

**СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
И ТЕХНИКИ  
В РЕСТАВРАЦИОННОЙ  
ТЕРАПИИ**

Минск БГМУ 2022

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ЭНДОДОНТИИ

# СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНИКИ В РЕСТАВРАЦИОННОЙ ТЕРАПИИ

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2022

УДК 616.314-089.23-089.844(075.8)

ББК 56.6я73

С56

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 17.11.2021 г., протокол № 9

А в т о р ы: Л. Н. Полянская, А. И. Делендик, Е. В. Шумакова, И. А. Захарова

Р е ц е н з е н т ы: д-р мед. наук, проф. Н. А. Юдина; канд. мед. наук, доц. С. А. Гранько

**Современные материалы и техники в реставрационной терапии** : учебно-методическое пособие / Л. Н. Полянская [и др.]. – Минск : БГМУ, 2022. – 68 с.

ISBN 978-985-21-1150-8.

Рассматриваются классификации, особенности состава, свойства, показания и противопоказания к применению современных материалов для прямой реставрации зубов, дается обоснование выбора реставрационного материала в разных клинических ситуациях. Подробно рассматриваются все этапы и особенности восстановления твердых тканей зубов с использованием современных композиционных материалов, стеклоиономерных цементов, амальгамы.

Предназначено для студентов 5-го курса стоматологического факультета в рамках изучения терапевтической стоматологии.

УДК 616.314-089.23-089.844(075.8)

ББК 56.6я73

---

Учебное издание

**Полянская** Лариса Николаевна  
**Делендик** Андрей Иванович  
**Шумакова** Елена Владимировна  
**Захарова** Ирина Анатольевна

## **СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНИКИ В РЕСТАВРАЦИОННОЙ ТЕРАПИИ**

Учебно-методическое пособие

Ответственная за выпуск В. А. Андреева  
Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 28.10.22. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Хероx office».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 3,95. Уч.-изд. л. 3,9. Тираж 60 экз. Заказ 479.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-21-1150-8

© УО «Белорусский государственный  
медицинский университет», 2022

# РАЗДЕЛ 1

## СОВРЕМЕННЫЕ РЕСТАВРАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

**Общее время занятия:** 70–90 мин.

Развитие материаловедения в стоматологии позволило не только замещать дефект твердых тканей, но и полноценно восстанавливать анатомические, функциональные и эстетические параметры зубов. Поэтому в настоящее время термин «пломбировочные материалы» постепенно вытесняется термином «реставрационные материалы». Современный энциклопедический словарь представляет следующее толкование этих понятий: пломба зубная — пластический твердеющий материал, которым заполняют образовавшуюся в зубе полость с целью восстановления его анатомической формы и функции; реставрация — восстановление, возобновление чего-либо в первоначальном или близком к нему виде.

В настоящий момент реставрация в стоматологии предусматривает не только устранение дефекта, но и восстановление анатомической формы зуба, цвета, параметров прозрачности, создание должных окклюзионных отношений. Процесс совершенствования материалов для реставрации зубов идет непрерывно, поэтому их эффективное применение требует от врача широких знаний и постоянного самосовершенствования. На занятии подробно разбираются классификации, особенности состава, свойства, показания и противопоказания к применению современных реставрационных материалов. Высокий уровень знаний по данному разделу позволит правильно обосновать выбор материала в конкретной клинической ситуации, что является важным условием обеспечения надежности и долговечности реставрации.

**Цель занятия:** интегрировать знания об основных свойствах современных реставрационных материалов, обосновать показания и противопоказания к их использованию.

**Задачи занятия.** Студент должен знать:

- классификацию современных реставрационных материалов;
- состав, свойства, показания к применению на терапевтическом приеме всех групп современных реставрационных материалов;
- обоснование выбора современных материалов для восстановления твердых тканей зубов.

**Для полного освоения темы** студенту необходимо повторить:

- из анатомии человека: особенности анатомического строения коронок зубов в зависимости от их групповой принадлежности, кровоснабжение и иннервацию зубов и тканей периодонта;
- гистологии, цитологии, эмбриологии: гистологическое строение эмали, дентина, цемента зуба;

– общей стоматологии: состав и физико-химические свойства пломбировочных материалов;

– терапевтической стоматологии: клинику и диагностику кариеса и некариозных поражений зубов, планирование обследования и лечения пациента с заболеваниями твердых тканей зубов.

**Контрольные вопросы из смежных дисциплин:**

1. Анатомическое строение зуба.
2. Кровоснабжение и иннервация зубов и тканей периодонта.
3. Гистологическое строение эмали, дентина, цемента.
4. Материаловедение в стоматологии: состав и физико-химические свойства пломбировочных материалов.

**Контрольные вопросы по теме занятия:**

1. Классификация современных реставрационных материалов.
2. Амальгама: состав, свойства, показания и противопоказания к применению.
3. Стеклоиономерные цементы. Классификация, состав, свойства, показания к применению. Аатравматическое восстановительное лечение.
4. Композиционные материалы. Классификация, состав, свойства, показания к применению.
5. Сравнительная характеристика композиционных материалов. Регулярные, текучие и пакуемые композиты.
6. Компомеры. Состав, свойства, показания к применению.
7. Ормокеры. Особенности химического строения. Свойства, показания к применению.
8. Композиты объемного внесения. Особенности, свойства, показания к применению.
9. Противопоказания к применению композиционных материалов.
10. Адгезивная техника реставрации. Характеристика адгезивных систем.
11. Обоснование выбора реставрационного материала.

**Для подготовки к занятию** студенту необходимо повторить учебный материал из смежных дисциплин. Затем необходимо ознакомиться с учебным материалом издания и соответствующим лекционным материалом. Для того чтобы изучение темы было более осознанным, студенту рекомендуется вести записи вопросов и замечаний, которые впоследствии можно выяснить в ходе дальнейшей самостоятельной работы с дополнительной литературой или на консультации с преподавателем.

Для **самоконтроля усвоения темы** рекомендуется использовать тестовые задания к данному занятию, изложенные в «Сборнике тестов для самоконтроля знаний студентов БГМУ».

**Завершающим этапом в работе над темой** служат контрольные вопросы, ответив на которые студент может успешно подготовиться к занятию.

## **ТРЕБОВАНИЯ К РЕСТАВРАЦИОННЫМ МАТЕРИАЛАМ**

При всем многообразии в настоящее время не существует материала, который бы полностью соответствовал по своим качествам утраченным структурам зуба. Тем не менее, современные реставрационные материалы, предназначенные для восстановления анатомической формы, функции и внешнего вида зубов, должны максимально отвечать следующим требованиям:

1. Безвредность для тканей зуба, периодонта, слизистой оболочки рта и организма в целом.

2. Достаточно высокий предел прочности на сжатие и изгиб, обеспечивающий устойчивость реставрации под действием больших жевательных нагрузок, невысокий абразивный износ.

3. Стабильность объема. Материал не должен давать усадку или расширяться при переходе в твердое состояние.

4. Хорошая адаптация к стенкам полости и высокая адгезия, обеспечивающая оптимальную герметичность соединения с твердыми тканями зуба.

5. Незначительная теплопроводность.

6. Совокупность оптических свойств (оттенок, насыщенность, прозрачность), обеспечивающих эстетичность реставрации.

7. Хорошая полируемость (качество поверхности и блеск реставрации). Является не только эстетическим, но и гигиеническим требованием, поскольку позволяет замедлить образование и закрепление микробной биопленки.

8. Цветовая стабильность — устойчивость к изменению оттенка при полимеризации и в процессе функционирования реставрации.

9. Удобство в работе — простота моделирования и стабильность формы.

10. Рентгеноконтрастность. Облегчает контроль качества и плотности краевого прилегания изготовленных реставраций.

11. Кариесстатическое действие на ткани зуба.

Большинство из этих требований определены Международным стандартом качества ISO 4049.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ РЕСТАВРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Для проведения прямых реставраций используются следующие группы пластических твердеющих материалов:

1. Металлические:

а) амальгама.

2. Цементы:

а) минеральные:

– силикофосфатные;

- б) полимерные:
  - поликарбоксилатные;
  - стеклоиономерные.
- 3. Полимерные материалы:
  - а) композиты;
  - б) компомеры;
  - в) ормомеры.

## АМАЛЬГАМА

Применение амальгамы в стоматологии имеет давние традиции. Первые сообщения об использовании серебряно-оловянной пасты известны из древних китайских рукописей (659 г.). В Европе попытки пломбирования зубов металлическим сплавом предпринимались еще в XVI в., однако они не носили системного и научного характера. В 1826 г. француз А. Traveau разработал амальгаму из ртути и серебряных монет и ввел ее в развивающуюся тогда стоматологическую практику. Со временем состав был значительно усовершенствован, и из пломбировочного материала, который замешивал сам врач, амальгама превратилась в продукт, изготавливаемый по специальной технологии. Данный вид реставрации спустя почти 200 лет после своего появления до сих пор не утратил актуальности и выдержал испытание временем.

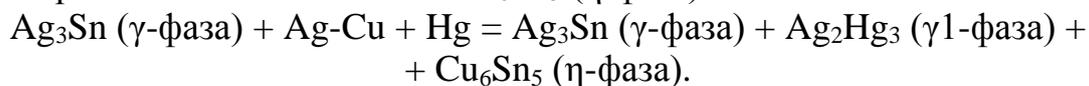
Амальгама — это самоотвердеющий металлический сплав, который получают в результате смешивания в определенных пропорциях ртути и порошка, содержащего разные металлы.

Основой порошка в **традиционных амальгамах** является сплав серебра с оловом  $Ag_3Sn$  ( $\gamma$ -фаза). Доля серебра колеблется в пределах 65–75 %, олова — 23–33 %. Кроме того, порошок содержит медь (2–8 %) и следы других металлов (цинка, свинца). В процессе амальгамирования (смешивания ртути и порошка) происходит образование соединения серебра и ртути  $Ag_2Hg_3$  ( $\gamma_1$ -фаза), а также олова и ртути  $Sn_7Hg$  ( $\gamma_2$ -фаза). Непрореагировавшие частицы  $\gamma$ -фазы распределяются в амальгаме и играют роль наполнителя.

$$Ag_3Sn (\gamma\text{-фаза}) + Hg = Ag_3Sn (\gamma\text{-фаза}) + Ag_2Hg_3 (\gamma_1\text{-фаза}) + Sn_7Hg (\gamma_2\text{-фаза}).$$

После завершения процесса амальгамирования  $\gamma_1$ -фаза занимает 60 % объема, непрореагировавшие частицы  $\gamma$ -фазы — 30 % и 10 % приходится на  $\gamma_2$ -фазу, которая со временем разрушается из-за коррозии.

В **современных амальгамах** содержание меди составляет 12–24 % (может доходить до 30 %), серебра — 40–70 %, олова — 12–30 %. В состав также могут входить индий (0–4 %), палладий (0,5 %) и цинк (до 1 %). Медь не взаимодействует с ртутью, но активно реагирует с оловом с образованием интерметаллического сплава  $Cu_6Sn_5$  ( $\eta$ -фаза).



Таким образом, благодаря большой реактивности меди, амальгама после схватывания не содержит  $\gamma_2$ -фазу, что способствует повышению ее коррозионной устойчивости, механической прочности и сокращает время схватывания.

Частицы порошка амальгамы бывают малыми, средними и большими. Чем меньше размер частиц, тем быстрее происходит схватывание амальгамы, но при этом остается большее количество свободной непрореагировавшей ртути. По форме частицы разделяются на игольчатые и сферические. Игольчатые частицы требуют больше ртути для амальгамирования, реакция протекает медленнее, конденсация предусматривает приложение большей силы, но амальгамы с такими частицами более прочные. Сферическая форма частиц способствует увеличению скорости амальгамирования, требует приложения меньшей силы при конденсации, однако усадка материала и содержание остаточной ртути больше. Поэтому многие современные амальгамы содержат частицы двух видов.

Амальгама до сих пор является эталоном для сравнения с современными пломбировочными материалами благодаря ряду **преимуществ**:

- долговечность (средний срок службы пломб из амальгамы составляет около 10 лет);
- высокая прочность и износостойкость;
- более низкая стоимость в сравнении с другими реставрационными материалами;
- простая, быстрая и малотребовательная к условиям работы техника применения;
- меньшая зависимость от состояния гигиены полости рта;
- возможность создания хорошего контактного пункта, сохранение его весь срок службы пломбы;
- высокая рентгеноконтрастность.

**Недостатками** амальгамы являются:

- несоответствие требованиям эстетики;
- низкая адгезия к тканям зуба и необходимость создания ретенционной формы полости, что зачастую требует удаления здоровых тканей;
- высокая тепло- и электропроводность, потенциальная возможность вызвать эффект гальванизма в полости рта;
- дополнительные мероприятия по утилизации отходов.

В последние десятилетия продолжаются дискуссии по вопросу безопасности применения амальгамы в связи с содержанием в ней ртути. Однако, как показывают многочисленные исследования, количество ртути, выделяющейся из амальгамовых реставраций во время их постановки, удаления или в результате коррозии, незначительно и не может привести к интоксикации организма. Это количество намного ниже тех доз ртути, которые человек получает из воздуха и пищи, особенно если его рацион богат рыбой, мясом или если он много курит.

Потенциально более опасна амальгама для медицинского персонала. Поэтому при работе следует обязательно использовать маски и перчатки, избегать ультразвуковой конденсации материала, использовать адекватный водяной спрей и аспиратор во время карвинга и полировки. Остатки амальгамы собираются в ту же капсулу, их сбор и вывоз согласовывается с районными ЦГЭ и МЧС.

#### **Показания к применению амальгамы:**

1. Лечение кариозных дефектов I и II классов среднего и большого размера.

2. Лечение полостей V класса в молярах и премолярах при отсутствии высоких эстетических требований.

3. Восстановление культи зуба.

Амальгама является предпочтительным материалом для реставраций зубов:

– у пациентов с неадекватной гигиеной рта;

– в случаях, когда контроль сухости рабочего поля затруднен или невозможен;

– в случаях, когда низкая цена является определяющим моментом в выборе пломбировочного материала.

#### **Противопоказания для использования амальгамы:**

1. Аллергия на любой металл, входящий в состав амальгамы.

2. Высокие эстетические требования к реставрации.

В настоящее время имеет место тенденция к снижению популярности амальгамы во всех странах. Во многом это связано с инициативой ВОЗ по глобальному снижению использования амальгамы, что обосновано рисками загрязнения окружающей среды ртутными отходами. При этом рекомендуется постепенно сокращать использование амальгамы за счет активного внедрения профилактики и применения альтернативных реставрационных материалов.

## **СТЕКЛОИОНОМЕРНЫЕ ЦЕМЕНТЫ**

Стеклоиономерные цементы (СИЦ) возникли как результат разработок по замещению силикатных цемента, которые использовались в стоматологии более 80 лет. Первый материал этого класса был разработан А. D. Wilson и В. E. Kent (1971) и выпущен в начале 70-х гг. в США компанией «De Trey».

Стеклоиономерный цемент является классическим кислотно-основным материалом, в котором основной компонент представлен фторалюмосиликатным стеклом с высоким содержанием фтора, а кислотный компонент — полиакриловой кислотой (45–50%-ный раствор) и ее кополимерами с итаконовой и малеиновой кислотами.

При смешивании компонентов начинается реакция отвердевания, которая проходит *3 последовательные стадии*:

**1. Растворение** (гидратация, выделение ионов, выщелачивание ионов). Во время этой стадии протоны кислоты реагируют с поверхностным слоем стеклянных частиц с экстрагированием из него ионов алюминия, кальция, натрия и фтора.

**2. Загустевание** (первичное гелеобразование, нестабильное отвердевание). Происходит быстрое сшивание молекул поликислот ионами кальция с образованием геля. Избыток влаги в этой стадии приводит к вымыванию ионов металлов, что снижает возможность дальнейшего поперечно-пространственного связывания молекул кислоты и делает материал более слабым.

**3. Отвердевание** (дегидратация, созревание, окончательное отвердевание). Обеспечивается в основном сшиванием цепей поликислот ионами алюминия. Эта стадия длится до 24 ч и более и определяет финальную прочность материала. Материал становится чувствительным к обезвоживанию.

В результате образуется цемент, состоящий из частиц стекла, взвешенных в иономере (полимере, связанном с ионами металлов). Часть ионов фтора свободно лежит среди матрикса, но участия в его формировании не принимает. Фториды способны выделяться из отвердевшего материала и вновь им поглощаться, не оказывая влияния на физические свойства пломбы.

### СВОЙСТВА СТЕКЛОИОНОМЕРНЫХ ЦЕМЕНТОВ

**Химическая адгезия к тканям зуба.** СИЦ образуют истинные химические соединения с твердыми тканями зуба. Этот тип адгезии возможен благодаря наличию биоактивной полиакриловой кислоты, которая обеспечивает процесс ионообмена между цементом и прилежащими структурами зуба. При этом образуются соединения карбоксилатных групп с кальцием гидроксиапатита дентина и эмали.

**Химическая адгезия к различным материалам (композитам, амальгамам, материалам, содержащим эвгенол, к нержавеющей стали, олову, золотому сплаву).** Осуществляется за счет образования хелатных и водородных связей СИЦ с различными субстратами.

**Фторзависимый кариесстатический эффект.** Основан на двух явлениях, происходящих во время и после затвердевания СИЦ: выделение фтора и образование слоя фторсодержащих апатитов на границе между материалом и тканями зуба. Выделение ионов фтора начинается в первую фазу (фазу растворения), достигая максимума через 24–48 ч, и резко снижается после 72 ч. В этот период создается резерв фторида, который будет выделяться в снижающихся количествах в течение 1 месяца и затем на очень низком уровне до 12 месяцев. Выделение фтора прямо пропорционально количеству СИЦ. Этим объясняется низкий резерв фторида, создаваемый прокладочными цементами, наносимыми тонким слоем.

**Высокая биологическая совместимость.** Неоднократно проводимые тесты с культурой ткани *in vitro*, а также эксперименты *in vivo* подтвердили низкую цитотоксичность СИЦ. Кроме того, отсутствие раздражающего действия на пульпу обусловлено большим размером молекулы полиакриловой кислоты, что не позволяет ей проникнуть в дентинные каналы.

**Близость коэффициента термического расширения к таковому эмали и дентина.** Предотвращает нарушение краевого прилегания пломбы при изменениях температур в полости рта.

**Высокая прочность на сжатие.** Приближается к таковой у композиционных материалов, что позволяет использовать СИЦ в качестве базы при применении сэндвич-техники.

**Высокая эластичность.** Способность материала к пластической деформации компенсирует напряжение, накапливающееся в пришеечной области зуба во время его микродвижений при жевании, что позволяет применять СИЦ в полостях V класса. Кроме того, при применении в качестве прокладки под реставрацию СИЦ компенсирует внутреннее напряжение, формирующееся при усадке композита.

**Низкая устойчивость к истиранию.** Ограничивает применение СИЦ в качестве постоянного пломбировочного материала (за исключением полостей III и V классов).

**Низкая прочность на диаметрально растяжение.** Это свойство объясняет хрупкость СИЦ и делает невозможным его применение в местах значительной окклюзионной нагрузки, особенно разнонаправленной.

**Эстетические свойства.** Цвет СИЦ обеспечивается видом стекла и добавками цветовых пигментов. Цветовые качества этих материалов вполне удовлетворительны, однако основную эстетическую проблему составляет недостаточная прозрачность. Нередко СИЦ выглядят тусклыми и безжизненными, что ограничивает их использование для эстетических реставраций. С другой стороны, высокая opakовость цементов бывает полезной для маскировки пятен и других образований высокой интенсивности окрашивания. Еще одной проблемой стеклоиономерных цементов является недостаточная полируемость, не позволяющая обеспечить качество поверхности реставрации, близкое к поверхности естественного зуба.

**Растворимость.** СИЦ весьма чувствительны к влаге на начальной стадии отвердевания. Растворение незрелого цемента может продолжаться в течение 24 ч. Это объясняет необходимость временной защиты поверхности материала водонепроницаемым слоем. В то же время преимуществом СИЦ перед другими цементами является более низкая растворимость в кислотах.

**Усадка.** Объемная усадка СИЦ составляет 1,0–3,6 % через 30 с после их наложения и 2,8–7,1 % — после 24 ч. Однако поглощение воды компенсирует эту усадку и отвечает за стабильность размеров пломб. Вода адсорбируется цементом при условии высокой относительной влажности (85 % и более), что особенно важно на стадии окончательного отвердевания.

## КЛАССИФИКАЦИЯ СИЦ

### По составу и типу отвердевания:

1. Традиционные СИЦ (химического отвердевания):
  - классические;
  - аквацементы;
  - кермет-цементы.
2. Гибридные СИЦ (модифицированные полимером):
  - двойного отвердевания;
  - тройного отвердевания.

### По клиническому назначению:

- I тип — фиксирующие (лютинговые) цементы;
- II тип — восстановительные (реставрационные) цементы:
- II.1 — для эстетических реставраций;
  - II.2 — для нагруженных реставраций;
- III тип — быстротвердеющие СИЦ:
- III.1 — цементы для прокладок;
  - III.2 — фиссурные герметики.

*Классические СИЦ* — двухкомпонентные. Порошок (фторалюмосиликатное стекло) замешивается на водном растворе полиакриловой кислоты. Представители — Fuji II (GC), Ionofil Plus (VOCO), IonoStar Plus (VOCO), Ketac-Fil Plus (3M).

*Аквацементы* замешиваются на дистиллированной воде. В таких материалах высушенная при низкой температуре поликислота добавлена к стеклянному порошку. Преимуществами таких материалов являются облегчение смешивания за счет снижения вязкости жидкости, исключение возможности передозировки компонентов, удобство при транспортировке и хранении, увеличение срока годности. Представители — Aqua Ionofil Plus (VOCO), ChemFil Superior (Dentsply Sirona), Аквион (ВладМиВа), Аквадент (РБ).

*Кермет-цементы* (ceramic-metal mixture). В состав этих цементах введены частицы металлов, чаще всего серебряно-палладиевого сплава. Металлы образуют хелатные соединения с полиакриловой кислотой, что повышает прочность, твердость цемента, устойчивость к истиранию, а также ускоряет реакцию отвердевания. Первые образцы кермет-цементов имели серый оттенок, а также приводили к пигментации десневых сосочков за счет высвобождения ионов серебра. Последние разработки в значительной степени лишены этих недостатков. Представители — Argion (VOCO), Ketac Silver (3M), MiracleMix (GC), Аргецем (ВладМиВа).

*Резинмодифицированные СИЦ двойного отвердевания* отличаются модификацией конечных молекул поликислот метакрилатными группами и введением в состав цемента активаторов и инициаторов светового отвердевания.

В результате при смешивании порошка и жидкости происходят две реакции:

- полимеризация метакрилатов под действием галогенового света с образованием жесткой структуры материала;
- классическая кислотно-основная стеклоиономерная реакция.

Быстрое начальное затвердевание делает материал менее чувствительным к влаге и дегидратации, а также повышает его прочность. Во избежание остатка непрореагировавших метакрильных групп рекомендуется послойная техника нанесения материала. Представители — Ionogem LC (DCL), Fuji II LC (GC), Photac-Fil (3M), Ionoseal (VOCO), Geristore (DenMat).

*Резинмодифицированные СИЦ тройного отвердевания*, помимо двух вышеописанных, имеют третий механизм отвердевания — каталитический. Порошок этого материала содержит инкапсулированный катализатор, который высвобождается при замешивании и запускает реакцию связывания метакрильных групп в участках, недоступных для проникновения света фотополимеризатора. Это дает возможность одномоментного внесения, а также гарантирует полноценное отвердевание материала даже при недостаточном светоблучении. Представитель — Vitremer (3M).

*Фиксирующие СИЦ (I тип)* предназначены для фиксации вкладок, накладок, коронок, мостовидных протезов, ортодонтических конструкций. Эти цементы отличаются уменьшенным размером стеклянных частиц (25 мкм), более жидкой консистенцией и длительным рабочим временем (среднее время затвердевания — 6–9 мин). Представители — Fuji I (GC), Ionofix (VOCO), Ketac-Cem (3M), AquaCem (Dentsply Sirona), Ортофикс (ВладМиВа).

*Восстановительные СИЦ (II тип)* предназначены для реставраций дефектов в зубах. Они имеют средний размер частиц 40 мкм. Среднее время отвердевания составляет 4 мин.

Материалы 1-го подтипа предназначены для эстетических реставраций (III и V класса). Изменение соотношения компонентов порошка в сторону оксида кремния улучшает эстетические свойства СИЦ (в частности, прозрачность), однако снижает прочность, делая невозможным его применение в жевательных зубах, и несколько удлиняет время затвердевания, повышая чувствительность к влаге и дегидратации. Представители — Aqua Ionofil (VOCO), Ionolux (VOCO), Secura-Fil (W+D Dental), Fuji II (GC), Fuji VIII GP (GC).

Материалы 2-го подтипа применяются для нагруженных реставраций — постоянного пломбирования временных зубов, отсроченного пломбирования постоянных зубов, для замещения дентина в сэндвич-технике. Они уступают в эстетических качествах, но обладают большей прочностью и более высокой скоростью затвердевания с ранней устойчивостью к влаге. Представители — Ketac Molar (3M), Ionofil Molar (VOCO), IonoStar Molar (VOCO), Fuji IX (GC), ChemFlex (Dentsply Sirona), EQUIA FORTE (GC), EQUIA (GC).

*Быстротвердеющие СИЦ* (III тип) применяются в качестве прокладок и фиссурных герметиков. Требованиями, предъявляемыми к материалам этого типа, являются более короткое рабочее время и время отвердевания, рентгеноконтрастность, образование достаточно тонкой пленки, обеспечивающей сохранение рельефа изолируемой поверхности. Быстротвердеющие цементы менее прочны в сравнении с другими СИЦ, средний размер частиц составляет 5 мкм. Представители — Fuji Lining LC (GC), Vitrebond (3M), Ionoseal (VOCO), Fuji Triage (GC).

#### **Показания к применению СИЦ:**

1. Кариозные полости III и V классов в постоянных зубах. Возможно применение СИЦ для пломбирования кариозных полостей I класса в неокклюзионном поле (в вестибулярных и оральных слепых ямках на молярах).

2. Некариозные поражения зубов пришеечной локализации.

3. Кариес корня.

4. Отсроченное временное пломбирование постоянных зубов.

5. Кариозные полости всех классов во временных зубах.

6. В качестве изолирующей прокладки.

7. Для замещения дентина в сэндвич-технике.

8. Небольшие восстановления культи зуба.

9. Для фиксации штифтовых конструкций, вкладок, коронок, мостовидных протезов, ортодонтических аппаратов.

10. Для герметизации фиссур.

11. В качествесилера при пломбировании корневых каналов.

12. Лечение кариеса зубов с применением ART-методики.

Условиями, при которых применение СИЦ предпочтительнее использования композиционных материалов, являются:

– плохая гигиена полости рта;

– множественный кариес;

– поражения твердых тканей зуба ниже уровня десны;

– невозможность технологически выполнить реставрацию композитом.

#### **АТРАВМАТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ЛЕЧЕНИЕ (ART-МЕТОДИКА)**

ART-методика — atraumatic restorative treatment — была предложена Тасо Pilot (Нидерланды). Она предусматривает пломбирование кариозной полости без препарирования материалами, обладающими противокариозным действием. Наиболее приемлемы в этих целях СИЦ. Очищение полости перед пломбированием проводится с помощью экскаватора или других ручных инструментов. Метод дешевый, нетрудоемкий и не требует высокой квалификации стоматолога.

Тем не менее, ART-методика не рекомендуется к широкому применению и обычно выполняется при отсутствии условий для осуществления качественного препарирования кариозных полостей. Она рекомендована ВОЗ

(1994) для оказания стоматологической помощи жителям бедных регионов, беженцам, малообеспеченным слоям населения.

В условиях стоматологической поликлиники методика может быть применена в следующих случаях:

- при оказании помощи пациентам, испытывающим непреодолимый страх перед бормашиной, особенно детям;
- при лечении физически и умственно-отсталых людей;
- при лечении пожилых пациентов;
- при лечении пациентов с тяжелой общесоматической патологией.

## КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**Композитом** называется пространственное сочетание или комбинация различных по физико-химической природе материалов, которые имеют достаточно четкую границу раздела, причем эта комбинация обладает новыми свойствами, отличными от свойств каждого из составляющих ее материалов в отдельности.

Любой композиционный материал состоит из 3 структурных элементов: полимерной матрицы, неорганического наполнителя, межфазного силанового слоя.

В качестве основного компонента полимерной матрицы в композитах используют мономер с высоким молекулярным весом Bis-GMA или его производные (UDMA и др.). Вследствие высокой вязкости Bis-GMA в матрицу дополнительно вводят так называемые мономеры-разбавители (TEGDMA). Полимерная матрица обеспечивает текучесть или пластичность материала в исходном состоянии, а после отвердевания — стабильность формы, монолитность, герметичность.

В качестве наполнителя в композиционных материалах применяются оксид кремния различной модификации, бариевые, стронциевые и циркониевые стекла, оксид алюминия, гидроксипатит и некоторые другие неорганические соединения. В настоящее время усовершенствование рабочих характеристик и физических свойств композитов осуществляется, главным образом, за счет изменения концентрации и размеров частиц наполнителя. Поскольку при полимеризации материала усадке подвергается исключительно полимерная матрица, а объем наполнителя остается неизменным, за счет него можно снизить общую величину усадки с 10–20 % (ненаполненная матрица) до 2–3 %. Неорганический наполнитель также определяет такие важные свойства композита, как прочность и абразивная устойчивость.

Связь наполнителя с полимерной матрицей обеспечивается за счет межфазного силанового слоя, представленного кремнийорганическими соединениями. Устойчивая адгезия обуславливает снижение водопоглощения материала, повышение его прочности и износостойкости.

Композиты можно классифицировать по нескольким критериям:

**По размеру частиц наполнителя:**

1. Макронаполненные (8–12 мкм и больше).
2. Микронаполненные (0,01–0,1 мкм):
  - гомогенные;
  - негомогенные.
3. Гибридные (0,01–10 мкм):
  - с обычным наполнителем (< 10 мкм);
  - тонким наполнителем (< 5 мкм);
  - ультратонким наполнителем (< 3 мкм);
  - субмикронным наполнителем (< 1 мкм).
4. Нанокompозиты:
  - нанонаполненные (1–100 нм);
  - наногибридные (наночастицы + гибридный наполнитель).

**По составу полимерной матрицы:**

1. Чистые метакрилаты (традиционные композиты).
2. Метакрилаты, модифицированные кислотой (компомеры).
3. Неорганически-органическая матрица (ормомеры).
4. Матрица со сниженной усадкой (на основе силоранов, высокомолекулярных мономеров).
5. Матрица, содержащая функциональные мономеры (самоадгезивные композиты).

**По вязкости:**

1. Средней вязкости — регулярные.
2. Низкой вязкости — текучие.
3. Высокой вязкости — конденсируемые (пакуемые).

**По типу полимеризации:**

1. Химического отвердевания.
2. Светового отвердевания.
3. Двойного отвердевания.

## МАКРОНАПОЛНЕННЫЕ КОМПОЗИТЫ

Макронаполненные материалы были первыми в истории представителями класса композитов. Для них характерен большой размер (8–12 мкм и больше) и «нерегулярность» форм частиц наполнителя, содержание которого составляет 60–70 % по объему. Представителями макрофилов являются Concise (3M), Adaptic (Dentsply Sirona), Эвикрол (Spofa Dental).

Несмотря на хорошие физические свойства, эти материалы обладают низкой стойкостью к абразивному износу. Причиной этого являются не свойства наполнителя, а механический износ полимерной матрицы. При истирании матрицы частицы наполнителя попросту выпадают из нее, оставляя после себя крупные пустоты. Окружающие частицы оказываются недостаточно прочно закрепленными и точно так же могут выпадать при

следующем цикле воздействия жевательных нагрузок. В результате утраты наполнителя резко снижается стабильность структуры поверхностных слоев пломбирочного материала. Шероховатость поверхности реставрации сопровождается выраженным стиранием зуба-антагониста. Большие размеры частиц наполнителя к тому же негативно влияют на процесс полирования и цветостабильность композита. В связи с вышеуказанными недостатками на сегодняшний день макронаполненные материалы утратили свою актуальность. В последнее время композиты с крупными частицами наполнителя выпускаются для восстановления культи зуба, например, MultiCore (Ivoclar Vivadent), Rebilda (VOCO).

### МИКРОНАПОЛНЕННЫЕ КОМПОЗИТЫ

Создание микронаполненных композитов стало возможным благодаря новой технологии плазменного пиролиза кремниевой кислоты, позволяющей получить частицы неорганического наполнителя размером 0,01–0,1 мкм. Первыми представителями этой группы были *гомогенные* микрофилы. Их несомненными преимуществами явились хорошая полируемость и длительное сохранение блеска поверхности реставрации. Однако эти материалы обладали серьезными недостатками: большой усадкой при полимеризации и очень низкой устойчивостью к механической нагрузке. Причиной этого является тот факт, что для обеспечения пластических свойств материала в полимерную матрицу нельзя вводить микронаполнители в высокой концентрации, чтобы избежать наличия частиц, не связанных с матрицей. Поэтому наполненность гомогенных микрофилов была очень низкой.

Для разрешения данной проблемы производители стали использовать предварительно полимеризованные микронаполнители. При этом сначала полимеризуют микронаполненный композит, затем его измельчают и уже этот порошок добавляют в рецептуру традиционного микрофильного материала. Таким образом, композит становится *негомогенным* (содержит наряду с микрочастицами предварительно полимеризованные комплексы). Это позволяет значительно повысить общую концентрацию наполнителей (с 20 до 59 об.%) и, следовательно, улучшить основные механические характеристики. Тем не менее, микронаполненные композиты уступают по ряду параметров другим материалам:

- обладают недостаточной механической прочностью;
- нерентгеноконтрастны;
- имеют высокое водопоглощение;
- высокий коэффициент теплового расширения.

С другой стороны, несомненными преимуществами микрофилов, помимо великолепной полируемости, является более высокая величина собственной эластичности. Она способствует компенсации внутренних напряжений, возникающих в процессе усадки на границе адгезивного соединения композита с твердыми тканями зуба. Именно поэтому микронаполненные

композиты чаще всего используют для восстановления дефектов пришеечной области зуба. Также возможно их применение для реставрации полостей III класса и в качестве поверхностного слоя (вне окклюзионной зоны) в сочетании с другим классом композита. Представителями этой группы материалов являются: Renamel Microfill (Cosmedent), GemLite II Micro (DCL).

### ГИБРИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ

Название «гибридный композит» указывает на содержание в материале частиц различных размеров — от 0,01 до 10 мкм. Наполненность составляет 74–87 % по весу и 57–72 % по объему (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристики различных классов композиционных материалов для прямых реставраций зубов**

Класс композитов	Содержание наполнителя		Объемная усадка, %	Средний размер частиц наполнителя, мкм
	Вес, %	Объем, %		
Гибридные	74–87	57–72	1,6–4,7	0,2–3
Наногибридные	72–87	58–71	2–3,4	0,4–0,9 (макро) 0,015–0,05 (нано)
Микронаполненные	35–80	20–59	2–3	0,04–0,75
Текучие	40–60	30–55	4–8	0,6–1
Компомеры	59–77	43–61	2,6–3,4	0,7–0,8

Целью разработки материалов этого класса было объединение оптимальных физических характеристик макрочастиц и положительных свойств микронаполнителей, в частности, хорошей полируемости. Созданию гибридных композитов способствовало дальнейшее совершенствование технологии измельчения неорганического наполнителя, которая наряду с минимизацией размера частиц обеспечивает придание им формы, близкой к сферической. Авторы многих публикаций рассматривают создание гибридных материалов как важную веху в истории стоматологии, с которой, собственно, и начинается реальная практика адгезивной реставрации.

### МИКРОГИБРИДНЫЕ КОМПОЗИТЫ

В настоящее время данные композиты наиболее популярны (средний размер частиц < 1 мкм). Они созданы на основе субмикронного наполнителя с добавлением более крупных частиц размером 1,0–3,5 мкм (табл. 1). Материалы имеют приемлемые физические свойства (прочность, резистентность к отлому, низкое водопоглощение, коэффициент термического расширения, близкий к твердым тканям зуба) и эстетические характеристики (хорошая полируемость, цветостойкость, широкая шкала оттенков материала), рентгеноконтрастны.

Большинство современных микрогибридных композитов позволяет изготавливать реставрации любого оттенка классической палитры VITA, а также в достаточно широких пределах варьировать такими параметрами,

как насыщенность цвета и прозрачность реставрации. В то же время, благодаря оптимизации состава, структуры и концентрации наполнителей, микрогибриды выдерживают повышенные функциональные нагрузки, характерные для жевательных зубов G-Aenial (GC), Gradia Direct X (GC), Essentia (GC), Charisma Smart (Heraeus), Filtek Z250 (3M), Arabesk Top (VOCO), Esthet X HD (Dentsply Sirona).

Значимый недостаток материалов этой группы — полимеризационная усадка, величина которой в среднем составляет 2–3,5 %.

#### **Показания к применению микрогибридных композитов:**

1. Коррекция эстетических параметров зуба:
  - а) коррекция цвета;
  - б) коррекция размеров и формы;
  - в) коррекция положения в зубном ряду.
2. Восстановление кариозных, некариозных и травматических дефектов твердых тканей зубов с учетом эстетических и функциональных параметров:
  - а) восстановление зуба при частичных отломах коронки вследствие травмы;
  - б) пломбирование полостей I–VI классов;
  - в) изготовление искусственных зубов на основе фрагментов естественного зуба.
3. Изготовление мостовидных протезов при дефектах малой протяженности.
4. Шинирование зубов.
5. Формирование культи зуба.
6. Починка керамических, пластмассовых ортопедических конструкций в полости рта.
7. Непрямые реставрации (вкладки, накладки, виниры).

### **НАНОКОМПОЗИТЫ**

Нанокompозиты — класс реставрационных материалов, в которых использован принципиально новый вид неорганического наполнителя, изготовленного на основе нанотехнологий.

Нанотехнологии оперируют величинами порядка нанометра, 1 нанометр =  $10^{-9}$  м. Это ничтожно малая величина, в сотни раз меньшая длины волны видимого света и сопоставимая с размерами атомов.

Нанокompозиты включают частицы кремниево-циркониевого наполнителя сферической формы (наномеры) размером от 1 до 100 нм. В принципе, материалы с наполнителем такого размера известны достаточно давно, т. к. уже упоминавшиеся микрофильные композиты оперируют размерами частиц, укладываемыми в этот диапазон значений (0,01 мкм = 10 нм). Однако частицы наполнителя в микрофилах склонны к склеиванию друг с другом и образованию волокнистых структур. Это не позволяет хорошо наполнить органическую матрицу, с чем связаны невысокие механические свойства и сильная усадка микрофилов.

В нанокompозитах частицы наполнителя химически модифицированы таким образом, что их самопроизвольное склеивание становится невозможным. Следовательно, наполненность композита может быть существенно увеличена, что улучшает физические свойства материала и снижает полимеризационную усадку (1,5–2,3 %). Нанокompозиты легко и быстро полируются до «сухого» зеркального блеска и сохраняют этот блеск в течение длительного времени. Это объясняется тем, что в условиях абразивного износа по мере истирания органической матрицы теряются отдельные наночастицы, нераспознаваемые лучом видимого света. С другой стороны, высокая плотность наполнения нанокompозитов обеспечивает высокие прочностные характеристики, что делает эти материалы универсальными.

В **наноуполненных композитах** наполнитель представлен исключительно наночастицами. Часть наномеров агломерирована в комплексы — нанокластеры. Размер нанокластеров варьирует от 0,6 до 1,4 мкм. Благодаря такой структуре нанокompозиты сочетают эстетику микрофильного и прочность микрогибридных композитов. Представителем этой группы материалов является Filtek Ultimate (3M).

В то же время с использованием нанотехнологий производятся так называемые **наногибридные композиты**, которые наряду с традиционными более крупными частицами наполнителя (до 3 мкм) содержат наночастицы: Premise (Kerr), Estelite Sigma Quick (Tokuyama Dental), Estelite Asteria (Tokuyama Dental), Ceram.X SphereTEC one (Dentsply Sirona), Synergy Nano Formula (Coltène), Brilliant EverGlow (Coltène), GrandioSO (VOCO), Z 550 (3M), Charisma Diamond (Kultzer), Venus Pearl (Kultzer), Harmonize (Kerr), Herculite XRV Ultra (Kerr).

### ПАКУЕМЫЕ КОМПОЗИТЫ

Поиски альтернативы амальгаме, которая является одним из лучших материалов для реставрации жевательных зубов, привели к созданию пакуемых композитов. Это материалы повышенной прочности и высокой устойчивости к истиранию. Они имеют очень высокий уровень наполнения — не менее 80 % по весу. Специфическая форма наполнителя (высокая пористость поверхности частиц) обеспечивает более прочное соединение с органической матрицей, содержащей дополнительные многофункциональные мономеры. При конденсации материала в полости происходит уменьшение расстояния между соседними частицами за счет их сцепления, что еще больше повышает прочность композита. Благодаря этому свойству данные материалы еще называют конденсируемыми. Они имеют довольно низкую полимеризационную усадку (в пределах 1,6–1,8 %), что позволяет вносить материал в полость горизонтальными слоями и полимеризовать непосредственно с поверхности. Пакуемые композиты характеризуются низким истиранием — 1,6–2,0 мкм за год.

В то же время высокий уровень наполнения снижает эстетические свойства материалов этой группы — они более матовые, чем традиционные

композиты. Кроме того, пакуемые композиты не обладают достаточным смачиванием поверхности, с трудом адаптируются к стенкам полости, в результате чего на границе адгезивно подготовленных тканей и реставрации возможно образование пустот.

Пакуемые композиты рекомендуется применять для восстановления боковых зубов — реставраций полостей I и II класса по Блэку, создания культи зуба, а также непрямого изготовления вкладок.

Представителями этого типа композиционных материалов являются Filtek P-60 (3M), Aelite LS Packable (Bisco), QuiXfil (Dentsply Sirona), Alert (Pentron), Tetric Ceram HB (Ivoclar Vivadent), X-tra fil (VOCO) и др.

### ТЕКУЧИЕ КОМПОЗИТЫ

Текучие композиты представляют собой менее вязкую модификацию традиционных материалов. Они имеют низкий модуль упругости, поэтому их еще называют низко модульными композитами. Для обеспечения текущей консистенции разработчикам пришлось несколько уменьшить количество неорганического наполнителя (см. табл. 1). Поэтому текучие композиты характеризуются довольно значительной полимеризационной усадкой (около 5 %). По показателям прочности и износостойкости они уступают традиционным композитам. Наполнитель в этих материалах может быть микрогибридным, микрофильным либо представлен наночастицами. Текучие композиты выпускаются в шприцах или одноразовых капсулах. В первом случае материал вносится с использованием специальных канюлей, а во втором — с помощью пистолетов, которые обычно выпускаются тем же производителем.

Применение текучих материалов обуславливается следующими их **свойствами**:

- жидкая консистенция — обеспечивает легкость проникновения в труднодоступные места (придесневая стенка, острые углы, неровности рельефа, ретенционные «подрезки»), «смачивающий» эффект для тканей зуба;

- высокая тиксотропность — способность растекаться по поверхности, образуя тонкую пленку, обеспечивает хорошие адаптационные способности материала;

- эффект изменения вязкости материала в зависимости от приложенной нагрузки — после прохождения под давлением через иглу материал становится менее вязким и свободно растекается по поверхности. Если после этого на материал не воздействуют механические нагрузки, его вязкость значительно повышается, что обеспечивает необходимую стабильность еще до начала процесса полимеризации;

- высокая эластичность — позволяет избежать внутренних полимеризационных напряжений и послеоперационной чувствительности;

- низкая чувствительность к влаге, материалы не разлагаются при протравливании и не растрескиваются при высушивании (в отличие от СИЦ).

### **Классификация текучих материалов:**

По химическому составу:

- жидкие композиты (X-flow, Revolution Formula 2, Tetric EvoFlow, Premise Flowable, Filtek Ultimate Flowable, Charisma Flow, G-aenial Universal Flo, Gradia Direct Flo, GrandioSO Flow, Estelite Flow Quick, EsFlow);
- жидкие компомеры (Dyract flow, Compoglass Flow);
- жидкие ормомеры (Admira Fusion flow).

По консистенции:

- низкой вязкости (Wave, Aeliteflo, Gradia Direct LoFlo, GrandioSO Light Flow, Estelite Universal Flow SuperLow);
- средней вязкости (Wave MV, GrandioSO Flow, Estelite Universal Flow Medium);
- высокой вязкости (Wave HV, Gradia Direct LoFlo, GrandioSO Heavy Flow, Estelite Universal Flow High).

По виду полимеризации:

- светового отвердевания (EcuSphere Flow, X-flow, Tetric EvoFlow, Vertise flow и др.);
- химического отвердевания (Bisfil 2B);
- двойного отвердевания (CoreFlo DC, Starfill 2B).

Адгезия к зубу текучих материалов осуществляется с помощью общепринятых адгезивных систем.

### **Показания к применению текучих материалов:**

1. Восстановление полостей с минимальной инвазией вне жевательной нагрузки:

- небольшие полости I (внеокклюзионной зоны), III и V класса;
- полости после препарирования «воздушной абразией» («air abrasion»);
- полости после «туннельного» препарирования.

2. В качестве адаптивного слоя под композитные реставрации на жевательных зубах.

3. Герметизация ямок и фиссур эмали.

4. Шинирование подвижных зубов при помощи стекловолокна.

5. Устранение поднутрений при подготовке к микропротезированию вкладками или накладками.

6. Фиксация не прямых реставраций, стекловолоконных штифтов.

7. Восстановление небольших дефектов в прямых и не прямых эстетических реставрациях: композитных, керамических.

8. Блокирование кромок дефектных коронок.

9. Закрытие головок имплантатов.

Таким образом, текучие композиты могут использоваться во многих клинических ситуациях, однако показания к их применению не должны быть необоснованно расширены. Для окклюзионных участков должен использоваться исключительно стабильный, лучше моделируемый и потенциально более износоустойчивый материал.

## КОМПОЗИТЫ ОБЪЕМНОГО ВНЕСЕНИЯ

Композиты объемного внесения (КОВ) — фотополимерные композиционные материалы, которые могут вноситься толстыми слоями до 4–5 мм. Такая техника называется bulk fill (от англ. bulk — объемный, fill — заполнять).

Ключевой параметр этого класса материалов — увеличенная глубина полимеризации. Для его достижения применяется несколько стратегий. В некоторых композитах (Tetric EvoCeram Bulk Fill) используется оптимизированная система фотоинициаторов с высоким коэффициентом абсорбции световых волн в спектре от 370 до 460 нм. Также практически все КОВ, за исключением Sonic Fill, имеют повышенную прозрачность, что облегчает пенетрацию света и увеличивает глубину полимеризации. Однако это свойство придает материалам сероватый оттенок в полости рта, что следует учитывать при проведении эстетических реставраций зубов. Еще одна стратегия — наполнение композита стекловолокном (everX Posterior). Стекловолокна не только делают материал прочнее, но и способствуют более высокой светопрозрачности, что обеспечивает полноценную полимеризацию на глубине 4 мм.

Bulk fill композиты подразделяются на 2 группы: текучие и моделируемые (средней вязкости). Текучие КОВ (SDR, Filtek Bulk Fill Flowable, X-tra base, G-aenial Universal Flo, Estelite Bulk Fill Flow) обладают хорошими адаптационными свойствами, легко заполняют узкие полости, поднутрения и углы, однако содержат значительно меньше неорганического наполнителя, имеют более низкий модуль эластичности и прочность в сравнении с традиционными материалами. Именно поэтому они применяются в качестве базы для замещения дентина (рис. 1) и требуют перекрытия моделируемым композитом для воспроизведения окклюзионной анатомии и создания эстетически приемлемой, прочной и устойчивой к износу поверхности. КОВ средней вязкости (Sonic Fill, Filtek Bulk Fill Posterior/ Filtek One Bulk Fill, Tetric N-Ceram Bulk Fill) могут использоваться для заполнения всей полости.

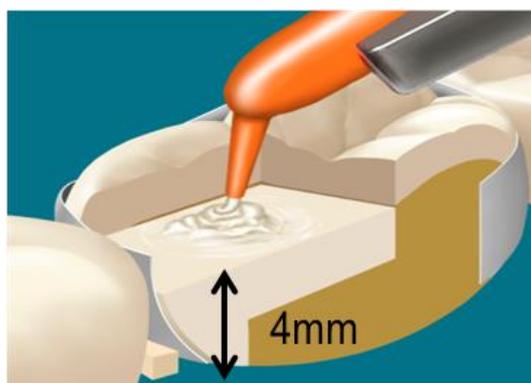


Рис. 1. Схематическая иллюстрация замещения дентина текучим композитом объемного внесения

В целом, механические свойства bulk fill материалов сходны с таковыми традиционных гибридных композитов. Основные показания к технике

объемного внесения — реставрации жевательных зубов. Применение КОВ позволяет уменьшить временные затраты, упростить заполнение полости, особенно в областях со сложным доступом, снизить риск контаминации и вероятность образования пор, что случается при послойном внесении композита. Тем не менее, актуальными остаются вопросы полимеризационного стресса, а также обеспечения полноценной полимеризации большой порции композита. Для того чтобы убедиться, что толщина слоя материала не превышает величину, рекомендуемую производителем, стоматологу рекомендуется измерять максимальную глубину препарирования, а также уделять внимание полноценной полимеризации с использованием качественных фотополимеризационных устройств.

## КОМПОМЕРЫ

В 1993 г. компания «Dentsply» выпустила реставрационный материал нового класса «Dyract», сочетающий в себе свойства композиционных материалов и стеклоиномеров. Он был классифицирован как компомер (термин, производный от двух слов «композит» и «стеклоиномер»).

Компомеры представляют собой композиционные материалы, в которых модифицирован как сам наполнитель, так и полимерная матрица. Неорганический наполнитель содержит кремниевые соединения, аналогичные тем, которые используются при изготовлении СИЦ. Но главное отличие заключается в составе полимерной матрицы, которая наряду с традиционными мономерами содержит кислотно-модифицированные группы. Первоначальная реакция отвердевания происходит как у композитов, за счет светоиницируемой полимеризации мономера. Затем при воздействии воды активируется второй механизм отвердевания — кислотно-основная реакция. Принципиальным отличием компомеров от гибридных СИЦ является значительно большее количество полимерной матрицы и меньшее — поликислотного компонента, что делает невозможным отвердевание материала без фотополимеризации.

По эстетическим характеристикам (цвету, прозрачности, качеству поверхности реставрации) компомеры значительно превосходят СИЦ, однако все же уступают композиционным материалам.

Основными достоинствами компомеров являются:

- бóльшая эластичность по сравнению с гибридными композитами;
- способность выделять определенное количество ионов фтора, которое, хотя и ниже, чем у СИЦ, все же значительно превосходит возможности гибридных композитов;
- простота в использовании (могут применяться без кислотного протравливания, вноситься толстым слоем, меньше реагируют на направление света полимеризационной лампы).

Важным недостатком компомеров является относительно высокое, в сравнении с традиционными композитами, водопоглощение и, как следствие, гигроскопическое расширение материала. Кроме того, высокое водо-

поглощение облегчает проникновение различных красителей в поверхностные слои реставрации, что может ухудшить ее эстетические характеристики.

По физико-механическим свойствам компомеры являются весьма неоднородной группой реставрационных материалов. Некоторые из них по показателям прочности и износостойкости не превосходят гибридные СИЦ. Эти компомеры — Glasiosite (VOCO), Compoglass (Vivadent), F 2000 (3M) — предназначены:

- для реставрации полостей III и V классов в постоянных зубах;
- реставрации полостей всех классов во временных зубах;
- использования в качестве адаптивного слоя в «С-b-C»-технике реставрации;
- герметизации фиссур и трещин.

Компомеры нового поколения — Dyract eXtra (Dentsply Sirona) — имеют улучшенные физико-механические свойства, что делает возможным их универсальное применение для реставрации полостей всех классов.

Разработки в области компомерных технологий направлены на создание фиксирующих материалов с химическим механизмом отвердевания — Perma Cem (DMG), а также компомеров низкой вязкости — Dyract Flow (Dentsply Sirona), Compoglass Flow (Vivadent).

### **ОРМОКЕРЫ**

В начале 90-х гг. XX ст. во Фрауэнхофер-институте силикатов (г. Вюрцбург, Германия) был разработан новый класс веществ — ормокеры. Это название расшифровывается как органически модифицированная керамика. Дальнейшие работы в этом направлении привели к созданию одноименного класса материалов для реставрации зубов. Представителями ормокеров являются материалы линейки Admira Fusion (VOCO).

В качестве наполнителя в ормокерах используется бариевое стекло со средним размером частиц 1,8 мкм, а также модифицированный фторapatит. Степень наполнения составляет 78–80 %. Принципиальным отличием этого класса материалов является наличие неорганической составляющей в полимерной матрице. Неорганический компонент матрицы представлен молекулами полисилоксана (основными структурными элементами керамики), с которыми стабильно связаны традиционные органические группы.

Главным достоинством ормокеров является их более высокая биологическая совместимость, обусловленная сочетанием компонентов органической и неорганической природы в матрице материала. Известно, что при отвердевании композита происходит полимеризация двойных связей молекул органической фазы. Однако при этом преобразуются не все двойные связи, 20–30 % из них остаются незадействованными. Это указывает на наличие остаточных мономеров в полностью полимеризованном материале. Остаточные мономеры могут оказывать раздражающее воздействие на пульпу зуба, а также являться причиной аллергических реакций. В ормоке-

рах прочное химическое соединение с молекулами полисилоксана удерживает органические мономеры в матрице даже при неполной ее полимеризации. Тем не менее, на сегодняшний день нет достаточных оснований рассматривать ормомеры в качестве идеального материала для пациентов, страдающих аллергией на композиты. Наравне с другими видами композиционных материалов ормомеры содержат диметакрилаты, растворители, инициаторы полимеризации и другие вещества, способные вызвать аллергические реакции.

Ормомеры потенциально могут иметь низкую усадку (1,88 %) за счет меньшего сокращения длинных цепочек полисилоксана при полимеризации. Но пока ни один из материалов данной группы, представленных в настоящее время на рынке, по параметру усадки не показал существенных клинических отличий от других композитов.

По оценкам специалистов, основные физико-механические свойства ормомеров находятся в середине диапазона, характерного для современных микрогибридных композитов. Ормомеры обладают достаточной механической прочностью, износостойкостью, удовлетворительными эстетическими характеристиками, что делает возможным их универсальное применение для реставраций фронтальных и жевательных зубов.

## **ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Абсолютные** противопоказания:

1. Наличие у пациента стимулятора сердечного ритма, так называемого «Pass-Maker», когда включение фотополимеризатора может вызвать нарушение частоты импульсов аппарата и, возможно, остановку сердца.
2. Аллергическая реакция пациента на элементы адгезивной системы или самого композита.
3. Невозможность изолировать полость или зуб от влаги.

**Относительные** противопоказания:

1. Оклюзионная перегрузка реставрации (бруксизм, прямой прикус или глубокое резцовое перекрытие, патологическая стираемость, снижение высоты прикуса и др.).
2. Плохая гигиена полости рта, не улучшаемая профессиональными действиями стоматолога.

## **АДГЕЗИВНАЯ ТЕХНИКА РЕСТАВРАЦИИ**

### **ОСНОВЫ АДГЕЗИИ**

Соединение любых материалов с твердыми тканями зуба осуществляется, в первую очередь, за счет механической ретенции с участием микроскопических пор и шероховатостей на их поверхности. При этом главная

проблема обеспечения эффективной адгезии заключается в различном анатомическом строении эмали и дентина. На поверхности эмали, обладающей относительно равномерной структурой, обеспечить образование микронеровностей достаточно просто. При воздействии фосфорной кислоты эмаль становится шероховатой с характерным так называемым «ретенционным рисунком травления». В процессе протравливания поверхность эмали приобретает свойства, повышающие эффективность и качество ее последующего смачивания компонентами адгезивной системы.

Дентин имеет гетерогенную структуру, основной особенностью которой является наличие дентинных канальцев, простирающихся вплоть до пульпы зуба. Дентинные канальцы заполнены смесью дентинной жидкости, межклеточной жидкости пульпы и отростками одонтобластов. Благодаря этому дентин обладает определенной гидрофильностью, что препятствует формированию прочного адгезивного соединения с гидрофобными материалами, к которым относятся композиты. Поэтому решающее значение для обеспечения эффективной адгезии к дентину имеет использование гидрофильных праймеров.

Еще одной проблемой, препятствующей образованию качественного адгезивного соединения, является наличие на поверхности дентина смазанного слоя, образующегося в результате препарирования и состоящего из обрывков коллагеновых волокон, кристаллов гидроксиапатита, микроорганизмов, компонентов ротовой жидкости. Если раньше этот слой рассматривался как изолятор, предотвращающий проникновение микроорганизмов в дентинные канальцы и, следовательно, в пульпу, то сейчас он расценивается как структура, препятствующая непосредственному контакту композита с поверхностью дентина. По этой причине в настоящее время четко определились две основных группы адгезивных систем, отличающихся по принципу растворения смазанного слоя с использованием:

- техники тотального протравливания;
- самопротравливающих мономеров.

При этом разработчики обеих групп адгезивных систем стремятся к сокращению количества рабочих этапов и упрощению технологии их практического применения.

Помимо разделения по принципу растворения смазанного слоя, все адгезивные системы можно классифицировать **по типу наполнения**:

- ненаполненные;
- наполненные (содержат частицы наполнителя размером 0,4–7 мкм до 45 % по объему; толщина пленки составляет 10–60 мкм);
- нанопополненные (содержат частицы наполнителя размером 5–20 нм до 10 % по объему; толщина пленки составляет 5–10 мкм).

Следует учитывать, что адгезивные системы, образующие пленку толщиной более 15 мкм, не могут быть использованы для фиксации непрямых реставраций.

## **АДГЕЗИВНЫЕ СИСТЕМЫ, ИСПОЛЬЗУЮЩИЕ ТЕХНИКУ ТОТАЛЬНОГО ПРОТРАВЛИВАНИЯ**

Суть техники тотального протравливания заключается в удалении смазанного слоя в результате воздействия фосфорной кислоты в концентрации 20–40 %. Промывание полости водно-воздушным аэрозолем под давлением обеспечивает полное удаление кислоты и нерастворимых преципитатов, образовавшихся в процессе протравливания.

При воздействии кислоты на поверхность дентина, помимо растворения смазанного слоя, происходит также процесс его деминерализации. На внутренней поверхности дентинных канальцев и вокруг них происходит растворение кристаллов гидроксиапатита и обнажение коллагеновых волокон. Благодаря этому создаются благоприятные условия для микромеханического сцепления адгезивной системы с коллагеновой матрицей.

Для проникновения внутрь пространственной структуры обнаженных коллагеновых волокон используется праймер — сложный химический комплекс, основным компонентом которого являются гидрофильные мономеры (4-МЕТА, НЕМА, ПЕНТА и др.). Обработка поверхности дентина праймером приводит к значительному улучшению ее смачивания при последующем нанесении адгезива.

Адгезив собственно и представляет собой тот материал, который обеспечивает соединение композита с протравленной и/или обработанной праймером поверхностью дентина. Проникновение гидрофобных органических смол (Bis-GMA, UDMA, TEGDMA) в слои деминерализованного дентина, обработанные праймером, приводит к образованию гибридного слоя, а просачивание его в открытые дентинные канальцы — к образованию так называемых полимерных «пробок», благодаря чему обеспечивается надежная герметизация после полимеризации адгезива.

В зависимости от количества этапов работы адгезивные системы, использующие технику тотального протравливания, делятся на трехшаговые: Adper Scotchbond MP (3M); OptiBond FL (Kerr); Solobond Plus (VOCO) и двухшаговые: XP Bond (Dentsply Sirona); Adper Scotchbond 2 (3M); ExciTE (Ivoclar Vivadent); Gluma 2 Bond (Kulzer); One Coat Bond (Coltène); OptiBond Solo Plus (Kerr); PQ1 (Ultradent); Prime&Bond NT (Dentsply Sirona); Solobond (VOCO).

### **Трехшаговые адгезивные системы, использующие технику тотального протравливания**

Технология применения этих адгезивных систем состоит из 3 основных этапов:

- тотальное протравливание эмали и дентина;
- нанесение гидрофильного праймера;
- нанесение адгезива.

Основное достоинство таких систем заключается в отдельном использовании праймера, который обладает высокой проникающей способностью и подготавливает протравленную поверхность к последующему нанесению более вязкого адгезива. Результаты многочисленных исследований показали, что именно трехшаговая адгезивная техника обеспечивает формирование наиболее качественного адгезивного соединения.

### **Двухшаговые адгезивные системы, использующие технику тотального протравливания**

Для упрощения технологии применения в состав некоторых адгезивных систем, использующих технику тотального протравливания, были введены так называемые праймер-адгезивы. Для систем этой группы характерно, что функции праймера и адгезива выполняет один раствор. Соответственно, число этапов адгезивной подготовки сокращается до двух:

- тотальное протравливание эмали и дентина;
- нанесение праймер-адгезива.

Применение таких систем требует меньше времени, однако результаты измерений прочности адгезивного соединения свидетельствуют о том, что ее средняя величина оказывается несколько ниже в сравнении с аналогичными параметрами, характерными для трехшаговых систем. Причиной этого может быть меньшая глубина проникновения праймер-адгезива в деминерализованный слой дентина.

### **Проблемы применения адгезивных систем, использующих технику тотального протравливания**

После протравливания дентина фосфорной кислотой обнажившиеся коллагеновые волокна «плавают» в воде, которая занимает тот свободный объем, где ранее находились кристаллы гидроксиапатита. Избежать коллапса, т. е. дезориентации и спадания коллагеновых волокон, удастся за счет использования техники влажного бондинга, которая позволяет предотвратить чрезмерное пересушивание поверхности дентина. В том случае, если полость все же оказалась пересушенной, оптимальную пространственную структуру спавшихся коллагеновых волокон можно до некоторой степени восстановить за счет повторного увлажнения полости с использованием воды, НЭМА или других низкомолекулярных мономеров.

При производстве современных адгезивных систем используются различные растворители. Материалы *на водной основе* (EBS, Syntac Single Component, Gluma CPS) обладают полезной способностью увлажнять пересушенные коллагеновые волокна. Однако для того, чтобы удалить излишки растворителя из таких материалов, необходимо затратить значительное количество усилий и рабочего времени. Поэтому некоторые системы были изготовлены *на основе ацетона* (Prime&Bond NT, Gluma 2 Bond, Solobond M). Ацетон обладает высокой летучестью и способствует быстрому вытеснению воды из пространств между коллагеновыми волокнами. С другой стороны,

материалы на основе ацетона особенно чувствительны к пересушиванию дентина и требуют тщательного соблюдения техники влажного бондинга. Адгезивные системы *на основе водно-спиртовой смеси* (OptiBond FL, Opti-Bond Solo, Excite) обладают способностью к дополнительному увлажнению пересушенного дентина за счет наличия воды, а в случае ее избытка — испарению благодаря наличию спирта. Тем не менее, системы данного типа с высоким содержанием спирта (SingleBond 2) имеют те же недостатки, что и системы на основе ацетона.

### САМОПРОТРАВЛИВАЮЩИЕ АДГЕЗИВНЫЕ СИСТЕМЫ

Для того чтобы обеспечить высокую прочность адгезии к дентину без использования фосфорной кислоты были разработаны **самопротравливающие праймеры для дентина**. Они содержат 0,8–4 % малеиновой кислоты (A.R.T. Bond, Syntac Classic) и предназначены для растворения смазанного слоя с одновременным пропитыванием дентина гидрофильными мономерами. В данном случае, в отличие от техники тотального протравливания, не происходит образования незащищенной пространственной структуры обнаженных коллагеновых волокон. Поэтому пересушивание дентина никак не влияет на качество формируемого адгезивного соединения. Использование таких систем предполагает 3 этапа:

- селективное протравливание эмали фосфорной кислотой;
- нанесение самопротравливающего праймера на дентин;
- нанесение адгезива.

В дальнейшем были разработаны аналогичные **самопротравливающие адгезивные системы для эмали и дентина** (табл. 2). Благодаря использованию мономеров, содержащих фосфатные или карбоксилатные группы, удается добиться совмещения процесса протравливания эмали и дентина. При этом фосфорная кислота вообще не используется. По количеству этапов работы эти адгезивные системы делятся на двухшаговые и одношаговые.

Таблица 2

Самопротравливающие адгезивные системы

Самопротравливающие праймеры для дентина	Самопротравливающие системы для эмали и дентина	
	Двухшаговые	Одношаговые
<i>Смешиваемый праймер:</i> A.R.T. Bond (Coltène). <i>Готовый праймер:</i> Syntac Classic (Ivoclar Vivadent)	<i>Смешиваемый праймер:</i> Clearfil Liner Bond (Kuraray). <i>Готовый праймер:</i> Adhe SE (Ivoclar Vivadent); Futurabond NR (VOCO); UniFil Bond (GC); Optibond XTR (Kerr)	<i>Смешиваемый адгезив:</i> Adper Prompt L-pop (3M); Clearfil DC Bond (Kuraray); All-Bond SE (Bisco). <i>Готовый адгезив:</i> Xeno V (Dentsply Sirona); Gluma Self Etch (Kulzer); Futurabond M (VOCO); G-bond (GC); Adper Easy One (3M); AdheSE One (Ivoclar Vivadent)

## **Двухшаговые самопротравливающие адгезивные системы для эмали и дентина**

Работа с данными адгезивными системами включает:

- нанесение самопротравливающего праймера на эмаль и дентин (этап смывания отсутствует);
- нанесение адгезива.

В первом поколении этих систем самопротравливающий праймер состоял из двух компонентов, смешиваемых непосредственно перед нанесением. Причиной тому была недостаточная стабильность мономеров праймера в кислой среде. В системах последнего поколения используется готовый праймер.

## **Одношаговые самопротравливающие адгезивные системы для эмали и дентина**

При использовании этих адгезивов (т. н. all-in-one — все в одном) на поверхность препарированной полости наносится только один раствор. В его состав входит смесь гидрофильных и гидрофобных мономеров, а также мономеров, содержащих кислотные группы, благодаря чему он выполняет функции протравки, праймера и адгезива.

Одношаговые самопротравливающие адгезивные системы первого поколения также состояли из двух компонентов, смешиваемых непосредственно перед нанесением. Системы последнего поколения представляют собой уже готовый all-in-one раствор.

## **Сравнительный анализ самопротравливающих адгезивных систем**

Использование самопротравливающих систем чрезвычайно удобно, потому что позволяет отказаться от протравливания эмали и дентина фосфорной кислотой, что значительно упрощает практическое применение и сокращает затраты рабочего времени. Тот факт, что в препарированной полости остаются кислотные мономеры, не приводит к негативным последствиям, поскольку их травящее действие ограничено и во времени и в пространстве за счет их нейтрализации, распада и диссоциации.

При использовании самопротравливающих мономеров глубина их проникновения в дентин полностью соответствует глубине области деминерализации, поэтому практически полностью отсутствует постоперативная чувствительность. Технология использования в значительно меньшей степени зависит от внешних факторов и квалификации стоматолога.

Согласно результатам многочисленных исследований, прочность адгезии к дентину при использовании двухшаговых самопротравливающих систем находится примерно посередине между величинами, характерными для трехшаговых и двухшаговых систем, использующих технику тотального протравливания. Адгезивные системы типа all-in-one в большинстве случаев являются менее эффективными.

Характерный рисунок и структура протравленной поверхности эмали при использовании самопротравливающих адгезивных систем выражены значительно менее рельефно, чем в случае использования фосфорной кислоты, особенно при обработке интактной эмали. К недостаткам этих систем также можно отнести более низкую стабильность гибридного слоя, а также небольшие сроки хранения препаратов.

### УНИВЕРСАЛЬНЫЕ АДГЕЗИВНЫЕ СИСТЕМЫ

Около десятилетия назад на рынке стоматологических адгезивов появился новый класс материалов — универсальные адгезивные системы.

Для того чтобы претендовать на «универсальность», адгезивная система должна соответствовать ряду критериев:

- 1) быть однокомпонентной (в 1 бутылочке) и наноситься одним слоем;
- 2) обладать возможностью применения в разных техниках кислотной обработки твердых тканей зуба — тотального, селективного и самопротравливания;
- 3) использоваться как для прямых, так и для непрямых реставраций;
- 4) обеспечивать адгезию ко всем материалам, включая металлы, цирконий и керамику.

Универсальные адгезивные системы предоставляют врачу-стоматологу возможность выбора техники кислотной обработки эмали и дентина. Это стало возможным благодаря наличию в их составе адгезивных функциональных мономеров (10-MDP, GPDM, PENTA P и др.), обеспечивающих, за счет определенного уровня pH, мягкое самопротравливающее действие на ткани зуба. Наибольшую популярность получил MDP мономер — 10 метакрилоксидецил дигидроген фосфат, разработанный компанией Kuraray (рис. 2). Этот компонент при взаимодействии с кальцием способен образовывать нерастворимые соли, обеспечивая стабильную химическую адгезию к тканям зуба. Химические связи образуются между  $R-PO_4^{3-}$  радикалами фосфатной группы 10-MDP и ионами кальция  $Ca^{2+}$  (рис. 3), и формируют «нанослой» на поверхности кристалла гидроксиапатита.

Выбор техники протравливания определяется клинической ситуацией (рис. 4). Так, техника самопротравливания (апликация адгезивной системы без предварительного протравливания твердых тканей зуба фосфорной кислотой) может применяться при работе с полостями преимущественно в пределах дентина, реставрациях композитами временных зубов, а также адгезивной фиксации коронок. Техника тотального протравливания (одновременная обработка эмали и дентина фосфорной кислотой) оправдана в полостях с большим объемом эмали — при реставрациях фронтальных зубов, фиксации виниров и адгезивных конструкций. Техника селективного протравливания (избирательное протравливание фосфорной кислотой только эмали) считается *оптимальной* для большинства реставраций в пределах эмали и дентина, поскольку позволяет получить надежную микромеханическую

адгезию к эмали, химическую адгезию к дентину и минимизировать риск постоперативной чувствительности.



Рис. 2. Структура адгезивного мономера MDP

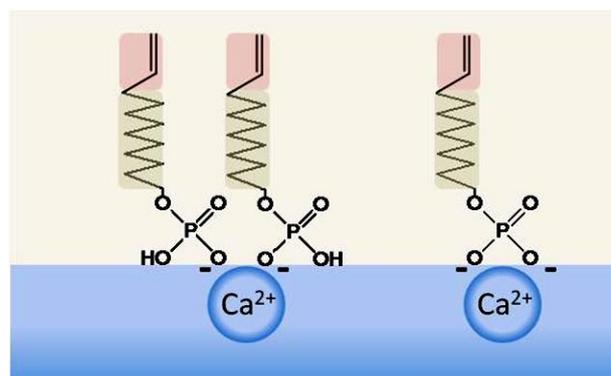


Рис. 3. Химическая адгезия MDP мономера к тканям зуба



1

2

3

Рис. 4. Техники кислотной обработки твердых тканей зубов:

1 — тотальное протравливание; 2 — селективное протравливание; 3 — самопротравливание

Универсальные адгезивные системы совместимы со всеми фотополимерными композитами для прямых реставраций зубов. Однако следует принимать во внимание, что для работы с композитами *химического* и *двойного* отвердевания ряд универсальных адгезивов требует смешивания со специальным активатором. Это объясняется тем, что инициаторы «темной» полимеризации в этих материалах содержат амины и не совместимы с большинством кислых адгезивных систем ( $\text{pH} < 3$ ).

Большое преимущество универсальных адгезивных систем — способность обеспечивать адгезию не только композитов, но и других стоматологических материалов, в частности тех, которые применяются для непрямых реставраций зубов. Адгезию к *керамике* обеспечивают те адгезивные системы, которые содержат в составе силан. Он требуется для образования реактивных метакрилатных групп на протравленной керамической поверхности.

Адгезию к *металлам* и *цирконию* имеют, как правило, системы, содержащие в составе MDP, поскольку этот компонент способен образовывать ковалентные связи и с этими субстратами. Возможность образовывать химические связи со стоматологическими материалами позволяет использовать некоторые универсальные адгезивные системы вместо соответствующих праймеров (для металлов, циркония и керамики).

Таким образом, универсальные адгезивные системы — новый, активно развивающийся класс стоматологических адгезивов, которые имеют широкий спектр клинических показаний и упрощают работу врача-стоматолога. В то же время, ввиду существенных различий в составе и, соответственно, свойствах этих материалов, перед использованием универсальной адгезивной системы следует детально изучить ее характеристики и особенности применения в различных ситуациях для получения наилучшего клинического результата.

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕСТАВРАЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Анализируя рассмотренные нами данные о свойствах различных реставрационных материалов, мы видим, что ни один из них не является идеальным. Для выполнения одной и той же манипуляции врач-стоматолог имеет возможность делать выбор между несколькими материалами (табл. 3). Кроме того, возможно комбинированное использование различных классов материалов в одной реставрации.

Таблица 3

**Показания к применению реставрационных материалов**

Реставрационные материалы	Показания к применению									
	Классы дефектов твердых тканей зубов					Виниры	Культия зуба	Шинирование	Починка ортопед. конструкций	Непрямые восстановления
	I	II	III	IV	V					
Амальгама	+	+			+		+			
СИЦ			+		+		±			
Компомеры Dugact eXtra	+	+	+	+	+					
Микрофильные композиты			+		+	±				
Микрогибридные	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Нанокompозиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ормомеры	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Пакуемые	+	+					+			+
Текущие	±		±		±			+	+	
КОВ	+	+					+			

Рациональный выбор реставрационного материала должен проводиться с учетом целого ряда факторов: размера и локализации дефекта, эстетических требований и прочностных характеристик реставрации, гигиенического состояния полости рта пациента и интенсивности кариозного процесса, возможностей полноценной изоляции рабочего поля и др. Вне зависимости от вида реставрационного материала, строгое соблюдение показаний к его использованию, а также следование инструкциям производителя являются обязательными условиями клинического успеха.

## РАЗДЕЛ 2

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКИ В РЕСТАВРАЦИОННОЙ ТЕРАПИИ

### МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

**Общее время занятия:** 70–90 мин.

Повышение эффективности лечения кариеса и некариозных поражений зубов продолжает оставаться одной из важнейших проблем практической стоматологии. Реставрация зуба, которая является заключительным этапом лечения, представляет собой сложную операцию, для успешного осуществления которой стоматолог должен обладать как высокой квалификацией, так и определенным набором теоретических знаний. Последние научные исследования, разработка новых технологий и материалов привели к значительному прогрессу в этой области стоматологии.

Возвращение зуба к состоянию, близкому к тому, как он выглядел до повреждения, требует большего мастерства врача-стоматолога и тщательного выполнения всех этапов лечения. Успех реставрации определяется следующими основными параметрами:

- профессиональной подготовкой врача (практическим опытом и теоретической информированностью в выборе материала и метода лечения);
- оснащением стоматологического кабинета оборудованием и материалами;
- местными факторами в полости рта пациента (уровнем гигиены, резистентностью твердых тканей зуба и т. д.).

В связи с этим актуальным является обобщение информации об особенностях клинического использования различных реставрационных материалов.

Высокий уровень знаний по данному разделу позволит повысить эффективность восстановительного лечения твердых тканей зубов.

**Цель занятия:** систематизировать знания об основных принципах лечения заболеваний твердых тканей зубов, направленных на восстановление функции и эстетики, определить схему использования материалов для реставрационной терапии.

**Задачи занятия.** После окончания семинара студент должен знать:

- общие правила подготовки зуба к реставрации;
- этапы реставрации зубов с использованием композиционных материалов, стеклоиномерных цементов, амальгамы;
- техники реставрации с использованием разных классов реставрационных материалов.

**Требования к исходному уровню знаний.** Для полного усвоения темы студенту необходимо повторить:

– из анатомии человека: особенности анатомического строения коронок зубов в зависимости от их групповой принадлежности, кровоснабжение и иннервацию зубов и тканей периодонта;

– гистологии, цитологии, эмбриологии: гистологическое строение эмали, дентина, цемента зуба;

– общей стоматологии: методы препарирования твердых тканей зубов;

– терапевтической стоматологии: клинику и диагностику кариеса и некариозных поражений зубов, классификацию реставрационных материалов, обоснование выбора, показания и противопоказания к применению композиционных материалов, стеклоиономерных цементов, амальгамы.

**Контрольные вопросы из смежных дисциплин:**

1. Анатомическое строение зуба.
2. Кровоснабжение и иннервация зубов и тканей периодонта.
3. Гистологическое строение эмали, дентина, цемента.
4. Методы препарирования твердых тканей зубов.
5. Показания и противопоказания к применению разных классов материалов для прямой реставрации зубов.

**Контрольные вопросы по теме занятия:**

1. Общие правила подготовки зуба к реставрации.
2. Режимы, инструментарий и техника препарирования твердых тканей зубов.
3. Защита пульпы.
4. Адгезивная подготовка твердых тканей зуба к реставрации.
5. Методика реставрации композиционными материалами. Техники реставрации.
6. Методика реставрации стеклоиономерными цементами.
7. Методика реставрации амальгамой.
8. Рекомендации пациентам после проведения реставрации твердых тканей зубов.

**Задания для самостоятельной работы.** Для подготовки к занятию студенту необходимо повторить учебный материал из смежных дисциплин. Затем следует ознакомиться с учебным материалом пособия и соответствующим лекционным материалом. Для того чтобы изучение темы было более осознанным, студенту рекомендуется вести записи вопросов и замечаний, которые впоследствии можно выяснить в ходе дальнейшей самостоятельной работы с дополнительной литературой или на консультации с преподавателем.

Для самоконтроля усвоения темы рекомендуется использовать тестовые задания к данному семинару, изложенные в «Сборнике тестов для самоконтроля знаний студентов БГМУ».

Завершающим этапом в работе над темой служат контрольные вопросы, ответив на которые студент может успешно подготовиться к занятию.

## ПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕСТАВРАЦИИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБА

**Кариес зубов и его осложнения.** Вследствие высокой распространенности и интенсивности кариеса зубов в Республике Беларусь, пломбирование кариозных полостей традиционно занимает большую часть деятельности стоматолога-терапевта.

**Травматические повреждения твердых тканей зубов.** Фрактуры (переломы коронки зуба в пределах эмали или дентина), а также трещины требуют реставрации твердых тканей. В случае повреждения пульпы зуба необходимо проведение предварительного эндодонтического лечения.

**Некариозные поражения.** Дефекты твердых тканей, вызванные некариозными поражениями, такими как гипоплазия, абразивный износ, эрозия эмали, несовершенный амело-, дентиногенез и др., являются нередким показанием к реставрации. Современной особенностью является сочетанный характер некариозных поражений. Так, эрозивные дефекты, возникающие от воздействия кислоты, нередко сопровождаются абразивным износом или абфракцией в пришеечной области, либо патологической стираемостью окклюзионных поверхностей зубов. Данные особенности необходимо учитывать при выборе метода и материала реставрации.

**Косметические показания.** Нарушения цвета, формы зуба, положения в зубном ряду могут быть откорректированы реставрационными методами с получением требуемых эстетических результатов.

### КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПРЯМОГО И НЕПРЯМОГО МЕТОДА РЕСТАВРАЦИИ

Выделяют следующие виды реставраций твердых тканей зубов:

- **прямая** — изготавливаемая непосредственно в полости рта пациента;
- **непрямая** — изготовленная вне полости рта.

С развитием цифровых технологий появилась возможность изготовления не прямых реставраций врачом-стоматологом без сотрудничества с зубным техником.

Врачу-стоматологу нередко трудно определиться с тем, какую методику предложить пациенту, так как имеет место сочетанное влияние ряда факторов.

**1. Объем оставшейся структуры зуба.** Данное показание является ведущим. Традиционно считается, что утрата более 50 % тканей коронки зуба требует полного покрытия, однако отдаленные результаты функционирования прямых композиционных реставраций значительно разрушенных зубов нередко показывают хорошие результаты. В данном аспекте важно учитывать над- и поддесневое разрушение зуба, толщину стенок, наличие поперечной связи между ними, витальность зуба. Поддесневой контур полости

на отдельном участке зачастую делает невозможным применение матрицы и изоляцию при внесении материала, но оставляет возможность постановки не прямой вкладки.

**2. Финансовые соображения.** Финансовый фактор нередко определяет метод реставрации. Так, цельнокерамические вкладки, накладки, виниры нередко являются наилучшим решением для реставрации зуба, но из-за высокой стоимости применяются реже, чем хотелось бы врачам и пациентам.

**3. Возраст пациента.** Данный пункт коррелирует со следующим. Молодым людям выбирают преимущественно прямые реставрации, так как подготовка зуба для них требует минимальной редукции твердых тканей. С возрастом ткани зуба все больше подвергаются разрушению кариесом и стиранием, и препарирование под непрямую реставрацию не несет большой потери тканей зуба.

**4. Проблема редукции зуба.** При прямых реставрациях — минимальная.

**5. Оклюзионные факторы.** При выборе методики следует учитывать такие характеристики реставрационных материалов, как абразивная устойчивость, прочность на излом и прочность на сжатие. Материалы, применяемые для не прямых реставраций, такие как керамика, диоксид циркония и металлы, значительно превосходят по этим параметрам композиты и цементы. Исключение составляет амальгама, имеющая хорошие параметры прочности и с успехом применяемая при повышенных окклюзионных нагрузках у пациентов для восстановления жевательных зубов.

**6. Периодонтальный статус.** Неизвестный прогноз функционирования зуба может стать ограничением применения не прямой реставрации. Поскольку большое влияние здесь имеет и финансовый фактор, временная реконструкция в некоторых случаях может быть предпочтительным решением.

**7. Выраженность изменения цвета.** При значительном изменении цвета композиционные материалы в силу прозрачности могут хуже решать проблему, чем коронки из диоксида циркония или металлокерамические.

**8. Эстетические проблемы цвета.** Следует учитывать сложное сочетание керамических и композиционных материалов в восприятии цвета. Рядом стоящие зубы, особенно симметричные центральные резцы, предпочтительно выполнять реставрациями из одного материала.

**9. Требования по уходу.** Материалы для прямой реставрации более чувствительны к таким влияниям как плохая гигиена, курение, красители.

**10. Исправление повреждений.** Следует учитывать, что реставрации из композитов легче поддаются починке, керамические реставрации могут адгезионно восполняться композитом, но чаще всего переделываются. Пломбы из СИЦ и амальгамы требуют полной замены.

# ЭТАПЫ ПРЯМОЙ РЕСТАВРАЦИИ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

## ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Прежде чем приступить к оперативным действиям, необходимо подготовить условия для обеспечения сухости операционного поля, адаптации и адгезии материала, а также улучшения эстетических результатов реставрации. Для этого должны быть проведены следующие мероприятия.

**Нормализация гигиены полости рта и устранение воспаления десны.** Реставрационная терапия должна проводиться после нормализации гигиены полости рта пациента путем его мотивации, обучения индивидуальному гигиеническому уходу и профессиональных гигиенических мероприятий. Устранение этиологического фактора — микробной биопленки — в большинстве случаев приводит к излечению гингивита. При необходимости перед реставрационной терапией возможно проведение дополнительного медикаментозного лечения воспаления десны.

Адгезия любого материала требует абсолютной чистоты поверхности зуба, которая должна быть свободна от зубного налета, зубного камня и пелликулы. Это условие можно выполнить путем очищения зуба непосредственно перед реставрацией. Тем не менее, если не устранено воспаление десны или уровень гигиенических навыков пациента недостаточен, могут наблюдаться нежелательные последствия.

Если работа проводится без коффердама, при воспалении десны изолировать рабочее поле не представляется возможным. Даже при отсутствии видимой кровоточивости гингивит всегда сопровождается увеличением количества десневой жидкости, которая может «подтекать» в полость, нарушая адгезию материала, что особенно актуально при восстановлении аппроксимальных и пришеечных поверхностей зубов. При наличии гингивита также возможны ошибки в выборе оттенка реставрационного материала.

Кроме того, сроки службы одной и той же реставрации, при всех равных условиях, будут различными в зависимости от качества проведения пациентом индивидуальных гигиенических процедур. Такие виды бактериальной флоры, как *S. mutans*, *S. oralis*, *A. naeslundii*, очень легко закрепляются на всех доступных поверхностях зубов и пломб, и в считанные часы способны сформировать на них толстые микробные биопленки. Отсутствие у реставрационных материалов (особенно у композитов) способности противостоять бактериальной колонизации приводит к деминерализации эмали на границе пломба–зуб, а также к постепенному разрушению адгезивного соединения и самой реставрации. В результате изменяется цвет реставрации, нарушается ее краевое прилегание и развивается вторичный кариес.

**Оперативные вмешательства на периодонте.** Данные мероприятия могут решить задачи перемещения границы полости с поддесневого в наддесневое положение, что значительно улучшает прогноз реставрации. Хирург-

гическое удлинение коронки зуба позволяет улучшить эстетический результат реставрации, особенно в случае «десневой улыбки». Гиперпластический гингивит с фиброзными изменениями десневых сосочков также требует их оперативного иссечения. Диатермокоагуляция, применение лазера, иссечение специальными борами, классическая гингивэктомия или лоскутные операции решают данные задачи и могут устранить периодонтальные карманы, что улучшает общий прогноз.

**Химическое отбеливание зубов.** В случае потребности пациента иметь более светлый оттенок зубов отбеливание проводится перед эстетической реставрацией и может значительно улучшить результат вмешательства. Рекомендуется проводить реставрацию через 2 недели после окончания отбеливания для стабилизации цвета зубов.

### **ОЧИЩЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЗУБА**

Адгезия композиционных материалов основана на микромеханическом сцеплении и требует абсолютной чистоты поверхности. Непосредственно перед реставрацией проводится механическое удаление налета и пелликулы с поверхности реставрируемого зуба и соседних зубов с помощью щеточки или резиновой чашечки и пасты, не содержащей фтора и масла. Контактные поверхности зубов очищаются с помощью флосса.

Эту задачу можно решить также с помощью воздушной полировки зубов, для которой используются специальные аппараты и порошки.

Очищение поверхности зуба обязательно даже при хорошей гигиене полости рта и отсутствии видимых зубных отложений, поскольку пелликула имеет органическую природу и не растворяется кислотой.

### **ПОДБОР ОТТЕНКА МАТЕРИАЛА**

Данный этап имеет свои особенности в зависимости от групповой принадлежности зуба, топографии дефекта, применяемого материала и эстетических требований пациента. Наиболее точное определение параметров цвета требуется для эстетической реставрации фронтальной группы зубов.

Подбор оттенка материала рекомендуется проводить до начала препарирования, поскольку спустя несколько минут после пребывания в открытой полости рта эмаль теряет жидкость и становится более светлой. Оттенок зуба определяется до наложения коффердама, т. к. фоновый цвет латекса и изоляция окружающих тканей увеличивают вероятность ошибки.

Поверхность зуба должна быть влажной. Для большей идентичности цветопередачи рекомендуется смочить водой также и цветовой шаблон. Естественное освещение дает наиболее точное совпадение цвета, хотя специально созданное для этих целей искусственное освещение также подходит. Необходимо использовать постоянный фон, избегая резкого контраста цветов (эталонным фоном в стоматологии принято считать серый цвет).

Цвет зубов определяется тремя параметрами:

- 1) тоном или цветовым оттенком;
- 2) насыщенностью или интенсивностью цвета;
- 3) яркостью или светлотой.

Тон или цветовой оттенок зуба обусловлен цветом его дентинной основы. По системе VITA он определяется буквами латинского алфавита А, В, С, D. Интенсивность окраски представлена насыщенностью цвета и выражается степенью от 1 до 4. Важным оптическим свойством зуба является яркость, которая меняется с возрастом. Яркость зуба прямо пропорциональна толщине зубной эмали и напрямую зависит от прозрачности зуба. Когда толщина эмали уменьшается, мы можем наблюдать переход окраски зуба в желтовато-серый цвет. Это происходит за счет увеличения общей прозрачности зуба, за которой находится темная полость рта. Поэтому врач может выбрать оттенки С и D по шкале VITA, в то время как зуб соответствует оттенку А, но требует большего использования прозрачного слоя.

Основной оттенок материала подбирают согласно цвету тела коронки, а затем определяют оттенки ее других частей (шейки, медиальной и дистальной граней, режущего края).

При использовании фотоотверждаемых композиционных материалов, кроме определения общего цвета реставрации, необходимо также спланировать использование и взаимодействие различных по опакости слоев материала (дентин, эмаль, прозрачный слой) с целью воссоздания естественной эстетики. Обычно опакочные слои композита на 3–4 % менее прозрачны, чем эмалевые. Они используются для имитации цвета естественного дентина и блокирования нежелательных темных оттенков. Вместе с тем эмалевые оттенки разных материалов также отличаются по прозрачности. При использовании прозрачного оттенка возможно темное просвечивание полости рта, в связи с чем недостаточное применение опакочного слоя может вызвать смещение восстановления в серую сторону.

В сомнительных случаях рекомендуется использовать «макет» из материала выбранного оттенка, который наносится на очищенную от налета, но непротравленную поверхность, полимеризуется и сравнивается с тканями зуба.

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОККЛЮЗИОННЫХ КОНТАКТОВ**

Края любой реставрации не должны попадать на участки окклюзионного контакта с зубами-антагонистами. Это приводит к неравномерному изнашиванию материала реставрации и эмали, образованию ступенек, сколов, краевой щели и вторичного кариеса. Для выполнения этого условия перед началом препарирования полости рекомендуется выявить точки окклюзионных контактов с помощью копировальной бумаги. В процессе препарирования эти участки необходимо «обходить». Более благоприятным вариантом является ситуация, когда границы полости лежат внутри от ок-

клюзионных точек. Если объем кариозного очага этого сделать не позволяет, полость «выводится» наружу от окклюзионной точки с таким расчетом, чтобы под точкой контакта был слой пломбировочного материала не тоньше 2 мм.

### **ОБЕЗБОЛИВАНИЕ**

Необходимо помнить, что необоснованное причинение пациенту болевых ощущений недопустимо. Поэтому все потенциально болезненные стоматологические вмешательства (в том числе препарирование) должны проводиться с адекватным обезболиванием. При лечении кариеса зубов анестезия требуется, по меньшей мере, в 75 % случаев. Безболезненность манипуляций позволяет не только обеспечить психологический комфорт пациенту, но и качественно провести этап препарирования кариозной полости.

Могут применяться следующие виды обезболивания: местная анестезия, общая анестезия (наркоз), седативная премедикация в сочетании с местной анестезией.

При планировании местной анестезии следует учитывать следующие факторы: диагноз заболевания, время и характер манипуляции, общее состояние пациента, необходимость гемостаза.

Для проведения реставрации зубов без эндодонтического лечения достаточно использовать разведение артикаина с адреналином 1 : 200 000. В случае противопоказаний к использованию адреналина целесообразно применение мепивакаина, имеющего большую анестезирующую активность и продолжительность действия за счет сосудосуживающего действия. При необходимости гемостаза эффективно показывают себя анестетики с адреналином в разведении 1 : 100 000.

Проведение лечения под наркозом показано пациентам, имеющим:

- пороки развития и психические расстройства (аутизм, синдром Дауна, эпилепсия и др.);
- непереносимость местных анестетиков;
- повышенную психоэмоциональную возбудимость или фобию лечения;
- общие заболевания в стадии декомпенсации;
- повышенный рвотный рефлекс.

### **ИЗОЛЯЦИЯ ОПЕРАЦИОННОГО ПОЛЯ**

Адгезивная техника реставрации чрезвычайно чувствительна к загрязнению поверхности полости слюной, кровью или десневой жидкостью. Следует помнить о том, что невозможность изолировать зуб от влаги — абсолютное противопоказание к проведению реставрации композитом. Предпочтительным методом изоляции операционного поля является использование коффердама. Он позволяет создать асептическое, сухое рабочее поле и обеспечить защиту мягких тканей полости рта.

Если коффердам не применяется, изоляция зуба осуществляется после этапа препарирования полости. Относительная сухость операционного поля

достигается путем использования адсорбционных валиков, аспирационных систем, ретракторов губ и щек, ретракционных нитей, матриц, клиньев.

## ПРЕПАРИРОВАНИЕ

Качественное, квалифицированное и адекватное препарирование является важнейшим условием, обеспечивающим эффективность лечения кариеса и некариозных поражений твердых тканей зубов.

В настоящее время существуют различные методы препарирования:

– *механический* — применение боров и ручных инструментов;

– *химико-механический* — использование систем (например, гель «Carisolv»), разрушающих пораженные кариозным процессом ткани, которые затем удаляют ручными инструментами;

– *кинетический (воздушно-абразивный)* — направленная подача на препарлируемые ткани зуба реактивной струи аэрозоля, содержащего воду и абразивное средство (частицы оксида алюминия). С помощью этого метода можно добиться минимального иссечения тканей (при герметизации фиссур, устранении глубоких пигментаций эмали, препарировании микрополостей, подготовке адгезионных поверхностей), чего невозможно сделать даже самым маленьким бором;

– *ультразвуковой* — использование ультразвуковых наконечников и специальных насадок к ним с алмазным покрытием рабочей части. Кончик насадки при работе совершает микроскопические вибрирующие движения по овальной траектории, обрабатывая стенки полости;

– *лазерный* — использование специальных лазеров, предназначенных для обработки твердых тканей зуба.

Следует отметить, что только механическое препарирование позволяет в полной мере подготовить все виды полостей и дефектов твердых тканей зубов к пломбированию. Другие методы имеют различные ограничения или требуют комбинированного воздействия.

При реставрационном лечении особенно большую роль играет правильный выбор боров, соблюдение режимов, точное выполнение правил и технологических этапов препарирования полостей.

В зависимости от материала рабочей части боры бывают алмазные, твердосплавные и стальные. Рабочая поверхность алмазного бора состоит из зерен искусственного или натурального алмаза, связанных с основанием из нержавеющей стали. Основной рабочей характеристикой алмазного бора является его абразивность. Производители применяют цветовое кодирование размера алмазного зерна в виде цветного ободка на хвостовике. Эти данные, а также информация о назначении различных боров представлены в табл. 4.

Следует обратить особое внимание на то, что алмазные боры для препарирования дентина малопригодны. Они очень быстро «засаливаются» за счет того, что промежутки между алмазными зернами забиваются органическими веществами, содержащимися в дентине. При этом бор теряет

режущую эффективность и начинает перегревать дентин, вызывая повреждение отростков одонтобластов и образование толстого, грубого «смазанного» слоя.

Таблица 4

**Цветовое кодирование зернистости алмазных боров**

Цветовой код	Зернистость	Средний размер зерна, мкм	Назначение
Черный	Сверхгрубая	180	Для быстрого удаления тканей зуба
Зеленый	Грубая	135	Для быстрого удаления тканей зуба
Синий (либо нет маркировки)	Нормальная	100–120	Универсальные
Красный	Тонкая	50	Для финирирования тканей зуба
Желтый	Сверхтонкая	30	Для шлифования пломб из композита
Белый	Ультратонкая	15	Для окончательного полирования пломб из композита

Рабочая часть твердосплавного бора изготавливается из карбида вольфрама. На ней нарезаются 6–8 лопастей с острыми рабочими гранями. Твердосплавные боры обладают высокой режущей способностью и могут эффективно обрабатывать эмаль, дентин, амальгаму, композиты и другие материалы. Такие инструменты создают наименьшую шероховатость препарированной поверхности. Для препарирования твердых тканей зубов применяются твердосплавные боры с зеленым кольцом на хвостовике (повышенная режущая эффективность) и без кольца (нормальная режущая эффективность).

Стандартные стальные боры имеют 6–8 режущих лезвий на рабочей части. Они могут эффективно иссекать только дентин и только при небольших скоростях вращения. При высоких скоростях, а также в случае препарирования эмали на режущих гранях стального бора создаются очень высокие температуры, приводящие к их оплавлению, полной потере эффективности и повреждению тканей зуба.

А. И. Николаев предлагает алгоритм выбора боров, представленный в табл. 5.

Таблица 5

**Выбор бора для препарирования полостей и обработки пломбировочных материалов**

Обрабатываемый материал	Боры		
	Стальной	Твердосплавный	Алмазный
Эмаль	–	±	+
Дентин	±	+	±
Амальгама	–	+	±
Композиты	–	+	+
СИЦ	–	+	+

+ рекомендуется; ± возможно; – неприемлемо.

В последние десятилетия производителями также были предложены *полимерные боры*, изготовленные из специальных материалов, твердость которых соответствует твердости кариозного дентина. Эти инструменты предназначены для использования исключительно в низкоскоростных наконечниках. Ограниченная твердость полимера делает возможным избирательное иссечение только пораженного дентина с максимальным сохранением здоровых тканей. Примером является система Smart Prep (SSWhite).

Помимо правильного выбора бора (материала рабочей части, формы и размера) очень важно соблюдение оптимального режима препарирования. Препарирование *эмали* проводится с использованием турбинного наконечника. Основное его преимущество — высокая скорость вращения бора (160–400 тыс. об/мин), обеспечивающая быстрое и эффективное удаление тканей. Однако невысокая механическая мощность турбинного наконечника приводит к тому, что увеличение давления бором на обрабатываемую ткань вызывает замедление его вращения или даже остановку. Поэтому при работе турбинным наконечником сила давления на бор должна быть минимальной, аналогичной поглаживанию. Еще одно важнейшее требование — адекватное воздушно-водяное охлаждение. При работе турбинным наконечником расход воды, идущей на охлаждение, должен составлять не менее 50 мл/мин. При препарировании без охлаждения температура поверхности бора может достигать 93–260 °С. В этом случае возникают необратимые изменения в твердых тканях (термический некроз) и пульпе зуба.

Препарирование *дентина* рекомендуется проводить при небольшой скорости вращения бора с помощью угловых наконечников, работающих от микромотора. Это позволяет качественно удалить весь пораженный дентин и избежать случайного вскрытия полости зуба. Угловые наконечники также имеют систему воздушно-водяного охлаждения препарлируемой поверхности.

Важнейшим условием качественного препарирования является применение исправных наконечников и острых боров. Известно, что после 4–5 использований абразивная способность алмазного бора снижается на 50 %. У твердосплавных боров в процессе использования происходит скалывание их режущих граней. При этом у бора ухудшается режущая эффективность, нарушается центровка и появляется биение. Твердосплавные боры с признаками разрушения режущих граней применять не следует.

Кроме того, нужно помнить, что бор может быть источником инфекции в стоматологической клинике. Поэтому дезинфекция, промывание, высушивание и стерилизация боров обязательны.

Актуальность применения ручных инструментов для препарирования полостей в последнее время значительно снизилась. Это связано с прогрессом в технике препарирования с использованием вращающихся инструментов, а также обусловлено изменившимися требованиями к геометрии сформированной полости. Из ручных режущих инструментов применяются экскаваторы (для некрэктомии), триммеры десневого края (для обработки

придесневой стенки полости II класса) и эмалевые ножи (для удаления слоя эмали, поврежденного в процессе препарирования высокоскоростными инструментами).

**Принципы препарирования кариозной полости:**

- следует руководствоваться анатомией зуба, положением его в зубной дуге, степенью разрушения, свойствами реставрационного материала;
- десневые края должны оканчиваться на эмали, когда это возможно;
- край полости должен быть над десной, если это возможно;
- окклюзионный контакт должен представлять один материал или эмаль для одинакового изнашивания;
- ослабленную и лишенную поддержки структуру зуба следует удалить.

**Выделяют следующие этапы препарирования:**

- раскрытие кариозной полости;
- расширение полости;
- некрэктомию;
- формирование полости;
- обработку краев эмали.

*Раскрытие кариозной полости.* Препарирование начинают с удаления всех нависающих и подрывных краев эмали с целью обеспечения доступа для дальнейших манипуляций и хорошего обзора полости. Количество отсекаемых на данном этапе тканей определяется размерами очага кариозного поражения дентина. Раскрытие полости проводится алмазными или твердосплавными борами высокоскоростным наконечником с воздушно-водяным охлаждением.

*Расширение полости.* При использовании композиционных материалов классическое профилактическое расширение полости до иммунных зон не проводится. Наружные границы полости могут быть расширены только в том случае, если на них проецируются точки окклюзионных контактов. При наличии на жевательной поверхности зуба кариозной полости и глубоких, труднодоступных, пигментированных фиссур проводится их иссечение в пределах эмали. Оптимальным считается применение фиссуротомических твердосплавных боров с закругленной головкой.

*Некрэктомия.* Этот этап предусматривает полное удаление размягченного и инфицированного дентина из кариозной полости. В полостях I и II класса на дне допускается оставлять пигментированный дентин. Его поверхность должна быть плотной и гладкой, дентин должен быть устойчивым к удалению экскаватором, при исследовании его зондом должен определяться крепитирующий звук. На фронтальных зубах, чтобы обеспечить эстетический результат реставрации, удаляется не только размягченный, но и весь пигментированный дентин. Некрэктомия проводится шаровидными твердосплавными или стальными борами на средней или малой скорости вращения, а также острыми экскаваторами.

*Формирование полости.* Контуры полости должны быть сглаженными, между дном и стенками делаются плавные переходы. Прямые и острые углы формировать не рекомендуется. Полости придается слегка грушевидная форма, при необходимости дно можно делать ступенчатым.

Учитывая то, что за счет адгезии и эластичности композиты могут «поддерживать» ткани зуба, допускается оставлять ослабленные бугры с последующим их укреплением композиционным материалом. В то же время в некоторых клинических ситуациях, особенно при значительном истончении стенки зуба, во избежание отлома бугра его иссекают на 2 мм и в дальнейшем перекрывают композитом.

Придесневая стенка формируется перпендикулярно вертикальной оси зуба. Деминерализованная эмаль должна быть полностью удалена. Для обработки придесневой стенки может использоваться триммер десневого края.

На фронтальных зубах максимально сохраняются твердые ткани зуба с вестибулярной поверхности и со стороны режущего края. Вестибулярная эмаль, не имеющая подлежащего дентина, сохраняется, если она не имеет признаков деминерализации или трещин.

*Обработка краев эмали.* Эмаль по краям кариозной полости ослаблена, она имеет трещины, неровности, эмалевые призмы фрагментированы. В дальнейшем это может стать причиной нарушения краевого прилегания реставрации и развития вторичного кариеса. Это диктует необходимость *финирирования* — заключительной (финишной) обработки краев полости. Данная манипуляция выполняется путем сглаживания краев эмали алмазными борами (с красной маркировкой) либо твердосплавными финирами (с 10–12 гранями).

*Скос эмали* — сошлифовывание эмали по краю полости под определенным углом с целью раскрытия эмалевых призм и создания оптимальных условий для микромеханической ретенции адгезивной системы и композита. Скос называется длинным, если эмаль сошлифовывается на всю толщину, и коротким, если препарируется только ее верхний слой (рис. 5). Для создания скоса применяются тонкозернистые алмазные боры с красной маркировкой. В малых и средних полостях I и II классов скос эмали не делается (этап препарирования завершается финирированием). При большом размере полости препарируется короткий скос, что позволяет предотвратить образование краевой щели (рис. 6).

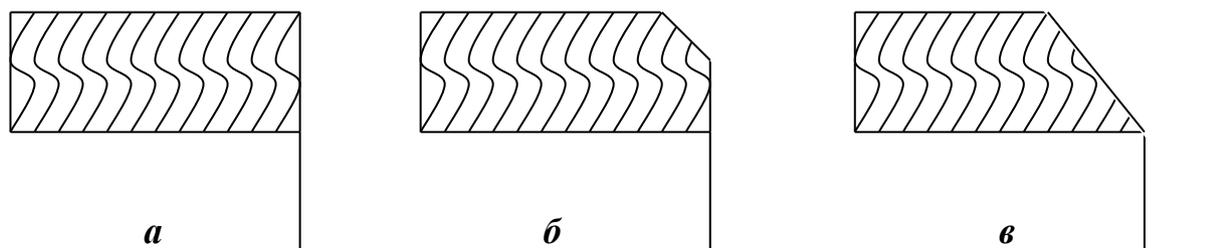
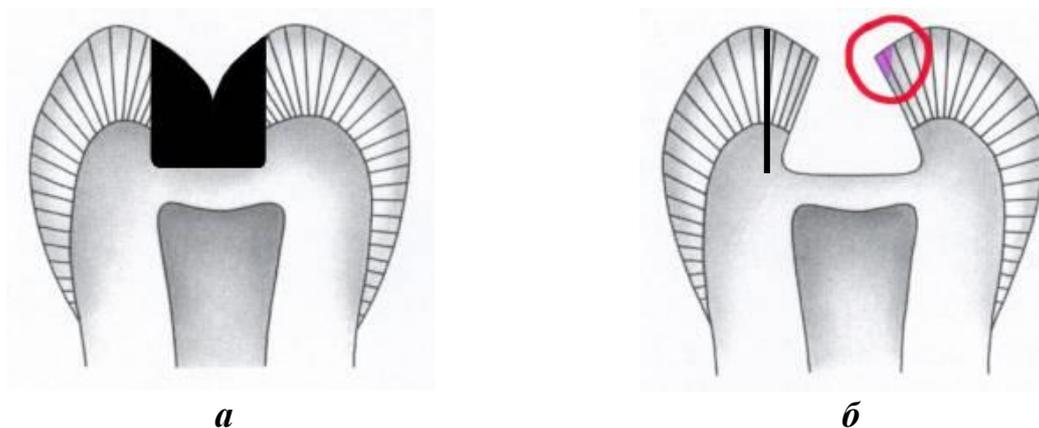
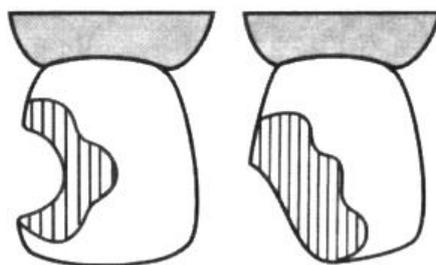


Рис. 5. Виды препарирования эмали:  
а — без скоса; б — короткий скос; в — длинный скос



*Рис. 6.* Препарирование эмали в полостях I и II классов (R. Nickel, 2006):  
*a* — срез эмалевых призм под углом при препарировании стенок небольших полостей (скос эмали не требуется); *б* — параллельный срез эмалевых призм, если полость широкая или стенки конвергирующие (требуется короткий скос эмали — 0,5 мм)

При применении композиционных материалов на фронтальных зубах с вестибулярной поверхности создается длинный пологий скос шириной не менее 2 мм. Для достижения наилучшего эстетического результата контуры скоса должны быть волнистыми (рис. 7). С оральной поверхности препарируется короткий скос.



*Рис. 7.* Создание плавного, волнистого скоса эмали на вестибулярной поверхности фронтальных зубов (А. В. Салова, В. М. Рехачев, 2003)

Таким образом, можно отметить следующие особенности подготовки полости под композит:

- отсутствие этапа профилактического расширения, предложенного Блэком;
- отсутствие необходимости макроретенционного формирования полости;
- максимально полная некрэктомия;
- обязательная обработка краев эмали (финирование и, при необходимости, скос).

### МЕДИКАМЕНТОЗНАЯ ОБРАБОТКА

В большинстве случаев достаточно промыть отпрепарированную полость дистиллированной водой и высушить ее воздухом. Для медикаментозной обработки возможно применение 2%-ного раствора хлоргексидина.

Данный препарат эффективно воздействует на большинство микроорганизмов, не имеет токсического действия на пульпу, не препятствует адгезии композитов, обладает сильной фиксацией на поверхности. Кроме того, хлоргексидин является ингибитором матриксных металлопротеиназ, вызывающих деградацию гибридного слоя и активирующихся при кислотном протравливании дентина.

Адгезивные системы композитов довольно чувствительны к различным медикаментозным агентам. Не рекомендуется обрабатывать отпрепарированную полость раствором перекиси водорода. Это может привести к насыщению дентина кислородом и ингибированию полимеризации адгезивной системы и композита. Также нельзя использовать препараты, содержащие эвгенол, поскольку они препятствуют адгезии и ингибируют полимеризацию материала.

### ЗАЩИТА ПУЛЬПЫ

Применение адгезивной техники реставрации композиционными материалами не предполагает наложения изолирующих прокладок. Компоненты адгезивной системы теряют токсичность после полимеризации и эффективно изолируют пульпу от композиционных материалов. Протравливание ортофосфорной кислотой с соблюдением рекомендуемого времени также не обладает токсическим действием. Кроме того, для образования полноценного гибридного слоя требуется непосредственное взаимодействие компонентов адгезивной системы с поверхностью дентина.

Необходимость наложения *изолирующей прокладки* определяется несколькими факторами:

1) адгезивной системой композита. В комплекте композитов химического отвердевания адгезивная система («bond») представляет собой комплекс гидрофобных мономеров и не содержит праймер в виде отдельного раствора или в составе других компонентов. Сцепление с твердыми тканями зуба в этом случае обеспечивается только за счет эмалевого адгезива, и вся поверхность дентина должна быть закрыта изолирующей прокладкой;

2) состоянием дентина на дне полости. Если на дне глубокой полости невозможно удалить весь потенциально инфицированный дентин в связи с риском вскрытия пульпы зуба, под композиционными материалами возможно дальнейшее размножение микроорганизмов, в особенности анаэробных. Изолирующую прокладку в этом случае следует накладывать только на дно кариозной полости или на участок дна, приближенный к полости зуба, оставляя возможно большую площадь дентина для адгезионного сцепления;

3) необходимостью изоляции других материалов, которые могут растворяться компонентами адгезивной системы или нарушать полимеризацию композиционного материала (гидроокись кальция, силеры, содержащие эвгенол).

Традиционно, в глубоких полостях, когда слой надпульпарного дентина меньше 1 мм (определяется на рентгенограмме, сделанной в технике параллельной съемки) и отсутствуют признаки его склерозирования, применяются препараты, содержащие гидроокись кальция. Вследствие того, что эти материалы не обладают адгезией к дентину и подвержены рассасыванию, они должны вноситься в полость точечно, в минимальном количестве и изолироваться от композита.

Препараты гидроокиси кальция сочетают одонтотропное действие, антисептические свойства за счет высокого рН, биосовместимость. Однако такие недостатки как высокая растворимость, низкий герметизм, низкая прочность на сжатие, формирование «туннельных дефектов» (ходы в репаративном дентине от места наложения препарата до пульпы), возможность облитерации полости зуба и корневых каналов вследствие избыточного образования репаративного дентина, снижают популярность их применения в настоящее время.

В качестве материалов для изолирующих прокладок оптимально использовать стеклоиономерные цементы. Традиционные СИЦ приобретают достаточную прочность и адгезию к дентину медленно, в течение 24 часов, поэтому рекомендуется применять отсроченную технику пломбирования. Через 1 день и более часть пломбы из этих материалов удаляется, и зуб восстанавливается композитом. СИЦ, модифицированные полимером, характеризуются более высокой прочностью и силой связи с тканями зуба, ранней устойчивостью к влаге и позволяют закончить реставрацию в одно посещение.

Одним из современных материалов, применяемых для изоляции пульпы, является «Biodentine» (Septodont). Этот биоактивный цемент состоит из порошка (силикаты трикальция и дикальция, карбонат кальция, наполнитель диоксид циркония) и жидкости (водный раствор хлорида кальция с добавлением поликарбоксилата). Он сочетает одонтотропное действие, антисептические свойства, высокий герметизм и прочность. Из особенностей следует отметить длительное время отверждения (12 минут), капсульную форму, требующую замешивания в смесителе, и относительно высокую стоимость. Биодентин может применяться как для непрямого, так и для прямого покрытия пульпы зуба.

Еще одна опция — использование минерал триоксид агрегата (МТА). В состав этого цемента входят трехкальциевый силикат, двухкальциевый силикат, трехкальциевый алюминат, а также оксид висмута для придания рентгеноконтрастности. Примечательно, что первичным продуктом реакции МТА с водой является гидроксид кальция. В результате, многие преимущества и потенциальные механизмы действия МТА схожи с гидроксидом кальция, включая антибактериальные качества, биосовместимость, высокий рН, рентгеноконтрастность и свойство способствовать высвобождению биоактивных молекул из дентинного матрикса. Однако важным отличием

МТА является его способность герметично запечатывать структуры зуба. МТА имеет и несколько отрицательных свойств, среди которых его высокая цена, а также длительное время отверждения — 2 ч 45 минут в присутствии влаги, что не позволяет в одно посещение реставрировать зуб.

### АДГЕЗИВНАЯ ПОДГОТОВКА

Данный этап может иметь свои особенности в зависимости от выбранного типа адгезивной системы.

**Использование систем, предусматривающих технику тотального протравливания.** Для *тотального протравливания* твердых тканей зуба применяется 30–40%-ный раствор фосфорной кислоты. Первая порция геля наносится на эмаль, а затем вторая — на всю поверхность дентина. Следует обращать особое внимание на то, чтобы время воздействия фосфорной кислоты на дентин не превышало 15 с. Таким образом, среднее время протравливания эмали составляет 30 с (допустимое время воздействия кислоты — 15–60 с), дентина — 15 с. Затем полость должна быть тщательно промыта водой не менее 15 с. Увеличение времени протравливания твердых тканей зуба недопустимо, т. к. это приведет к ухудшению адгезии и развитию осложнений.

Протравленный дентин требует очень осторожного отношения во избежание коллапса, т. е. дезориентации и спадения коллагеновых волокон. С этой целью применяется концепция «влажного» бондинга: после промывания полости проводится ее высушивание в течение 2–5 с, в результате чего эмаль приобретает матовость, а поверхность дентина остается слегка влажной («искрящийся» дентин). Высушивать рекомендуется, направляя слабую струю воздуха не в полость, а поверх нее, параллельно окклюзионной поверхности. Это способствует более эффективному высушиванию эмали и легкому подсушиванию поверхности дентина. Для защиты дентина от пересушивания также можно заполнить полость пороновыми шариками (Pele Tim), а затем высушить ее струей воздуха. Если все же дентин оказался пересушенным, возможно применение специальных увлажняющих агентов (AquaPrep, AquaPrep F), основными компонентами которых являются НЕМА и вода.

Следующий этап адгезивной подготовки — *прайминг*. Нанесенный праймер должен воздействовать на дентин достаточно долго (порядка 30 с) при одновременном стимулировании его проникновения вглубь дентина за счет чрезвычайно легких, осторожных промокающих движений. При этом настоятельно не рекомендуется с усилием «втирать» праймер в поверхность эмали и дентина, поскольку это может стать причиной повреждения рисунка травления. Затем необходимо осторожно удалить остатки растворителя с помощью потока сжатого воздуха. Для проведения данной процедуры из-за меньшей летучести растворителя водосодержащие системы требуют большего времени, чем системы, содержащие ацетон и спирт.

Нанесение адгезива (*бондинг*) — заключительный этап адгезивной подготовки, обеспечивающий образование гибридного слоя. Для достижения максимальной глубины проникновения адгезива в слои деминерализованного дентина после его нанесения необходимо выдержать определенный промежуток времени (примерно 10 с), после чего легкой струей сжатого воздуха равномерно распределить адгезив по всей поверхности полости, не повреждая целостность образующейся пленки. Для того чтобы в максимально возможной степени компенсировать напряжения, возникающие в процессе усадки при полимеризации, перед нанесением материала осуществляют световую полимеризацию адгезивной системы.

Для *2-шаговых адгезивных систем* этой группы характерно то, что функции праймера и адгезива выполняет один раствор. Соответственно, число этапов адгезивной подготовки сокращается до двух:

- тотальное протравливание эмали и дентина;
- нанесение праймер-адгезива (выполняется по тем же правилам, что и прайминг с последующей световой полимеризацией).

**Использование самопротравливающих адгезивных систем для эмали и дентина.** Основные отличия этих систем заключаются в том, что в них не используется фосфорная кислота и отсутствует этап смывания протравки.

При применении *2-шаговых адгезивных систем* этого типа на первом этапе на поверхность эмали и дентина наносится самопротравливающий праймер. В данном случае состояние дентина (сухой или влажный) имеет меньшее значение. Самопротравливающий праймер рекомендуется осторожно «втирать» в поверхность дентина и эмали в течение достаточного длительного времени (порядка 30 с). Благодаря этому удается замедлить нейтрализацию кислотного раствора и, следовательно, повысить его эффективность. Затем праймер подсушивают слабой струей воздуха.

На втором этапе проводится нанесение адгезива, его равномерное распределение и световая полимеризация.

При использовании *1-шаговых самопротравливающих адгезивных систем* на поверхность эмали и дентина наносится только один раствор. Он осторожно «втирается» в поверхность около 30 с, распределяется легкой струей воздуха и полимеризуется.

**Универсальные адгезивные системы** предоставляют врачу-стоматологу возможность выбора техники кислотной обработки эмали и дентина. Их можно использовать в соответствии с вышеизложенными правилами в технике *тотального протравливания* и *самопротравливания*, а также в технике *селективного протравливания эмали*. В последнем случае после избирательного протравливания эмали ортофосфорной кислотой адгезив наносится на всю поверхность полости, «втирается» в дентин около 30 с, подсушивается и полимеризуется.

## ВНЕСЕНИЕ И ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ МАТЕРИАЛА

Основной проблемой использования композитов является их полимеризационная усадка, которая вызывает напряжение на границе композита с твердыми тканями зуба (полимеризационный стресс). Правильная техника использования композита и фотополимеризационной лампы позволяет значительно снизить стрессовые нагрузки и избежать в дальнейшем образования краевой щели на границе пломба – зуб. Кроме данного осложнения, клинически последствия усадки композита проявляются постоперативной чувствительностью (на температурные раздражители), болями при накусывании на зуб или пломбу. Эти проблемы возникают вследствие отрыва материала от дна или стенок полости и открытия дентинных канальцев. Помимо этого, выраженный полимеризационный стресс может приводить к образованию горизонтальных трещин эмали и дентина и даже к отлому бугра или стенки зуба.

Наложение традиционных фотокомпозитов осуществляется слоями, не превышающими 2 мм, что позволяет добиться наиболее полного отвердевания и контролировать полимеризационный стресс (при использовании тонких слоев композита он меньше, чем при большом объеме материала).

Связывание отдельных порций композита происходит благодаря образованию на поверхности материала дисперсионного слоя, процесс полимеризации в котором ингибирован кислородом воздуха. Этот слой выглядит как блестящая липкая пленка, легко снимающаяся с поверхности. Он создает условия для качественного соединения новой порции материала с ранее полимеризованной. Вносимая порция композита должна приклеиваться к поверхности, отрываясь от инструмента. При попытке ее отделить порция должна деформироваться, но не отделяться — это важный диагностический тест. Если в процессе пломбирования в полость попадет кровь или ротовая жидкость, свойства дисперсионного слоя нарушатся, и утратится способность соединения с новой порцией композита. В таком случае требуется 10-секундное протравливание и нанесение адгезива, после чего пломбирование может быть продолжено. Если материал твердеет без доступа воздуха (под матрицей или гелем), дисперсионный слой не образуется. Если к такой поверхности нужно добавить новый слой композита, ее необходимо шлифовать (либо обработать пескоструйным методом), протравить и нанести адгезив. Кроме того, образование дисперсионного слоя вызывает необходимость тщательной полировки пломб, т. к. он активно впитывает краситель.

При нанесении слоев композита рекомендуется соблюдать важное правило: *свободная* поверхность наносимого слоя должна быть как можно больше *связанной* поверхности, т. е. поверхности, прилегающей к стенке полости или к предыдущему слою композита. Это объясняется тем, что в начале процесса полимеризации, когда органическая матрица еще находится в пластичном состоянии, уменьшение объема материала компенсиру-

ется за счет того, что еще пластичный композит «стекает» от свободных поверхностей к стенкам, тем самым снижая полимеризационный стресс. Отношение связанной поверхности к свободной обозначается как **С-фактор** (configuration factor). Чем меньше С-фактор, тем ниже риск образования краевых трещин. На практике увеличить площадь свободной поверхности можно за счет послойной техники наложения косых порций материала.

Композиты объемного внесения в силу их специфических свойств могут применяться более толстыми слоями до 4–5 мм. При этом очень важно измерять глубину полости и не превышать максимально допустимую толщину порции материала.

Обеспечить высокое качество реставрации невозможно без тщательного соблюдения условий световой полимеризации, к которым, в первую очередь, относится мощность излучения и время полимеризации.

Первоначально в большинстве полимеризационных устройств использовалась стандартная *галогеновая лампа*. В последнее десятилетие популярность приобрели *светодиодные лампы* (LED-полимеризаторы). Несомненными достоинствами таких приборов являются долговечность и стабильность источника излучения, незначительное выделение тепла и минимальное энергопотребление, что позволяет им работать автономно — без подключения к электрической сети. Большинство из них генерирует относительно узкий спектр света в диапазоне от 400 до 500 нм. Полимеризация композитов также может осуществляться с использованием *плазменных ламп* и *лазера*.

В 2014г. в Университете Далхаузи (Халифакс, Канада) был проведен Симпозиум по фотополимеризации, в котором приняли участие более 40 экспертов из разных стран. По его результатам было разработано консенсусное заявление, опубликованное ведущими стоматологическими журналами. Основные положения этого документа приведены ниже.

#### **При выборе фотополимеризационного устройства (ФПУ):**

- Учитывайте, что ФПУ могут существенно различаться. Используйте ФПУ того производителя, который предоставляет контактную информацию, инструкцию и сервисное обслуживание. Отдавайте предпочтение тем устройствам, которые получили положительный отзыв или сертификацию авторитетной независимой организации.

- Изучите основные технические параметры нового ФПУ: 1) световой поток (средняя интенсивность в мВт/см<sup>2</sup> и спектр излучения); 2) равномерность излучения в пределах светового пучка; 3) диаметр светового пучка.

- Будьте осторожны при использовании высокоинтенсивных ФПУ (более 1500–2000 мВт/см<sup>2</sup>), которые предлагают очень короткие режимы полимеризации (1–5 сек.). Стабилизируйте световод при малой экспозиции. Учитывайте возможность неполноценной полимеризации всех материалов на требуемую глубину при коротком времени полимеризации. Ознакомьтесь с рецензируемой литературой, подтверждающей эффективность и безопасность подобных материалов и устройств.

### **Перед фотополимеризацией:**

- Регулярно контролируйте интенсивность излучения ФПУ, используя один и тот же радиометр и световод. Если работа ФПУ не соответствует спецификациям производителя, проведите его ремонт или замену.

- Проверяйте и очищайте ФПУ перед использованием, чтобы убедиться в корректности настроек, рабочего состояния, отсутствия дефектов и загрязнений.

- Учитывайте, что каждый композиционный материал требует определенной энергии в корректном волновом диапазоне для обеспечения полноценной полимеризации. [Энергия (Дж/см<sup>2</sup>) = интенсивность (Вт/см<sup>2</sup>) × время экспозиции (сек.)]. Однако минимальное время полимеризации также должно быть соблюдено.

- Следуйте рекомендациям производителя по соблюдению времени полимеризации и толщины слоев материала, делая поправки в случае применения ФПУ другого производителя. Увеличивайте время полимеризации для глубоких слоев реставрации, а также темных или опакowych оттенков.

- Выбирайте световод, который обеспечивает равномерное излучение по всему периметру и покрывает максимально возможную площадь реставрации. Полимеризуйте каждую поверхность отдельно, частично перекрывая области полимеризации, если диаметр световода меньше, чем поверхность реставрации.

- Располагайте кончик световода на максимально близком расстоянии от реставрации (не прикасаясь к ней) и параллельно полимеризуемой поверхности.

- Стабилизируйте и удерживайте световод в одном положении на протяжении всего процесса полимеризации. Контролируя положение световода, всегда пользуйтесь защитными очками или экраном.

### **Предостережения:**

- Избегайте ситуаций, которые снижают эффективность светового воздействия:

- расположение световода на расстоянии нескольких миллиметров;

- расположение световода под углом к поверхности композита;

- загрязненная или поврежденная поверхность световода.

- Дополнительное время полимеризации требуется при условиях, ограничивающих идеальный доступ света (например, тени от матриц)

- Опасайтесь потенциального термического воздействия на пульпу зуба и мягкие ткани при высокоинтенсивном или длительном воздействии.

- Охлаждайте зуб при увеличении времени полимеризации или применении высокоинтенсивных ФПУ.

- Никогда не светите лампой в глаза и не смотрите на отраженный свет лампы без специальных защитных очков или экрана.

- Оценка твердости поверхности реставрации стоматологическим зондом НЕ дает информации об адекватной глубине полимеризации.

## ТЕХНИКИ РЕСТАВРАЦИИ

**Адгезивная техника.** Эта наиболее популярная на сегодняшний день технология подразумевает адгезивное прикрепление композиционных материалов к эмали и дентину за счет, в первую очередь, микромеханического сцепления. При этом могут быть использованы композиты разных классов: регулярной консистенции, текучие, пакуемые, с модифицированной матрицей (ормокеры, компомеры) и др. Суть термина состоит в их фиксации к дентину и эмали с помощью соответствующих адгезивных систем.

**Сэндвич-техника.** Под этим понятием подразумевается такой вариант реставрации, когда основная масса восстановления (в пределах дентина) выполняется из СИЦ, а остальная часть — из композита. Данная техника позволяет сочетать положительные свойства СИЦ (химическая связь с дентином, биологическая совместимость, противокариозное действие, эластичность) с высокими прочностными характеристиками и эстетичностью композиционного материала. При этом за счет амортизирующих свойств СИЦ и уменьшения объема композита достигается снижение полимеризационного стресса, возникающего при усадке. Если СИЦ полностью перекрывается композитом, такой вариант сэндвич-техники называется закрытым. В том случае, когда СИЦ контактирует со средой полости рта, техника называется «открытый сэндвич». Эта методика применяется при II классе кариозных полостей, особенно при поддесневом расположении полости.

При применении традиционных СИЦ сэндвич-техника выполняется в 2 этапа. В первое посещение вся полость пломбируется СИЦ, во второе — удаляется часть пломбы на толщину эмали, проводится адгезивная подготовка и восстановление композитом. При использовании резинмодифицированных СИЦ реставрацию можно закончить в одно посещение.

**Техника слоеной реставрации (лейринг-техника).** Под этим термином понимают одновременное применение в одной реставрации различных классов композиционных материалов. При этом материалы сочетают таким образом, чтобы максимально использовать их положительные свойства и свести к минимуму недостатки. Так, при восстановлении фронтальных зубов возможно комбинирование гибридного композита с микронаполненным в качестве поверхностного слоя, что позволяет улучшить эстетические характеристики реставрации. При восстановлении полостей I, II классов основной объем реставрации и контактный пункт могут выполняться из пакуемого композита, а поверхностный слой — из микрогибридного или нанокомпозита.

Одним из вариантов лейринг-техники является **C-b-F техника реставрации** (*composite-bonded-to-flowable*). После адгезивной подготовки дно кариозной полости покрывают тонким слоем текучего композита — таким образом создается начальный суперадаптивный слой. Особое внимание уделяется проблемным зонам: придесневой стенке, углам, неровностям рельефа. Проводят фотополимеризацию текучего материала, и полость по-

слоино заполняется регулярным или пакуемым композитом. Эта техника дает возможность комбинировать хороший адаптационный потенциал текучих композитов с моделируемостью более плотного материала. Кроме того, несмотря на сравнительно большую усадку текучего композита, его высокая эластичность обеспечивает значительное снижение напряжения на границе пломба – зуб при полимеризации.

**C-b-C техника** (composite-bonded-to-compomer). После применения адгезива на дно полости первоначально необходимо нанести тонкий слой текучего компомера (Dugast Flow) и произвести его полимеризацию. Таким образом удастся предотвратить образование щелей в результате усадки или же недостаточной адаптации композита к поверхности полости. Применение компомера авторы обосновывают более медленной реакцией первоначального отвердевания и поэтому меньшим полимеризационным стрессом. Далее полость послойно заполняется регулярным или пакуемым композитом.

**Bulk-fill техника.** Это техника заполнения полости композитом объемного внесения. При этом КОВ средней вязкости могут использоваться для восстановления всей полости целиком. Текучие КОВ применяются в качестве базы для замещения дентина и требуют перекрытия моделируемым композитом средней опакowości (*техника bulk&body*).

**Самоадгезивная техника.** Одно из направлений развития современных материалов — разработка самоадгезивных композитов, не требующих адгезивной подготовки полости. В настоящее время материалы этого класса с успехом используются для фиксации непрямых реставраций зубов. Ассортимент самоадгезивных композитов, предназначенных для прямых реставраций, невелик. Тем не менее, на рынке есть композиты текучей консистенции (Vertise Flow, Fusio Liquid Dentin, Constic), которые используются в самоадгезивной технике. При этом первая порция композита втирается в дентин и эмаль и после полимеризации обеспечивает формирование гибридного слоя. Несмотря на то, что эти материалы демонстрируют более низкие показатели адгезии в сравнении с традиционными адгезивными системами, их применение может быть оправдано в ряде клинических ситуаций.

## ОБРАБОТКА РЕСТАВРАЦИИ

Этот этап проводится с целью коррекции окклюзионных взаимоотношений, придания анатомической формы, обеспечения идеального краевого прилегания материала, а также удаления слоя, ингибированного кислородом. Обработка реставрации осуществляется в 3 этапа: макроконтурирование, микроконтурирование и полирование.

Удаление грубых излишков материала и макроконтурирование проводится с применением алмазных мелкодисперсных боров с красной маркировкой. При этом необходимо адекватное воздушно-водяное охлаждение, работать этими борами можно только на материале, не травмируя эмаль зуба. Для микроконтурирования (формирования валиков, желобков, бугров,

фиссур и других анатомических образований) можно применять алмазные боры с желтой и белой маркировкой.

Многие стоматологические школы рекомендуют использовать для обработки композитов твердосплавные финиры, отдавая им предпочтение перед алмазными борами. Финиры представляют собой многогранные боры, число граней на которых колеблется от 10 до 32. Грани имеют малую высоту, спиральное направление, поэтому они менее агрессивны при резке. Чем больше граней имеет финир, тем меньше его режущая способность и выше качество обработки поверхности.

Твердосплавные финиры с 10–12 гранями применяются для контурирования и шлифования реставраций. Финиры с 20–32 гранями используются для полирования композитов. Обработка должна проводиться с адекватным воздушно-водяным охлаждением. В области границы композита с эмалью движения финира должны быть направлены от реставрации к эмали зуба. Основные преимущества твердосплавных финиров по сравнению с алмазными борами — более высокое качество поверхности реставрации и атравматичность по отношению к эмали зуба.

Аппроксимальные поверхности необходимо обрабатывать сразу после удаления матричной системы и клина, пока между зубами сохраняется небольшое расстояние. Для этого используются штрипсы различных степеней дисперсности.

Для окончательного полирования поверхности могут применяться различные системы, состоящие из дисков, резиновых или силиконовых головок, щеточек. На финальной стадии используют полировочные пасты, фетровые диски или щеточки с внедренной алмазной пылью для получения так называемого сухого блеска поверхности, сравнимого с блеском эмали.

### **ФИНИШНОЕ ЗАСВЕЧИВАНИЕ ВСЕХ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕСТАВРАЦИИ**

После окончания полировки проводится финишная световая полимеризация: каждая поверхность реставрации засвечивается в течение 10–20 с. Этот этап необходим для полной выработки компонентов системы, которая инициирует полимеризацию композита.

### **ФЛЮОРИЗАЦИЯ УЧАСТКОВ ЭМАЛИ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К РЕСТАВРАЦИИ**

Покрытие фторлаком проводится для повышения минерализации эмали, прилежащей к пломбе, в том числе и деминерализованной в процессе протравливания кислотой. Во избежание окрашивания реставрации следует использовать только бесцветный фторлак.

## МЕТОДИКА РЕСТАВРАЦИИ СТЕКЛОИОНОМЕРНЫМИ ЦЕМЕНТАМИ

Все СИЦ, представленные на современном рынке, по своему химическому составу принадлежат к одному классу материалов, поэтому основные правила и этапы работы с ними едины.

**1. Очищение поверхности зуба.** Проводится механическое удаление налета и пелликулы с поверхности зуба с помощью щеточки или резиновой чашечки и пасты или методом воздушной полировки.

**2. Подбор цвета материала.** Данный этап осуществляется только при использовании восстановительных СИЦ для эстетических реставраций.

**3. Определение окклюзионных контактов.**

**4. Обезболивание.** Этот и 3-й этапы выполняются в соответствии с вышеизложенными принципами.

**5. Препарирование кариозной полости.** Этапы и правила препарирования полости под СИЦ аналогичны таковым при использовании композиционных материалов. Исключение составляет этап обработки краев эмали. При использовании СИЦ эмалевый край финируется, но не скашивается.

**6. Изоляция операционного поля.** СИЦ, в отличие от композитов, менее требовательны к абсолютной сухости операционного поля. Тем не менее, избыток влаги может способствовать вымыванию ионов кальция и алюминия, что в конечном итоге повлияет на физические свойства материала. В большинстве случаев достаточно изолировать рабочее поле с помощью адсорбционных валиков и аспирационных систем.

**7. Медикаментозная обработка.** Для этой цели предпочтительно использование 2% раствора хлоргексидина.

**8. Защита пульпы.** СИЦ являются биосовместимыми материалами и не требуют изоляции пульпы. В глубоких полостях при отсутствии признаков склерозирования дентина можно точно применять прокладку, содержащую гидроокись кальция.

**9. Поверхностное кондиционирование.** Одно из главных преимуществ СИЦ — наличие адгезии на основе ионного обмена между самим материалом и твердыми тканями зуба. В клинических условиях для гарантированного формирования ионообменного слоя подготовленную полость необходимо в течение 10 с обработать 10%-ным раствором полиакриловой кислоты, затем в течение 20 с тщательно промыть водой и слегка просушить. Это позволит частично удалить смазанный слой, но сохранить дентинные каналы закрытыми, что предупредит вытекание дентинной жидкости, нарушающей адгезию СИЦ, и появление постоперативной чувствительности. Недопустимо использовать 37%-ный раствор ортофосфорной кислоты, поскольку она является агрессивной и ведет к деминерализации структур зуба, снижая количество ионов, необходимых для образования ионообменного слоя. Ввиду высокой чувствительности СИЦ к обезвоживанию не сле-

дует пересушивать полость. Высушивание лучше осуществлять ватным шариком, удаляя им только избыток влаги.

Этап кондиционирования допустимо не проводить при использовании некоторых современных традиционных СИЦ (Ketac Universal) и гибридных СИЦ двойного отвердевания (Photac Fil Quick, Vitrebond). Кондиционирование также не осуществляется при использовании СИЦ тройного отвердевания Vitremer (3M). Этот материал в своем составе имеет праймер для обработки дентина, который модифицирует смазанный слой и хорошо увлажняет поверхность. Праймер наносится на дентин, втирается, слегка подсушивается и фотополимеризуется в течение 20 с.

**10. Приготовление СИЦ.** Соотношение порошка и жидкости имеет большое значение, поскольку определяет конечные физические свойства материала. При смешивании компонентов вручную рекомендуется слегка встряхнуть баночку с порошком (это обеспечит его однородность и придаст нужный объем). Для его забора необходимо использовать только ту мерную ложку, которой комплектуется данный материал. Порция порошка должна быть строго отмерена, а избыток удален с помощью ограничителя на горлышке флакона.

Если жидкость представлена полиакриловой кислотой, то она является достаточно вязкой. Чтобы равномерно дозировать жидкость, флакон следует наклонить горизонтально (для вытеснения пузырьков воздуха), а затем повернуть строго вертикально и, не прикасаясь горлышком к блокноту для смешивания, выдавить нужное количество капель.

Сначала в жидкость вносится половина порции порошка и быстро замешивается до получения однородной массы. Через 10 с добавляется оставшаяся половина. Максимально допустимое время замешивания составляет 30–40 с. Правильно приготовленный материал имеет характерный блеск поверхности. Это говорит о наличии свободной полиакриловой кислоты, обеспечивающей химическое соединение с дентином.

Для уменьшения вероятности ошибок при приготовлении СИЦ рекомендуется применять капсульные формы материалов. Порошок и жидкость находятся в капсулах в правильном соотношении, время смешивания составляет 10–15 с для автоматических смесителей с 4000 об/мин. Это всегда гарантирует оптимальную консистенцию, стандартное рабочее время материала и надежные конечные результаты.

**11. Внесение материала.** Для получения полноценной адгезии СИЦ к дентину большое значение имеет правильная его адаптация. Материал вносится в полость с помощью гладилки или одноразовых канюль. При использовании капсульных форм сама капсула служит шприцом для внесения цемента. Важно начинать внесение материала со дна полости, чтобы добиться надежной адгезии и отсутствия пузырьков воздуха. При любом способе внесения необходимо уплотнение (конденсация) СИЦ, которое выполняется смоченным в воде и хорошо отжатым плотным ватным шариком

(или губкой). Для традиционных СИЦ необходимо строго соблюдать временной интервал отвердевания пломбы и условия, в которых оно происходит (изоляция зуба от слюны). Гибридные СИЦ двойного отвердевания вносятся в полость слоями не более 2 мм, каждый слой фотополимеризуется отдельно. СИЦ тройного отвердевания Vitremer вносится в полость одной порцией, конденсируется и фотополимеризуется 40 с.

**12. Защита реставрации.** Защита от избыточного водопоглощения требуется только для эстетических восстановительных СИЦ химического отвердевания, которые представляют группу материалов с улучшенной прозрачностью, но более длительным временем «созревания» и повышенной чувствительностью к влаге. Сразу после заполнения полости и исчезновения характерного блеска поверхности пломбы она покрывается изолирующим лаком (Glaze) или ненаполненной фотоактивируемой бондинговой системой. После полного отвердевания материала (не ранее чем через 5 мин) проводится предварительная обработка реставрации белым камнем или гибкими дисками без воды с целью исключения супраконтактов. Поверхность реставрации повторно покрывается изолирующим лаком, который фотополимеризуется. Окончательная обработка должна проводиться после полного «созревания» цемента, не ранее чем через 24 ч.

Все остальные типы СИЦ более устойчивы к водопоглощению и не нуждаются в дополнительной защите в процессе отвердевания.

**13. Окончательная обработка реставрации.** Резинмодифицированные СИЦ, а также большинство современных СИЦ для нагруженных реставраций могут быть окончательно обработаны непосредственно после отвердевания. Информация об этом обязательно указывается в инструкции фирмы-производителя.

Шлифовка и полировка СИЦ проводится с водой, чтобы избежать пересушивания поверхности пломбы и ее дальнейшего растрескивания. Для окончательной обработки СИЦ могут использоваться мелкозернистые алмазные боры, твердосплавные финиры, гибкие диски, штрипсы, резиновые полиры и щеточки с полировочной пастой.

В завершение поверхность реставрации из СИЦ рекомендуется покрывать слоем изолирующего лака, что позволит запечатать мелкие неровности и создать гладкую поверхность, а также предотвратить возможную дегидратацию материала на период его окончательного «созревания». После нанесения лака каждую поверхность необходимо полимеризовать отдельно по 10 с.

## МЕТОДИКА РЕСТАВРАЦИИ АМАЛЬГАМОЙ

**1. Очищение поверхности зуба.** Проводится механическое удаление налета и пелликулы с поверхности зуба с помощью щеточки или резиновой чашечки и пасты. В данном случае присутствие в пасте фтора или масла не имеет принципиального значения.

## **2. Определение окклюзионных контактов.**

**3. Обезболивание.** Этот и 2-й этапы выполняются в соответствии с вышеизложенными принципами.

**4. Особенности препарирования.** Отсутствие у амальгамы адгезии к тканям зуба определяет особенности формирования кариозной полости.

Полость должна иметь ящикообразную форму: плоское дно, перпендикулярное направлению жевательного давления, и отвесные стенки. Для улучшения механической ретенции пломбы стенки зуба делаются слегка сходящимися (конвергирующими).

Внутренние углы между дном и стенками полости должны быть закруглены. В противном случае эти участки концентрируют напряжение, что повышает риск фрактуры стенок зуба.

Угол между поверхностью пломбы и стенкой зуба должен быть больше  $70^\circ$ , поскольку острый угол увеличивает вероятность краевого нарушения амальгамы.

Поскольку амальгама имеет низкую прочность на сжатие, полость формируют таким образом, чтобы толщина пломбы составляла не менее 2 мм, даже если для этого приходится иссекать здоровые ткани зуба.

Стенки полости должны иметь достаточную толщину. При их истончении ослабленные бугры без подлежащего дентина иссекаются на высоту 2 мм и перекрываются материалом. Для соблюдения строгого дизайна полости зачастую требуется удаление эмали на придесневой стенке.

Границы препарирования аппроксимальных полостей под амальгаму должны быть доступны для проведения гигиенических процедур.

Для улучшения фиксации пломбы могут создаваться дополнительные ретенционные бороздки.

В заключение этапа препарирования обязательно проводится финирирование краев эмали.

**5. Изоляция операционного поля.** Амальгама наименее чувствительна к влаге по сравнению с другими реставрационными материалами. Сухость рабочего поля желательна, но при попадании крови, слюны, десневой жидкости между порциями амальгамы в процессе ее конденсации достаточно просушить поверхность воздушной струей. Полная сухость нужна только при работе с амальгамами, содержащими цинк, т. к. при реакции цинка с водой активно выделяется водород, что вызывает образование пор и приводит к расширению пломбы с возможным нарушением краевого прилегания. Как правило, изоляция операционного поля достигается с помощью адсорбционных валиков и аспирационных систем. Изоляция коффердамом предпочтительна в том случае, если планируется адгезивная техника работы с амальгамой.

**6. Защита пульпы.** В глубоких полостях при отсутствии признаков склерозирования дентина рекомендуется наложение прокладки, содержащей гидроокись кальция.

Поскольку амальгама тепло- и электропроводна, дентин по всей площади кариозной полости необходимо покрывать изолирующей прокладкой толщиной 0,1–0,3 мм. Оптимальным вариантом является использование СИЦ благодаря их химической адгезии к тканям зуба, хорошим биологическим и физическим свойствам. Следует избегать слишком толстых прокладок, т. к. это может сказаться на прочности пломбы.

Вместо изолирующей прокладки можно использовать адгезивные системы. В этом случае применяются специальные системы, которые обеспечивают силу адгезии амальгамы к дентину более 20 МПа. Они могут включать технику тотального протравливания (Scotchbond MP, AllBond 2, OptiBond FL, PQ Amalgam, Amalgam Bond, One Step) либо быть самопротравливающими (Clearfil Liner Bond 2V, FL-Bond, Nano-Bond). Адгезивная техника устраняет такие проблемы, как отсутствие адгезии амальгамы к тканям зуба, тепло- и электропроводность, необходимость формирования дополнительных ретенционных пунктов, что позволяет сохранить больше здоровых тканей зуба. Недостатки этой методики — более высокая стоимость, сложная и требовательная к условиям проведения техника.

**7. Приготовление амальгамы.** Современные амальгамы выпускаются в капсулах — активных (имеют 1 секцию) или пассивных (имеют 2 секции, требуют активации перед смешиванием). Для замешивания в амальгамосмесителе в среднем требуется 8–12 с, однако рекомендуется следовать инструкции производителя и учитывать скорость смесителя и объем капсулы. Готовая амальгама извлекается на плоскую поверхность: стекло, крафт-бумагу или палетку для смешивания. Для более удобного забора материала могут использоваться специальные подставки для капсул. Критериями непригодности замешанной амальгамы являются ее хрупкость и потеря блеска.

**8. Внесение и конденсация амальгамы.** Амальгама вносится в полость при помощи пистолета маленькими порциями. Первые порции тщательно притираются ко дну и стенкам полости для обеспечения плотного прилегания материала. Последующие порции могут быть несколько увеличены. Конденсация проводится со средним усилием штопферами цилиндрической формы или амальгамотрегерами (разновидность штопфера с крестообразными насечками на торцевой части). Рекомендуется вносить материал с небольшим избытком, чтобы упростить процесс моделирования и избежать потребности добавлять порцию материала. Адекватная конденсация амальгамы способствует удалению непрореагировавшей ртути, монолитности пломбы и отсутствию пор. Стандартное время для выполнения этого этапа составляет 3,5–5 мин.

**9. Моделирование пломбы из амальгамы.** После схватывания амальгамы начинают *карвинг* — процесс моделирования пломбы путем удаления (срезания) излишков амальгамы с помощью карвера (инструмента с рабочей частью различной формы, имеющей острые грани).

Карвинг проводится в несколько этапов:

1) удаляются грубые избытки амальгамы по краю полости скользящими движениями от пломбы к эмали, чтобы предупредить сколы материала (этап проводится до удаления матрицы);

2) после извлечения матрицы аккуратными движениями в вестибуло-оральном направлении удаляются излишки материала в области краевого гребня;

3) с помощью острого конца карвера моделируются поперечные фиссуры и ямки, таким образом отмечаются самые глубокие места жевательной поверхности;

4) моделируется центральная фиссура;

5) моделируются контактные поверхности серповидными карверами, а излишки амальгамы из межзубного промежутка удаляются флоссом.

Время карвинга составляет в среднем около 6 мин. Проверку окклюзии нужно проводить осторожно, вначале только при вертикальных, а затем и при боковых движениях. Критериями истечения времени карвинга является появление металлического скрипа и необходимость приложения значительного усилия для срезания амальгамы.

*Бенишинг* — этап финишной обработки пломбы, представляющий собой сглаживание поверхности амальгамы с помощью бенишера (инструмента различной формы со скругленными гранями). При этом обеспечиваются плавные переходы на границе пломба – зуб, и амальгаме придается блеск.

**10. Окончательная отделка пломбы.** Полирование пломбы проводится через 24 ч либо при работе с амальгамами, содержащими сферические частицы, сразу после этапа бенишинга. Для окончательной отделки пломбы используют финишные твердосплавные боры, силиконовые полиры (коричневые и зеленые), щеточки с полировочными пастами различного состава. На контактных поверхностях применяют штрипсы со средней и малой абразивностью.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПАЦИЕНТАМ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ РЕСТАВРАЦИИ ЗУБОВ**

Рекомендации должны носить индивидуальный характер в зависимости от диагноза, клинической картины заболевания, методики лечения и применяемых материалов. Необходимо обратить внимание на следующие важные моменты:

1. В случае проведения лечения под анестезией пациенту рекомендуют воздержаться от приема пищи до полного восстановления чувствительности.

2. При использовании композитов следует исключить контакт с бытовыми и пищевыми красителями (чай, кофе, табак, лимонад, красное вино, цветные соки и ягоды, губная помада и т. п.) в течение суток.

3. Повторный визит для коррекции реставрации целесообразно назначить через 7–10 дней.

4. При применении СИЦ и амальгам следует воздержаться от приема твердой, жесткой пищи в течение суток.

5. Необходимо повторно провести беседу с пациентом о гигиене полости рта и определить кратность профилактических визитов.

В заключение хотелось бы отметить, что наряду со стремлением применять новые материалы и проводить художественную реконструкцию зубного ряда не следует забывать о том, что реставрация зуба — это прежде всего лечебная манипуляция. Нельзя недооценивать важность всех технологических аспектов работы, акцентируя внимание лишь на достижении эстетического результата. Кроме того, реставрация позволяет лишь восстановить зуб, но не устраняет причину заболевания. Поэтому, планируя лечение кариеса, не следует пренебрегать индивидуальной профилактикой.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. Полянская, Л. Н. Особенности клинического применения материалов для прямой реставрации зубов : учеб.-метод. пособие / Л. Н. Полянская, Г. П. Богдан, А. Г. Третьякович. Минск : БГМУ, 2012. 31 с.
2. Полянская, Л. Н. Современные реставрационные материалы : учеб.-метод. пособие / Л. Н. Полянская, Г. П. Богдан, А. Г. Третьякович. Минск : БГМУ, 2012. 38 с.
3. Николаев, А. И. Практическая терапевтическая стоматология : учеб. пособие / А. И. Николаев, Л. М. Цепов. 9-е изд. Москва : МЕДпресс-информ, 2014. 928 с.
4. Макеева, И. М. Основы стоматологии / И. М. Макеева, С. В. Козлов, В. А. Загорский. Москва : Бином, 2014. 416 с.
5. *Bulk-Fill Composites : A Review of the Current Literature* / A. Van Ende [et al.] // *J. Adhes. Dent.* 2017. Vol. 19, N 2. P. 95–109.
6. *Garg, N. Textbook of operative dentistry* / N. Garg, A. Garg. 2<sup>nd</sup> ed. New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013. 605 p.
7. *Powers, J. M. Dental materials: Properties and manipulation* / J. M. Powers, J. C. Wataha. 10<sup>th</sup> ed. St. Louis : Elsevier, 2013. 236 p.
8. *Van Noort, R. Introduction to dental materials* / R. Van Noort. 4<sup>th</sup> ed. Elsevier, 2013. 264 p.
9. *Dhaduk, R. Essentials of dentistry : quick review and examination preparation* / R. Dhaduk. New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publishers, 2012. 307 p.

### *Дополнительная*

10. Полянская, Л. Н. Универсальные адгезивные системы / Л. Н. Полянская // *Стоматологический журнал*. 2016. № 1. С. 63–66.
11. Полянская, Л. Н. Фотополимеризация. Практические рекомендации / Л. Н. Полянская // *Стоматологический журнал*. 2017. № 2. С. 157–158.
12. Храмченко, С. Н. Клинические аспекты применения амальгамы в терапевтической стоматологии : учеб.-метод. пособие / С. Н. Храмченко, Е. Н. Юрчук. Минск : БГМУ, 2007. 31 с.
13. Грютцнер, А. Текучий композит ЭсДиАр — умный заместитель дентина / А. Грютцнер // *ДентАрт*. 2011. № 1. С. 45–48.
14. *Mount, G. J. An atlas of glass-ionomer cements : A clinician's guide* / G. J. Mount. 3<sup>rd</sup> ed. London : Martin Dunitz. 2002. 201 p.
15. *Byoung, I. Universal adhesives. The evolution continues for the ideal adhesive* / I. Byoung // *Bident Globe*. 2014. Vol. 18(9). P. 2–4.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел 1. СОВРЕМЕННЫЕ РЕСТАВРАЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	4
Мотивационная характеристика темы .....	4
Требования к реставрационным материалам .....	6
Классификация реставрационных материалов .....	6
Амальгама .....	7
Стеклоиономерные цементы.....	9
Композиционные материалы .....	15
Макронаполненные композиты.....	16
Микронаполненные композиты .....	17
Гибридные композиты.....	18
Микрогибридные композиты.....	18
Нанокompозиты .....	19
Пакуемые композиты .....	20
Текущие композиты.....	21
Композиты объемного внесения .....	23
Компомеры .....	23
Ормомеры .....	25
Противопоказания к применению композиционных материалов .....	26
Адгезивная техника реставрации .....	26
Основы адгезии .....	26
Адгезивные системы, использующие технику тотального протравливания .....	28
Самопротравливающие адгезивные системы .....	30
Универсальные адгезивные системы.....	32
Обоснование выбора реставрационного материала .....	34
<b>РАЗДЕЛ 2. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКИ В РЕСТАВРАЦИОННОЙ ТЕРАПИИ .....</b>	<b>36</b>
Мотивационная характеристика темы .....	36
Показания для проведения реставрации твердых тканей зуба .....	38
Критерии выбора прямого и непрямого метода реставрации .....	38
Этапы прямой реставрации твердых тканей зубов композиционными материалами.....	40
Подготовительный этап.....	40
Очищение поверхности зуба.....	41
Подбор оттенка материала .....	41
Определение окклюзионных контактов .....	42
Обезболивание.....	43
Изоляция операционного поля .....	43
Препарирование .....	44
Медикаментозная обработка .....	49
Защита пульпы .....	50

Адгезивная подготовка.....	52
Внесение и полимеризация материала .....	54
Техники реставрации.....	57
Обработка реставрации .....	58
Финишное засвечивание всех поверхностей реставрации .....	59
Флюоризация участков эмали, прилегающих к реставрации. ....	59
Методика реставрации стеклоиономерными цементами .....	60
Методика реставрации амальгамой .....	62
Рекомендации пациентам после проведения реставрации зубов .....	65
Список использованной литературы.....	67