и свои прозрачные массы).

Керамический набор *Синспар* – разработан на основе синтетического стекла и предназначен для нанесения на металлический каркас. Чистота и стабильность сырьевых материалов позволяет стандартизировать интенсивность и степень прозрачности и цвета керамики, а следовательно, соответствовать высокому эстетическому уровню.

Особенности набора *Синспар*:

- широкий спектр компонентов и их модификаторов;
- наличие пастообразных грунтов, позволяющих уменьшить и упростить работу зубного техника;
- наличие плечевых масс для формирования края коронки;
- возможность использования дополнительной системы *Сотспар* позволяет существенно уменьшить стираемость естественных зубов-антагонистов и повысить качество полированной поверхности;
- применение вспомогательных масс (*Special effects, Blush*) позволяет получить эстетичные протезы, по форме, цвету и состоянию поверхности соответствующие естественным зубам.

Керамические массы *Гало Винтаж* были разработаны в Японии. Благодаря применению новейших компьютерных технологий для определения цвета естественных зубов удалось создать основу для подлинного трехмерного воспроизведения естественных зубов. Это преимущество позволяет получить высокие эстетические результаты уже при нанесении основного слоя грунт-дентина, дентинной массы и массы для режущего края с опаловым эффектом.

В состав основного комплекта *Гало Винтаж* включены различные массы с опаловым эффектом, красители и корректировочные массы, цветовые индикаторы. Это облегчает подбор цвета и его воспроизведение в повседневной практике.

Способность керамической массы к флуоресценции и созданию опалового эффекта позволяет создавать эстетичные зубные протезы, идентичные естественным зубам, с созданием световых эффектов без добавления красителей. Важно, что этот феномен остается стабильным и после многократных обжигов. Для точного определения цветовых особенностей в

набор красителей массу входит цветовой индикатор с образцами обожженных красителей. Для грунтовой пасты характерно специально рассчитанное распределение частиц при благоприятной вязкости. Это дает возможность наносить равномерный слой при чрезвычайно малой его толщине. Кроме этого, грунты обеспечивают оптимальное соединение со всеми современными сплавами для керамики благодаря адаптации к серебру (содержание более 50%) и температуре обжига 900 °С.

Таким образом, с самого начала достигается оптимальное совпадение с цветом соседних зубов. Наряду с комплектом, включающим грунтовую пасту, выпускается вариант комплекта, содержащий грунт.

Новые керамические массы обогащены красноватыми пигментами. Проведенные М.Ямамото исследования привели к созданию необходимых дополнений к существующей цветовой системе *Vita* и позволили создать новый цветовой вариант цвета – красный 4 оттенков (R1–R4). При этом просто применяется готовый к употреблению подкрашенный порошок или вариант грунтовой пасты и красные дентинные массы R1–R4.

Для оптимального подбора цвета имеются цветовой индикаторы, имеющие цвет десны, в которые можно установить каждый из трех образцов цветовой круга, отдельный цветовой круг красных оттенков R1–R4, чтобы наиболее оптимально, с учетом особенностей пациента, оценить эффект контраста десны. Индикаторы выпускаются 3 основных цветов, чтобы отразить многообразие цвета и интенсивность естественной десны.

Керамический материал *Кармен* – создан на основе оксида кремния. Его свойства качественно отличаются от свойств керамических масс, изготовленных на основе полевого шпата. Совместим со всеми видами сплавов (золотосодержащими, серебряно-палладиевыми, кобальтохромовыми, никелехромовыми), коэффициент термического расширения которых лежит в пределах $14,1-15,3 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ при 600 °С. Низкая температура спекания (870 °С) уменьшает напряжение металлической основы.

В отличие от полевошпатных масс изначально проводится расплавление при температуре 1300–1500 °С, а затем водяное охлаждение. Последующие процессы прокаливания и охлаждения способствуют созданию специфической микроструктуры, которая называется *витокерамикой*, так как обладает высокой способностью к светопоглощению и светоотражению. Особенности микротекстуры позволяют получить поверхность без пор и микротрещин, ее полирование проводится легко, быстро и качественно. Преимуществами системы являются: стабильность размеров и формы (за счет большого содержания оксида кремния), а также исключительно высокая краевая стабильность. Возможно применение с каркасом, полученным методом гальванопластики. Имеется набор универсальных красителей и различных вспомогательных масс и материалов для улучшения эстетических свойств готовых зубных протезов.

Керамическая масса *Трикерам* – применяется для получения металлокерамических протезов на основе титановых сплавов.

Данную массу отличают:

- высокая прочность адгезии со сплавами металлов;
- простота в обработке;
- быстрый, простой обжиг без длительного охлаждения;
- высокая стабильность также и при многократных обжигах;
- легкое нанесение массы;
- высокий цветовой баланс и стабильность цвета при обжиге;
- большая прочность и отсутствие усадки массы в пришеечной зоне;
- низкая пористость и беспрепятственное полирование;
- широкий ассортимент компонентов, отвечающий самым высоким

эстетическим запросам.

Тепловое расширение массы *Трикерам*, являющейся синтетической керамикой, идеально подходит для титана как материала для каркасов. У этой керамики очень высокая прочность на изгиб. Адгезия ее к металлу тоже высока, она превосходит нормативные требования и находится на уровне систем для благородных металлов.

Трикерам обеспечивает естественный цвет и эстетичность, которых до сих пор не хватало керамическим массам. Короткое время обжига позволяет не только быстро достичь цели, но и не оказывает негативного воздействия на титан вследствие небольшой окисной нагрузки. Даже при большом количестве обжигов вследствие высокой стабильности обжига имеется достаточно резерва для коррекций и создания индивидуальных эффектов. Достижение цветовой стабильности также возможно после нескольких обжигов.

Основа высокой адгезии для этой новой керамики закладывается уже при нанесении связующего вещества. Оптимальная величина гранул массы *Трикерам* позволяет достичь большой прочности при шлифовании и маленькой усадки при обжиге.

Высокая плотность и низкая пористость придают керамике оптический блеск и облегчают процесс шлифования и полирования, глазурь при этом не нужна. Дополнительным эффектом плотных и гладких поверхностей является легкое удаление зубного налета и хорошее состояние десен. Натуральное преломление света и опаловый оттенок масс с прозрачным эффектом подчеркивают естественность в области режущего края. Универсальные красители могут употребляться как для непосредственного нанесения на поверхность, так и для смешивания. Отрицательного эффекта от красной полосы металлического края коронки можно избежать, применяя для достижения эстетичного результата (при соответствующей подготовке) плечевые массы. Десневые массы незаменимы для протезирования с опорой на имплантаты, они отличаются высокой термической стабильностью.

Низкоплавкая керамика *Финесс* – спекается при температурах 780°С и ниже, что существенно уменьшает износ искусственных и естественных зубов-антагонистов. Позволяет быстро и легко подогнать и отполировать протез без возвращения его в лабораторию. Проявляет оптимальную твердость и изгибоустойчивость, обеспечивая сопротивление к раскалыванию при нагрузке. Высокая термическая стабильность позволяет использовать ее со множеством металлов, включая сплавы с высоким содержанием золота. Указанная масса позволяет воспроизвести любые индивидуальные особенности естественных зубов. Она отличается улучшенными технологическими свойствами и уменьшением послеобжиговой усадки.

Керамическая система *Каррара Винцент Керамике*. Фарфор для металла с низкой температурой плавления позволяет достичь хороших оптических свойств и опалесценции. Легко обрабатывается и полируется.

Керамическая масса *Креэйшн* используется по методу многослойного нанесения. Создает флуоресценцию, характерную для натуральных зубов. Набор включает полный диапазон оттенков по шкале *Вита*. В наборе представлены специальные красители для получения эффекта флуоресценции, имитации мамелонов, окрашивания поверхности, уменьшения прозрачности, улучшения прозрачности и материалы, окрашенные под цвет окружающих зуб мягких тканей.

Фарфоровая масса *Синадент* (алюмосиликатная стеклокристаллическая) (Россия) применяется для облицовки каркасов из хромокобальтового сплава. Клинические исследования, проведенные на протяжении двух лет, не выявили ни одного случая откола керамики, образования трещин и осложнений.

Керамическая масса *Титанокерамика* (Пермь) – применяется для

металлокерамических протезов с каркасами из сплавов титана. Нагрузка материала при сжатии равна 120 МПа. Он инертен, отсутствуют токсический, сенсibiliзирующий и мутагенный эффекты. Массу отличает высокая стабильность, в частности устойчивость в растворе лимонной кислоты. Присутствие большего количества мелкой (1–12 мкм) фракции кристаллов способствует проведению кристаллизации без ущерба качеству конструкции и обеспечению максимальной прозрачности.

Набор керамических масс *Вижион* с коэффициентом термического расширения $13,8–15,2 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ при температуре от 100 до 600 $^\circ\text{C}$ имеет широкий спектр прозрачных масс для режущего края и эффект-масс. При моделировании можно использовать внутреннюю подкраску зубов при помощи красителей. Грунт производится двух видов: пастообразный и порошковый. Начальная температура запекания его составляет 970 $^\circ\text{C}$.

Низкоплавкая стоматологическая керамика *Дуцерам-LFC* (Германия) по своему химическому составу, структуре, обрабатываемости и эксплуатационным качествам весьма своеобразна. Самым выдающимся ее свойством является низкая температура обработки, что и послужило основой для ее названия – *Low-Fusing Ceramic* (LFC).

Низкоплавкий фарфор LFC представляет собой кристаллическую структуру с частицами размером от 5 до 15 микрон. Его твердость составляет 420 HV (по Виккерсу), что близко к твердости дентина – 370 HV. *Дуцерам* содержит меньше лейцита, что дает более низкий коэффициент термического расширения и увеличенную светопроводимость по сравнению с обычными фарфоровыми материалами.

Поскольку низкоплавкая керамика готовится из обычного материала *Дуцерам*, то эти две массы совместимы. Таким образом, *LFC* и *Дуцерам* могут использоваться в двуслойной технологии как металлокерамических, так и цельнокерамических конструкций несъемных зубных протезов.

Отличительные свойства низкоплавкой керамики *LFC*:

- низкая температура обжига – 660–690 $^\circ\text{C}$;
- низкая точка образования стекла – 450 $^\circ\text{C}$;
- низкая точка размягчения – 540 $^\circ\text{C}$;
- гомогенная высокоплотная структура;
- увеличенная светопроводимость (85% от показателя оконного стекла);
- увеличенная светоотражающая способность;
- низкая твердость – 420 HV;
- улучшенный глянец поверхности;
- увеличенная гидролитическая сопротивляемость;
- увеличенная прочность – 110 Н/мм²;
- дальнейшее увеличение прочности до 160 Н/мм² после наложения в полости рта и контакта со слюной.

Характеристика световой динамики является главным эстетическим преимуществом гидротермального стекла и керамики. В результате их более низкой температуры обжига материалы *LFC* являются единственными доступными в настоящее время массами, обладающими оптическими качествами и опалесценцией, присущими натуральному зубу.

При работе с низкоплавкой керамикой *Дуцерам* (Германия) рекомендуется соблюдать следующие основные правила:

- дентинные цвета *LFC* по насыщенности слабее, чем у исходной керамики, и требуют добавки 20–50% соответствующих модифицирующих масс к дентину;
- опаловые массы для режущего края не должны применяться в виде однослойного покрытия режущего края;

- заключительный формообразующий слой массы должен состоять из композиции 50% прозрачной и 50% опаловой масс;
- заданная конечная температура обжига масс режущего края при глазуровании должна повышаться осторожно – плавно и максимально на 10–15°С;
- основа вестибулярной облицовки из стандартной металлокерамической массы *Дуцерам* должна спекаться при скорости подъема температуры 100–120°С/мин на огнеупорном фрагменте модели;
- чем быстрее подъем температуры и меньше скорость охлаждения, тем выше должна быть конечная температура. Иначе полное однородное спекание массы с огнеупорным фрагментом модели не будет обеспечено.

Дуцерам KISS – керамика для благородных и неблагородных сплавов в традиционном диапазоне КТР ($13,8–15,4 \cdot 10^{-6} \text{°C}^{-1}$) с температурой обжига дентинной массы 910/900°С.

Особенностью применения массы *Дуцерам KISS* (Keep It Simple and Safe – «сделай это просто и надежно») является разумное сокращение их количества в наборе за счет придания многофункциональности и большей эффективности.

Дуцерам KISS включает следующие наборы (Рис.4.23):

- тестовый (пробный) – 1 цвет дентина + 6 дополнительных масс – для апробации;
- основной – (6 цветов дентина) всего 26 масс – набор для начинающих;
- полный, размещенный в компактном чемоданчике, состоит из 73 масс и заменяет 8 наборов (наборы грунтов, дентинных масс, окрашенных дентинных масс, материала режущего края; набор для профессионалов, наборы десневых, плечевых, осветленных масс). Ассортимент цветов равен 16 по шкале *Вита*.

С массой можно работать как по стандартной схеме (грунт – дентин – режущий край), когда нет необходимости смешивать между собой массы, так и по индивидуальной расширенной схеме, используя эффект-массы (при этом для получения индивидуальных оттенков смешивают имеющиеся массы в равной пропорции).

По сравнению с *Дуцерам Плюс* были улучшены грунты и дентинные массы, которые оптимально согласуются друг с другом. Переработаны и в качестве новой разработки запатентованы опаловые массы, которые сохраняют опаловый эффект даже при многократном обжиге.

Таким образом, в комплектацию полного ассортимента *Дуцерам KISS* включены грунт, дентинная масса, масса режущего края, массы с опаловым эффектом, корректирующие массы, плечевая, десневая и осветленная дентинная, прозрачные массы.

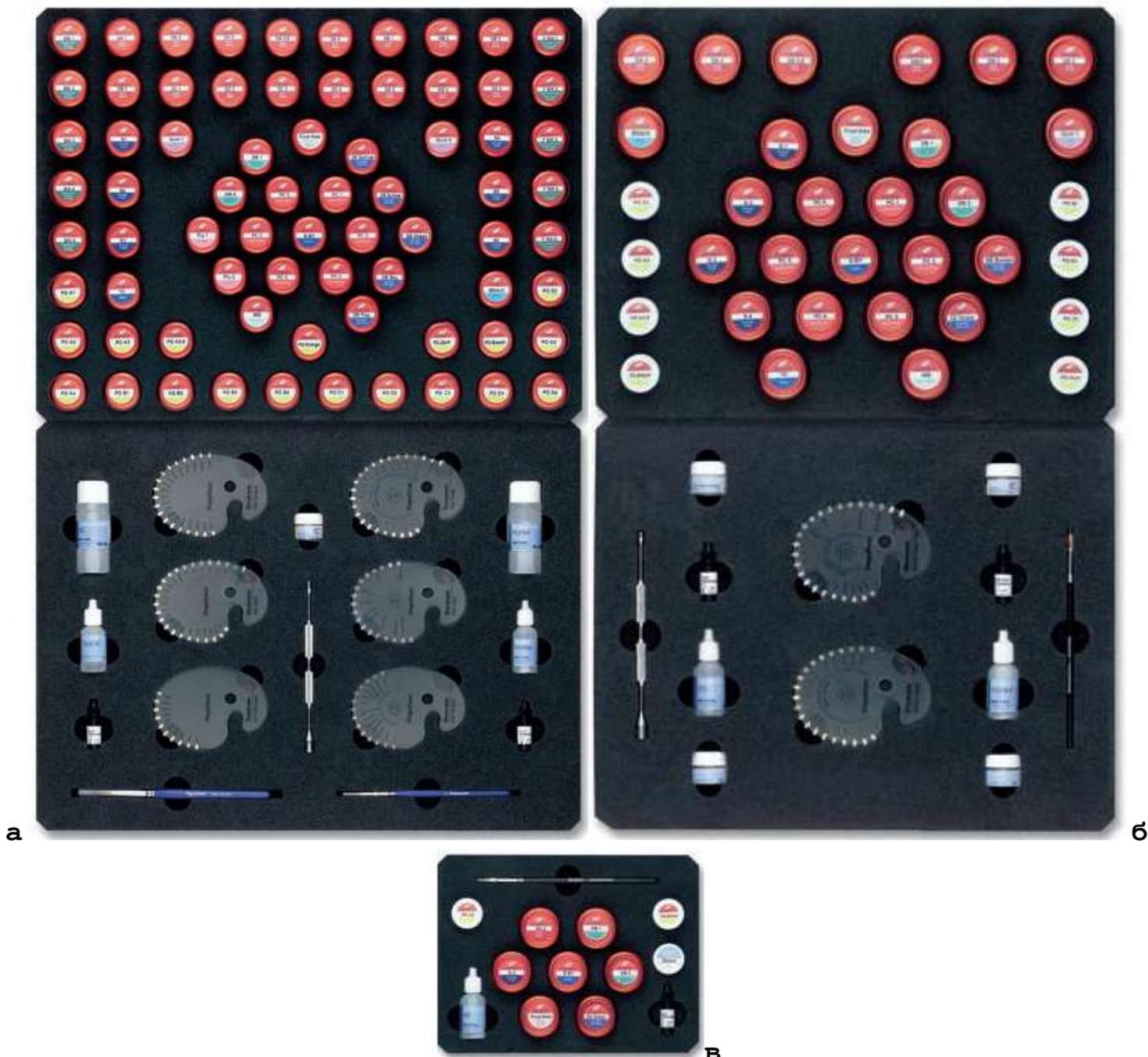


Рис. 4.23. Наборы масс Дуцерам KISS.

- а) Полный набор Duceram Kiss
- б) Основной набор Duceram Kiss
- в) Пробный набор Duceram Kiss
- г)

Приведем характеристики некоторых масс:

- **Массы Пауэр Кромас.** Основопологающие принципы концепции KISS проще всего иллюстрировать на примере массы, обладающей интенсивной окраской. С использованием всего 6 флуоресцирующих масс типа Пауэр Кромас можно в подавляющем большинстве случаев с успехом воспроизвести любые индивидуальные особенности распределения цвета мамелонов или пришеечных областей зуба, а также, в случае необходимости, повысить насыщенность цвета слоя дентина. Помимо этого, за счет приготовления простых смесей 6 основных масс в равном соотношении можно дополнительно получить 15 масс промежуточных оттенков. Таким образом, в сумме получается 21 оттенок, полностью перекрывающий достаточно широкий диапазон

спектра, что значительно расширяет возможности по индивидуальному подбору цвета протеза. При этом за счет использования специальных флуоресцирующих веществ цветовая насыщенность этих масс практически не зависит от толщины слоя. Незначительное ослабление этого параметра наблюдается только для чрезвычайно тонких слоев. Специальная палитра стандартных образцов из масс *Пауэр Кромас* включает не только основные, но и все промежуточные, полученные при смешивании масс в равном соотношении оттенки цвета, что значительно облегчает определение цвета соответствующего таковому у естественных зубов непосредственно в полости рта пациента.

В общем, в случае применения материалов системы *Дуцерам KISS* используется значительно меньшее количество смесей различных масс, чем это может показаться на первый взгляд. Если же массы смешиваются, то это происходит не произвольно, а в рамках общей концепции. В комплект поставки системы *KISS* входят специальные инструменты для смешивания, такие как оригинальный инструмент для точного смешивания порошков – *Пик-ан* (см. Рис.4.24). Его конструкция обеспечивает высокую точность отбора определенных порций порошковых материалов. Поверхность инструмента покрыта слоем нитрида титана, что значительно уменьшает ее стираемость, а следовательно, практически исключает возможность загрязнения керамических порошков частицами металла.

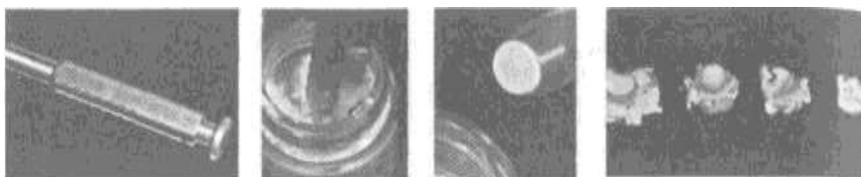


Рис. 4.24. Инструмент для смешивания *Пик-ан*.

- **Массы для режущего края с эффектом опалесценции.** Набор опалесцирующих материалов для режущего края в системе *KISS* ограничен всего двумя массами (*OS-1* и *OS-2*). Основой для такого решения стал тот факт, что цвет естественных зубов отличается или высокой, или низкой яркостью, промежуточные показатели встречаются крайне редко. Массы *OS-1* и *OS-2* используются для формирования области режущего края протезов с повышенной и пониженной яркостью соответственно. Тонкая корректировка яркости обычно осуществляется за счет изменения толщины наносимого слоя. В случае необходимости формирования области режущего края средней яркости можно использовать смесь обеих масс в равном соотношении. Конечный результат обжига основных и промежуточной масс можно оценить на примере стандартных образцов, набор которых входит в комплект поставки системы.
- **Массы для режущего края с эффектом флуоресценции.** На основании аналогичных принципов в состав системы *KISS* были включены всего две флуоресцирующие массы: *Флю Инсайд-1* и *Флю Инсайд-2*. Как ясно из их названия, эти массы обладают ярко выраженным эффектом флуоресценции, вследствие чего их используют для формирования внутренних слоев облицовки. Чаще всего эти массы применяют для формирования структуры верхней трети протеза, а в случае отсутствия достаточного свободного пространства – и на других участках для закрытия грунтового слоя и регулирования яркости базового цвета протеза. Использование масс *Флю Инсайд* значительно упрощает решение этих задач. При этом необходимо учитывать, что впоследствии слой масс *Флю Инсайд* обязательно должен быть закрыт тонким слоем массы для режущего края другого

типа.

- **Многофункциональная масса Стэнд-бай.** Ключевую роль в реализации концепции KISS играет многофункциональная масса *Стэнд-бай*. Эта прозрачная и опалесцирующая масса может быть использована как в чистом виде, так и для смягчения характеристик любых опалесцирующих масс, а также масс типа *Пауэр Кромас*. Однако лучше всего эту массу применять для нанесения разделительного слоя между дентинными массами и массами для режущего края.
- **Оттеночная масса Вайт Сёфейс.** Эту беловатую опалесцирующую оттеночную массу рекомендуется использовать для осветления небольших участков поверхности, например вершин жевательных бугорков, а также губных или нёбных поверхностей передних зубов. Благодаря смешиванию этой массы и массы *Стэнд-бай* интенсивность характеристик *Вайт Сёфейс* можно снизить ровно наполовину. Для создания протезов при сильно отбеленных зубах рекомендуется использовать массы *Блич-Грунт* и *Блич-Дентин*.
- **Опалесцирующие оттеночные массы** важны для повышения эстетических качеств протезов, так как воспроизводят эффект опалесценции естественных зубов. Поскольку гидротермальные керамические материалы системы *Дуцерам* обладают ярко выраженным эффектом опалесценции, при реализации концепции KISS особое внимание было уделено оптимизации показателя насыщенности цвета каждой опалесцирующей массы. В результате в комплект входят оттеночные опалесцирующие массы 5 основных оттенков высокой насыщенности. За счет смешивания этих масс с многофункциональной массой *Стэнд-бай* удастся получить дополнительный набор опалесцирующих масс промежуточных оттенков.

С помощью масс *Ошэн*, *Скай* и *Фог* можно регулировать яркость и интенсивность опалесценции голубых и серых оттенков цвета. Массы *Сансет* и *Санрайз* можно использовать как для формирования деталей структуры в области режущего края, так и для тонкой коррекции насыщенности цвета центральной и пришеечной областей протеза. Все массы отличаются высокой насыщенностью цвета, поскольку для снижения его интенсивности и получения промежуточных оттенков всегда можно использовать их смеси с массой *Стэнд-бай* в равном соотношении.

В комплект поставки системы KISS входит набор стандартных образцов из опалесцирующих масс. Он включает в себя как образцы из 5 основных оттеночных масс, так и образцы из всех возможных вариантов их равных смесей друг с другом и массой *Стэнд-бай* соответственно. Помимо этого, в инструкции по применению приведены полные таблицы оттенков цвета, которые можно получить в результате смешивания любых входящих в систему KISS масс.

- **Масса Файнл KISS.** Для финишной коррекции формы и эстетических характеристик протезов после глазуровочного обжига рекомендуется использовать специальную прозрачную массу *Файнл KISS*. Оптимальная температура вакуумного обжига этой массы равняется 720°C. Эту массу можно смешивать с любой высокотемпературной массой без опасения изменить основные характеристики цвета последней. Эту операцию рекомендуется осуществлять перед третьим, основным, обжигом, что позволяет предотвратить явление смещения взаимного пространственного расположения отдельных слоев.
- **Десневые массы.** Многогранность концепции KISS ярко проявляется и на примере десневых масс. В комплект системы входит всего две

таких массы, однако за счет их смешивания в равном соотношении со всеми опалесцирующими оттеночными массами, а также массами *Стэнд-бай* и *Вайт Сёфейс* получается набор из 14 различных материалов, позволяющих удовлетворить любые эстетические запросы пациента.

- **Пришеечные (плечевые) массы.** В связи с тем, что температура обжига грунтовых, дентинных и пришеечных масс различается очень незначительно, при использовании низкотемпературных керамических материалов обеспечить стабильность слоя пришеечной массы достаточно трудно. Поэтому при разработке пришеечных масс системы *KISS* были учтены новые требования, позволяющие значительно упростить технологию их нанесения и обжига. Обычно проводится два обжига пришеечной массы. Для высушивания слоя керамического материала лучше использовать бумажную салфетку, а не фен. Помимо этого, особое внимание следует уделять поддержанию конечной температуры обжига (для *Дегунорм Супра* – 800°C). Пришеечные массы используются для покрытия обычно слегка окрашенной культи зуба, в связи с чем в их состав должно входить определенное количество флуоресцирующих компонентов. Если после глазуровочного обжига возникает необходимость в коррекции формы или эстетических параметров этой области протеза, то ее можно осуществить с использованием 5 дополнительных конечных плечевых масс, оптические характеристики которых абсолютно идентичны параметрам основных пришеечных масс. Температура обжига корригирующих масс должна составлять 720°C.

Общие рекомендации по выбору температуры обжига. Оптимальная температура обжига керамических материалов системы *Дуцерам KISS* в зависимости от типа печи находится в диапазоне от 770 до 790°C, а пришеечных масс – от 790 до 800°C. Вакуум необходимо подавать сразу после герметизации камеры для обжига и завершения этапа предварительного нагрева. Такая технология позволяет предотвратить формирование микропор, а также оптимизировать уровень прозрачности керамических материалов. При недостаточно высоком вакууме в процессе обжига происходит взаимодействие керамических материалов с воздухом, что оказывает крайне отрицательное влияние на стабильность их цвета.

Для некоторых типов сплавов (например, *Дегунорм*) в процессе первого обжига необходимо запрограммировать определенную длительность фазы отжига. При использовании сплава *Дегунорм Супра* скорость нагрева можно повысить до 100°C в минуту. При этом необходимо увеличить конечную температуру обжига до 800°C, а также удлинить период выдержки при конечной температуре. Однако оптимальные результаты обжига, как и для большинства стоматологических керамических материалов, достигаются при скорости нагрева, равной 55°C в минуту.

4.8. СИТАЛЛЫ

- ♦ **Ситаллы** – это стеклокристаллические материалы, состоящие из одной или нескольких кристаллических фаз, равномерно распределенных в стекловидной фазе.

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.

Ситаллы состоят из большого количества кристаллов, которые связаны между собой межкристаллической прослойкой. Размер кристаллов, как правило, менее 1 мкм, а их концентрация может меняться в значительных пределах (20–70% по объему).

Степень закристаллизованности и вид кристаллической фазы (кордиерит, сподумен, дисиликат лития) определяют основные **физико-механические свойства** ситаллов: прочность, упругость, хрупкость, твердость.

Прочность характеризует свойство ситалла сопротивляться разрушающей внешней нагрузке. В зависимости от вида статической нагрузки различают пределы прочности при растяжении, сжатии, изгибе, ударе, кручении.

В зависимости от состава прочность ситаллов на изгиб изменяется от 0,03 до 0,12 МПа, на сжатие – от 0,5 до 2,6 ГПа, т.е. конструкции из ситаллов более выносливы к нагрузкам на сжатие, чем на изгиб. Ситаллы обладают только упругой деформацией, при этом модуль упругости составляет 40–90 ГПа. Величина модуля упругости является функцией прочности связей Me–O, Si–O.

Увеличение содержания щелочных металлов уменьшает значение модуля упругости, а оксиды щелочноземельных элементов повышают этот показатель. Большое влияние на упругие свойства ситаллов оказывает режим термообработки: при резком понижении температуры, при охлаждении изделий из ситаллов модуль упругости понижается.

В таблице 61 представлены некоторые технологические характеристики ситалла.

Стоматологический ситалл имеет плотность 2300 кг/м³, прочность при сжатии 4000–5000 МПа, прочность при изгибе 200–300 МПа, ударную вязкость 3–4 Дж/м², микротвердость 65–750 кг/м². Материал имеет повышенную стойкость к коррозирующему воздействию агрессивных сред.

Во время варки стекломассы влияние вязкости на процесс удаления газовых включений (осветление) и усреднение состава по объему (гомогенизация) имеет существенное значение: чем меньше вязкость, тем быстрее проходят указанные процессы и варка стекла. На литейные свойства стекломассы в основном влияет температурная зависимость вязкости – изменения вязкости минимальны при значительных изменениях температуры.

Основными факторами, определяющими зависимость вязкости от температуры, являются содержащиеся в составе оксиды. Так, Li₂O, K₂O, Na₂O, ZnO, фториды уменьшают вязкость, делают стекла «длинными» (т.е. отношение градиента вязкости к градиенту температуры минимально). Такие окислы, как ZrO₂, Al₂O₃, Cr₂O₃, увеличивают вязкость.

Преобразование стекла в ситалл происходит при специальной термической обработке, в процессе которой наблюдаются зарождение центров кристаллообразования и рост кристаллов. Кристаллизационная способность стекол зависит от состава и количества выведенных инициаторов кристаллизации.

Учитывая специфику зубного протезирования, процесс лучше проводить при пониженных температурах и с минимальной выдержкой, т.е. стекла должны иметь кристаллизационную способность, исключая спонтанную кристаллизацию при формировании протеза и обеспечивающую получение ситаллового изделия в короткий срок.

Основными факторами, влияющими на получение качественных отливок при минимальной толщине 0,2–0,3 мм, являются вязкость стекломассы, температура формы, скорость движения расплава, пористость и толщина стенок формы, причем указанные факторы находятся в зависимости друг от друга.

Технология зубных протезов из биологически инертных ситаллов включает ряд последовательных процессов: подготовку сырьевых материалов, приготовление шихты, варку стекломассы и глазурей, литье, кристаллизацию отливок, Уточнение цвета готовых изделий.

Сырьевые материалы предварительно высушиваются при 100–110°С в сушильных шкафах.

Приготовление шихты предусматривает весовое дозирование, перемешивание Шихты в барабанах на валковых мельницах в течение 40–45 мин до получения однородной смеси. Последняя увлажняется до 8% и фасуется в брикеты по 100–120 г. Состав шихты для получения стеклогранулята представлен в таблице 62.

Варка стекол осуществляется в электрической гарнисажной печи непрерывного действия в течение 2–2,5 ч при температуре 1250±20°С. При этом в печи создается слабовосстановительная газовая среда путем ввода в состав шихты углерода. После варки стекло выливается в емкость с водой для получения стеклогранулята, который подсушивается и в готовом виде расфасовывается. Варка небольшого количества стекла проводится в электрической печи с карборундовыми нагревателями в алундовых тиглях.

Варку глазури осуществляют после загрузки шихты в электрическую печь, разогретую до 1250°С, в алундовых тиглях емкостью 1–2 л. Грануляция глазури проводится путем выливания расплава в воду. После сушки выполняют тонкий сухой помол глазури или помол в нейтральной жидкости в шаровой мельнице с последующей фасовкой по 20–30 г. Глазурь наносится на изделие в виде пасты из порошка и пластификатора – глицерина со спиртом.

После подготовки полости рта к протезированию и получения оттисков известным способом проводятся операции, связанные с получением протезов методом литья.

Известны *Сикор* (ситалл для коронок), *Симет* (для ситалло-металлических протезов), *литьевой ситалл*. Все они разработаны в ММСИ им. Н.А.Семашко и Алма-Атинском медицинском институте (Копейкин В.Н., Седунов А.А., Лебедеенко И.Ю. и др.).

Продолжающиеся попытки заменить металлический каркас металлокерамических протезов ситалловым позволяют надеяться на его перспективность.

Ситаллы в чистом виде и с добавлением гидроксиапатита (так называемые биоситаллы* применяются в качестве имплантатов как для опоры зубных протезов, так и при альвеолопластике (Кобзев С.А., Вуколова Е.А. и др.).

* На наш взгляд, применение корня «био-» по отношению к веществам и явлениям неживой природы является неправомерным. — *Примеч. ред.*

Таблица 42

Технические характеристики сплавов (Россия)

Вид сплава	Код сплава	Интервал плавления, °С	Плотность, г/см ³	Модуль упругости, кН/мм ²	Врем. сопротивление, кН/мм ²	Предел пластичности, кН/мм ²	Относительное удлинение, %	Твердость, HV 10	ТКЛР в интервале 25-500°С, $\alpha \cdot 10^{-6} \text{°C}^{-1}$
Кобальтохромовые сплавы для дуговых протезов БЮГО-ДЕНТЫ (бюгельных)	CCS	1350-1400	8,4	222	0,8	0,65	9	360	14,6
	CCN	1330-1380	8,4	225	0,85	0,68	7	390	14,7
	CCН	1330-1380	8,4	228	0,9	0,7	7	400	14,7
	CCW	1335-1375	8,4	220	0,84	0,6	7	390	14,7
	ССС	1330-1380	8,4	227	0,9	0,72	18	400	14,7
	ССL	1250-1350	8,4	225	0,8	0,6	8	380	14,7
Кобальтохромовые сплавы для металлокерамических протезов КХ-ДЕНТЫ	CS	1375-1420	8,4	215	0,7	0,52	13	280	14,4
	CN	1380-1420	8,4	218	0,7	0,52	12	300	14,6
	CB	1380-1420	8,4	218	0,7	0,52	12	300	14,7
	CC	1390-1430	8,4	228	0,65	0,48	10	350	14,6
	CL	1320-1380	8,4	220	0,75	0,55	7	320	14,5
	DS	1280-1350	8	180	0,35	0,23	38	180	17
	DM	1290-1360	8	190	0,38	0,25	36	190	17
Никелехромовые сплавы для металлокерамических протезов НХ-ДЕНТЫ	NL	1150-1180	8,2	200	0,56	0,3	12	250	13,9
	NS	1250-1310	8,2	195	0,55	0,28	20	210	13,9
	NH	1380-1420	8,2	200	0,58	0,3	15	230	14
Железоникелехромовые сплавы для литых коронок ДЕНТАНЫ	DL	1120-1170	8	190	0,36	0,23	30	200	17
	D	1320-1380	7,9	180	0,32	0,22	30	200	17
	DS	1280-1350	8	180	0,35	0,23	38	180	17
	DM	1290-1360	8	190	0,38	0,25	36	190	17

Таблица 44

Содержание исходных компонентов в бытовых и стоматологических фарфоровых массах

Исходный компонент	Бытовой фарфор (твердый), %	Стоматологические фарфоровые массы, %
Полевой шпат	10-25	50-81
Кварц	14-35	15-30
Каолин	35-70	0-4
Металлические	1	<1

Таблица 45

Состав тугоплавкого, среднеплавкого и низкоплавкого фарфора

Фарфор	Компоненты фарфора, %		
	полевой шпат	кварц	каолин
Тугоплавкий	81	15	4
Среднеплавкий	61	29	10
Низкоплавкий	60	12	28

Таблица 46

Сравнение основных свойств искусственных пластмассовых и фарфоровых зубов (по Simionato, 1980)

Искусственные зубы из пластмассы	Искусственные зубы из фарфора
Высокая ударопрочность	Повышенная хрупкость
Пониженное сопротивление истиранию; мягкие	Повышенное сопротивление истиранию; очень твердые
Термическое расширение, аналогичное пластмассовым (акриловым) базисам. Внутреннее напряжение не определяется	Термическое расширение значительно ниже, чем у акриловых базисов. Внутреннее напряжение определяется
Нерастворимы в ротовой жидкости; могут незначительно изменять размеры	Абсолютно инертны в ротовой жидкости; не изменяют размеров
Вступают в химическое соединение с базисной пластмассой	Могут вступать в химическое соединение с основой пластмассы при обработке силанами. Наиболее реально механическое соединение посредством штифтов или отверстий
Простая абразивная обработка	Сложная абразивная обработка
Низкая температура размягчения; под давлением в охлажденном состоянии представляют определенную степень вязкой текучести	Высокая температура размягчения; при жевательных движениях не деформируются
Могут иметь хороший эстетический вид	Имеют прекрасный эстетический вид
Передают уменьшенную нагрузку слизистой оболочке протезного ложа	Передают полную нагрузку слизистой оболочке протезного ложа

Таблица 47

Состав керамических масс IPS-Классик (Лихтенштейн)

Основные компоненты	Количество (вес, %)
SiO ₂	44-65
Al ₂ O ₃	9-18
K ₂ O	6-14
Na ₂ O	4-9
TiO ₂	0-1
CeO ₂	0-1
SnO ₂	0-1
BaO	0-4
B ₂ O ₃	0-1
CaO	0-3,5
Керамические пигменты	+

Таблица 48

Сравнительная характеристика прочностных показателей фарфоровых масс

Вид фарфоровой массы	Прочностный показатель, МПа
Керамика, основанная на оксиде алюминия	75-100
Церестор	150
Оптек (кристаллы лейцитов)	150
Ин-Керам	400-600
Цера-Пирл (апатит)	150
Эмпресс (кристаллы лейцитов)	150
ОРС (кристаллы лейцитов) + Лау Вир	175
Процера	400-600
Эмпресс-2 (дисиликат лития)	300
ОРС-3G (дисиликат лития)	300

Таблица 49

**Требования к физическим и химическим свойствам керамики для
металлокерамических протезов по международным стандартам (по
Иноземцевой А.А., 1997)**

Свойство	Требования к слоям		
	грунтовый	дентинный	эмалевый
Объемная усадка при обжиге, %	40	40	40
Линейная усадка при обжиге, %	16	16	16
Прочность при изгибе, МПа	50	50	50
Сопrotивление пиропластической текучести:			
изменение высоты через 2 мин, %	-4 до 0	-2 до 8	-2 до 8
изменение высоты через 16 мин, %	-4 до 0	-10 до 19	-10 до 19
Химическая растворимость: потеря массы, %	-	0,05	0,05
Сопrotивление окрашиванию: появление видимых пятен на любой поверхности	0	0	0
Пористость	На участке диаметром 1 мм не более 16 пор диаметром более 30 мкм		
Коэффициент термического расширения ($\alpha \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	В пределах 0,5 от значения, указанного изготовителем		

Таблица 50

Режим обжига фарфоровой массы МК (по Глазову О.Д. и др., 1982)

Последовательность обжигов	Режим обжига		Условия обжига
	показатель на шкале регулятора температуры, $^\circ\text{C}$	время, мин	
Первый			
Прогрев у входа	1080	4-5	Атмосфера
Прогрев на лотке	900	4-5	Атмосфера
Обжиг	750-1080	7	Вакуум
	1080	0,5	Вакуум
Второй			
Прогрев у входа	920	5	Атмосфера
Прогрев на лотке	750	5	Атмосфера
Обжиг	750-920	5	Вакуум
Третий			
Прогрев у входа	920	5	Атмосфера
Прогрев на лотке	750	3	Атмосфера
Обжиг	750-920	5	Атмосфера
	920	1,5-2,5	Атмосфера

Таблица 55

Режим обжига керамических масс при использовании печи NEY (США) с горизонтальной камерой

Условие обжига	Обжиг непрозрачного грунтового слоя	Обжиг дентинного слоя	Обжиг для создания глянцевої поверхности
Сушка и предварительный подогрев, мин:			
- на входе в камеру для обжига	2	4	3
- в камере для обжига	2	2	
Температура готовности,	620	600	580
Общее время обжига, мин	7	7	7
Время обжига в вакууме, мин	6	6	-
Возрастание	60	60	60
Температура обжига, °С:			
- 1 -й обжиг	980	960	940
- 2-й обжиг	970	950	

Таблица 56

Режим обжига керамических масс в вакуумной печи Вита-инфрамат с вертикальным муфелем

Последовательность обжигов	Температура обжига, °С	Время нагрева, мин	Программа (P)	Время выдержки при температуре обжига, мин
1-й обжиг непрозрачного грунтового слоя	990	7	4	1
2-й обжиг непрозрачного грунтового слоя	980	7	4	1
1-й обжиг дентинного слоя (режущей)	970	9	6	1
Вероятный промежуточный обжиг	960	9	6	1
Обжиг для создания глянцевої поверхности с глазурной массой	940	9	5	1

Примечание. Фирма-изготовитель рекомендует ставить материал для обжига при температуре печи ниже 300°С. Непрозрачное покрытие (фунт) должно перед пуском программы 4 сушиться примерно 1-2 мин. Предварительная сушка дентинной массы и массы для режущей поверхности составляет 3-6 мин при температуре 100-300°С.

Таблица 57

Показатели по обжигу керамических масс IPS-Классик в печи Програмат Р90/Р95 (Лихтенштейн)

Вид обжига	P	T	t↑	B	S	H	V ₁	V ₂
Оксидационный обжиг	01/02 09-79	*	140°C	400	0,3'	*	*	*
1-й обжиг непрозрачной (грунтовой) массы	05 09-79	980°C	80°C	400	6'		550°C	979°C
2-й обжиг непрозрачной (грунтовой) массы	05 09-79	970°C	80°C	400	6'	1'	550°C	969°C
1-й обжиг дентинной массы	03 09-79	920°C	60°C	400	4'	1'	580°C	919°C
2-й обжиг дентинной массы (корректируемый)	03 09-79	910°C	60°C	400	4'	1'	580°C	909°C
Глазуровочный обжиг/краски без глазурной массы	04 09-79	920°C	60°C	400	4'	1'	0°C	0°C
Глазуровочный обжиг/краски с глазурной массой	04 09-79	900°C	60°C	400	4'	1'	0°C	0°C
Обжиг красок типа IPS Шэйдз	04	900°C	60°C	400	4'	1'	0°C	0°C
Обжиг полупрозрачной дентинной массы	03 09-79	920°C	60°C	400	4'	1'	580°C	919°C
Обжиг плечевых масс	05 09-79	960°C	80°C	400	4'		550°C	959°C

Примечание. * - аналогично таблице по сплавам; P - программа; T - температура обжига; t T - рост температуры; B - температура готовности; S - время закрытия; H - время выдержки; V₁ - включение вакуума; V₂ - выключение вакуума.