

Факторы успеха для идеального обжига керамики

Ключевые слова

Металло-керамика, облицовочная керамика, обжиг керамики, проверка степени обжига

С течением времени многие рабочие этапы мы начинаем выполнять по привычке и подсознательно. Мы нарабатываем навыки, которые позволяют сохранять голову свободной в ежедневной деятельности и не обдумывать каждое свое движение. Пока результат соответствует ожиданиям у нас нет никаких оснований что-либо менять. Однако, при неудаче мы должны переосмыслить наш технологический процесс и выснить, что стало причиной ее возникновения.

Эта статья должна помочь зубному технику, который занимается изготовлением реставраций с керамической облицовкой, научиться оценивать и регулировать важные параметры при обжиге керамики. Исходя из процесса обжига, он должен постараться осознать отдельные этапы и факторы успеха, которые оказывают влияние на качество керамических реставраций, и разработать критерии контроля для своей работы¹.

Процесс обжига – что собственно происходит в печи?

Если кратко представить с помощью изображений, полученных с помощью микроскопа с нагревом, то процесс обжига протекает в четыре этапа (рис. 1):

1. Изначально цилиндрический образец из облицовочной керамики (точка А) после достижения определенной – разной для каждой керамики – температуры начинает усаживаться.
2. Начинается собственно процесс обжига (точка В). С повышением температуры прямоугольный, с острыми кромками первоначальный контур теневого изображения все больше округляется.

¹ Подробнее читайте в: Michael J. Tholey, Norbert Thiel: Das Brennen von dentaler Verblendkeramik. Quintessenz Zahntech 2009;35(8):1018-1029.

3. В конечном итоге образуются перемычки между соседними зернами порошка, зерна керамики «спекаются» друг с другом. На этом предварительном этапе до полного расплавления объем керамики уменьшается примерно на 10-12% (точка С).
4. С повышением температуры контур все больше расплывается, процесс обжига медленно переходит в процесс плавления до достижения температуры плавления, когда теневое изображение образца приобретает форму полусферы (точка D).

Рекомендованная максимальная температура обжига гораздо ниже температуры плавления. Как следствие этого обожженная дентиновая масса содержит не полностью расплавленные компоненты. Прозрачность и насыщенность цвета зависят от доли стеклофазы в структуры. Чем выше доля стеклофазы, тем более интенсивными становятся оба этих параметра.

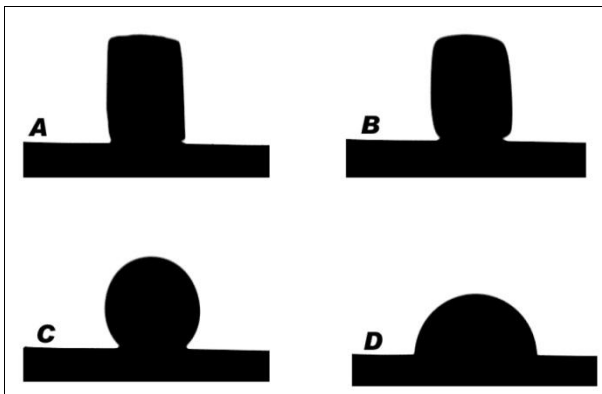


Рис. 1 Изображения, полученные с помощью микроскопа с нагревом, для определения степени деформации в зависимости от температуры на различных этапах обжига облицовочной керамики: (A) первоначальная форма цилиндрического образца из облицовочной керамики; (B) начинается процесс обжига, первоначальный контур с острыми кромками округляется; (C) контур все больше расплывается; (D) процесс обжига медленно переходит в процесс плавления, пока теневое изображение образца не приобретет форму полусферы.

Наши глаза воспринимают только прозрачность и насыщенность цвета. Все различия часто объясняют только конечной температурой обжига. Однако, на свойства керамики оказывают влияние и другие факторы. Степень обжига стоматологической керамики зависит от различных параметров, которые мы рассмотрим ниже.

Точное соблюдение времени предварительной сушки

Срочные работы в зубо-технической лаборатории требуются достаточно часто. Однако тот, кто хочет сэкономить время за счет уменьшения времени предварительной сушки, должен смириться с неизбежным ухудшением конечного результата, поскольку оно оказывает заметное влияние на свойства керамики (рис. 2). Причина заключается в том, что когда поверхность керамики уже расплавлена, жидкость и воздух больше не могут выйти из внутреннего пространства. В результате, в массе сохраняются воздушные пузырьки и остатки моделировочной жидкости. Увеличение времени предварительной сушки легко устраняет эту проблему.

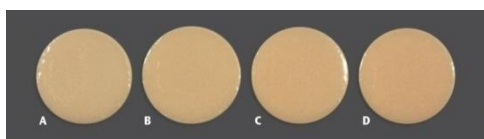


Рис. 2 Очевидное различие цвета одной и той же керамической массы при разном времени предварительной сушки: А: без сушки, В: 2 мин., С: 4 мин., D: 6 мин.

Правильное положение лифта

Если во время предварительной сушки к реставрации подводится недостаточное количество тепла, чтобы удалить воздух между зернами порошка и моделировочную жидкость, то к моменту начала нагрева в камере обжига керамика остается слишком влажной. Мельчайшие воздушные пузырьки и остатки моделировочной жидкости остаются в керамике. Из-за повышенного преломления света на воздушных пузырьках, это может привести к помутнению облицовки (рис. 3). Поэтому, очень важно точно соблюдать рекомендованное положение лифта.

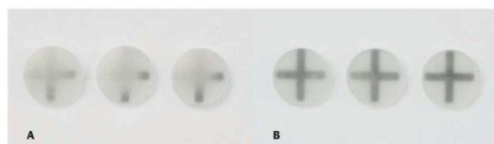


Рис. 3 Изменение прозрачности и цвета не полностью обожженной прозрачной массы при различных положениях лифта (А: печь закрыта на 25 %, В: печь закрыта на 75 %).

Время нагрева и температура обжига

Степень обжига зависит от температуры и времени нагрева. При медленном нагреве воздух находящийся в керамике удаляется лучше. При слишком быстром нагреве воздух в промежутках между зернами удаляется хуже и керамика становится мутной (рис. 4).



Рис. 4 Образцы керамики (масса Window) с различной степенью обжига в зависимости от времени нагрева (ось x) и температуры (ось y).

Оптимальное время выдержки

Оптимальное время выдержки в зависимости от керамики находится в диапазоне от одной до двух минут, при более длительной выдержке керамика обжигается слишком сильно и, несмотря на сравнительно низкую температуру, может даже расплавиться (рис. 5). Реставрация обожжена идеально, если кромки остались четкими и имеется легкий блеск. При пережоге керамики кромки заметно округляются. Избыток стеклофазы оказывает негативное влияние на некоторые физические свойства керамики.

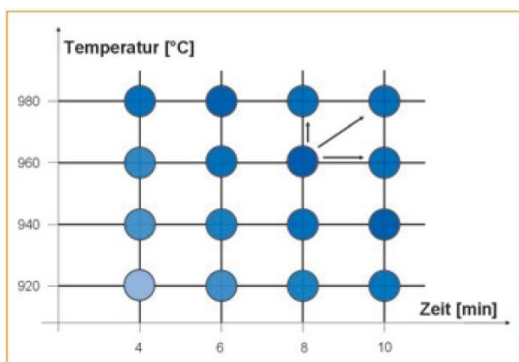


Рис. 5 Схематическое изображение обожженных образцов.

Керамику нужно охлаждать медленно

Время охлаждения оказывает влияние на коэффициент термического расширения (КТР) и термические напряжения, остающиеся в керамике. На быстро охлажденных образцах стоматологической керамики измеряемое значение КТР немного меньше, чем на образцах с медленным охлаждением. Медленное охлаждение после обжига устраняет сильные термические напряжения внутри облицовочной керамики.

Мутноватый внешний вид без вакуума

При идентичных параметрах обжига облицовочная керамика, обожженная без вакуума, обладает значительно меньшей прозрачностью, чем керамика, обожженная в вакууме (рис. 6). Без вакуума керамика остается молочно мутной, поскольку воздух не вытягивается из объема керамики, как это происходит в вакууме. Причина помутнения идентична той, которая была описана выше.

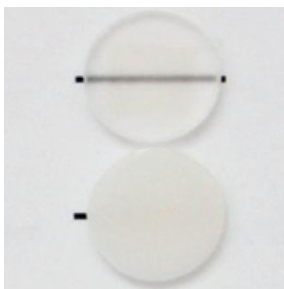


Рис. 6 Влияние вакуума на реставрации; сверху с, снизу без вакуума.

Добавки в моделировочную жидкость

В состав всех современных моделировочных жидкостей входят различные добавки, которые улучшают моделируемость масс, но при слишком коротком времени предварительной сушки или слишком быстром нагреве и слишком низкой конечной температуре обжига могут сильно изменить цвет и прозрачность керамики (рис. 7). Поэтому, очень важно, чтобы жидкость можно было полностью удалить. При замене жидкости время предварительной сушки может изменяться.

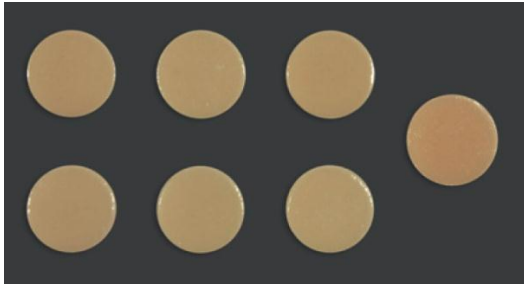


Рис. 7 Влияние различных моделировочных жидкостей.

Каркас – уменьшенная форма зуба для обеспечения определенной толщины облицовки

Влияние каркаса на долговечность и точность воспроизведения цвета керамических реставраций исследовалось множество раз. Только поддерживающий керамику каркас коронки или мостовидного протеза уменьшенной формы окончательной реставрации обеспечивает равномерность толщины слоя керамики максимально 1,5-2 мм.

Влияние на результат обжига оказывают также размер, объем и тип материала каркаса. Протяженному каркасу, например, в пять единиц для достижения равной степени прогрева необходимо больше времени, чем одиночной коронке. Здесь рекомендуется немного снижать скорость увеличения температуры при нагреве.

Оценка степени обжига обеспечивает надежность

Практикующим специалистам постоянно приходится сталкиваться с таким феноменом: несмотря на идентичные параметры обжига, его результаты по цвету отличаются друг от друга. Для печей разного типа причиной могут быть различия в конструкции. Для печей одинаковой конструкции такими причинами могут быть, например, разный возраст нагревательного элемента или разные партии изготовления.

Подобные наблюдения для многих практикующих специалистов становятся наиболее эффективным стимулом для проведения проверки степени

обжига^{2,3}. Такая проверка помогает зубному технику самостоятельно определить оптимальную степень обжига для любой своей печи. Контроль только по блеску поверхности совершенно недостаточно, поскольку он не дает никакой информации о степени обжига внутри керамики. Методика проверки, которая описывается ниже, является очень простой и может быть легко реализована в любой зубо-технической лаборатории.

Шаг 1: Очищающий обжиг в соответствии с рекомендациями производителя печи для снижения загрязнения различными компонентами сплава и нежелательных примесных эффектов в облицованной реставрации.

Шаг 2: На коронку наносится немного прозрачной массы. Для оценки степени округления необходимо смоделировать острые кромки.

Температура и скорость нагрева печи выбраны правильно, если пробный образец выходит из печи прозрачным, блестящим и с острыми кромками. При слишком высокой конечной температуре обжига образец приобретает «жирный» блеск, кромки округляются (рис. 8).



Рис. 8 Сравнение неправильно обожженной (слева) (недостаточный обжиг, плохой вакуум) и идеально обожженной (справа) коронки с массой Window системы VITA VM13.

² Claus H. Dentalkeramische Massen vor, während und nach dem Brennprozess. ZWR 1985;94:612-616.

³ Claus H. Ein einfacher Test zur Prüfung des Brenngrades der Dentalkeramik. Dent Lab 1997;45:245-248.

При слишком низкой конечной температуре обжига или слишком высокой скорости нагрева, образец становится млечным и мутным. Ближе всего к идеальному результату можно приблизиться, если проводить проверку с шагом в 5-10°C. Для каждой стадии необходимо моделировать и обжигать новый образец, поскольку однажды включенный в облицовочную керамику воздух выжечь уже невозможно.

Резюме

Причинно-следственные связи при обжиге стоматологической облицовочной керамики и влияние различных параметров обжига на его результат весьма сложны и разнообразны. Качество обжига можно регулировать благодаря изменению описанных факторов влияния, предполагая, что специалист провел систематическую и целенаправленную работу, чтобы идентифицировать факторы влияния и научиться ими управлять. Если, несмотря на соблюдение рекомендаций производителей печи и керамики, результат обжига отличается от ожидаемого, то проверка степени обжига представляет собой правильный способ выявления причин возникновения имеющихся отклонений.

Первоисточник ZTM 18, 5, 260-263 (2014), Spitta Verlag GmbH & Co. KG, Balingen, Deutschland.

Автор

Dr. Michael J. Tholey
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG
Spitalgasse 3, 79713 Bad Säckingen