

Т.Н. Манак, Л.И. Палий

АМАЛЬГАМА. КЛАССИФИКАЦИЯ, СОСТАВ, СВОЙСТВА, ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ, МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ УО «Белорусский государственный медицинский университет»

T. N. Manak, L.I.Paly
AMALGAM. CLASSIFICATION, STRUCTURE, PROPERTIES,
INDICATIONS TO APPLICATION, AN APPLICATION TECHNIQUE

Стоматологическая амальгама – один из самых старых пломбирочных материалов. Сообщения по использованию серебро – оловянной пасты имеются уже в древних китайских рукописях. Впервые стоматологическую амальгаму для пломбирования кариозных полостей применил французский дантист Taveau в 1800 году. В 1912 г. братьями Кравкур (США) был предложен состав порошка, близкий к амальгаме первого поколения с низким содержанием меди. С 1928 г. выпускаются безртутные металлические пломбы на основе галлия (предложенные Питкаммером). Амальгаму без гамма-2-фазы с высоким содержанием меди разработали Канадцы Ин и Юделисв 1963г.

Популярность ее во всем мире обусловлена надежностью реставраций, невысокой стоимостью компонентов, а также простотой использования.

Амальгамы – это сплавы (металлические системы), в состав которых в качестве одного из компонентов входит ртуть.

Стоматологическая амальгама – особый вид амальгамы, используемый в качестве пломбирочного материала. Процесс ее образования заключается в смешении ртути с металлическим сплавом, выпускаемого промышленностью в виде металлических опилок, размером 36 мкм. Они взаимно диффундируют с образованием химических интерметаллических соединений. Таким образом стоматологическая амальгама образуется в результате взаимодействия ртути с металлическим сплавом.

Амальгамы с концентрацией цинка более 0,01% называют цинксодержащими. Такие амальгамы клинически имеют высокую прочность, долговечность и хорошее краевое прилегание. Pd, Pt и другие металлы добавляются в объеме, не превышающем несколько процентов, и кардинально не меняют свойств амальгамы.

Ртуть (Hg) является обязательным компонентом амальгамы; ее начальное содержание зависит от состава, формы и размера частиц сплава. Обычно начальное содержание ртути, в зависи-

мости от свойств порошка, колеблется от 40 до 53% по массе. Окончательное содержание ртути в амальгамах составляет 37 – 48% и зависит от начального ее содержания и техники постановки пломбы.

Морфологической структурой порошка являются частицы игольчатой, шаровидной (сферической) форм. При их комбинации – получается порошок со смешанными частицами.

Игольчатая, или традиционная (обычная) (рис. 1), такой порошок сплава получается путём шлифования слитка амальгамного сплава на токарном станке для получения опилок. Характеризуется жесткостью при паковке. При конденсации амальгамы с игольчатой формой давление и сопротивление со стороны амальгамы примерно одинаково.

Сферическая (шаровидная) (рис. 2) – получается путём распыления расплавленной амальгамы в инертном газе. Требуется меньше ртути для реакции отверждения, т.е. имеет лучшие конечные физические свойства. Характеризуется мягкостью при паковке. Наименьшее давление необходимо при конденсации амальгамы со сферической формой частиц.

Смешанная (рис. 3) – получается при смешивании порошков первых двух видов.

“Пакуемость” амальгамы регулируется изменением пропорций этих компонентов.

Игольчатые амальгамы с низким содержанием меди требуют наибольшего количества ртути, сферические амальгамы с высоким содержанием меди – наименьшего.

Серебряные амальгамные сплавы имеют в своём составе менее 6 % меди (ССТА). До 1960 г. почти все амальгамы были такого типа (I поколение). Современные медные амальгамы обычно имеют в своем составе 12-30% меди (ССТА-43, «Tytin», «Contour», II поколение). Амальгамы III поколения содержат атомарную медь.

Положительные свойства серебряной амальгамы: твердость, пластичность. Она не изменяет цвет зуба, не разрушается и не изменяется в секрете полости рта и при соприкосновении слизистой оболочкой полости рта, устойчива к условиям гигиены полости рта. Аллергическая реакция на амальгаму возникает крайне редко, только у лиц с идиосинкразией (непереносимостью) к ртути.

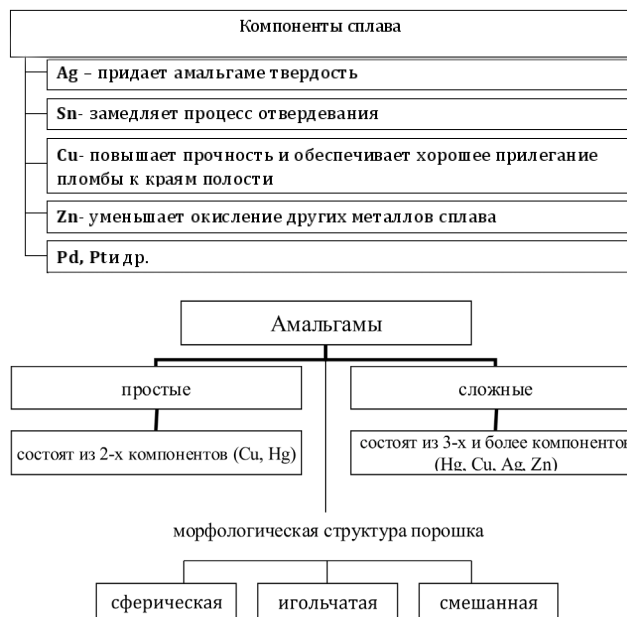
Недостатки: возможность отлома тонкой стенки зуба после постановки пломбы (вследствие разницы коэффициентов теплового расширения твердых тканей зуба и амальгамы), плохая адгезия, усадка. При наличии других металлических конструкций в полости рта возможно развитие гальванического синдрома. Гальванический синдром – образование гальванического (электрического) тока в полости рта. Причиной гальванизма является присутствие в полости рта разнородных металлов. Он проявляется ощущением металлического вкуса во рту, чувством кислоты, извращением вкуса, жжением языка.

Механические свойства амальгамы представлены в таблице 1.

В зависимости от состава и формы частиц сплава их механические свойства варьируют:

- Прочность на сжатие составляет от 392 до 545 МПа;
- Модуль эластичности – 52 - 58 ГПа.
- Коэффициент температурного расширения амальгамы в два с половиной раза превышает таковой ткани зуба.
- Диаметральная прочность варьирует от 122 до 148 МПа;

Приготовление амальгамы осуществляется согласно инструкции, в которой указывается объемное соотношение сплава



и ртути. До 1960 года использовалась амальгама I поколения. Состав сплава для приготовления амальгам регламентировался стандартом №1 FDI. Сплав должен был содержать не менее 65% Ag, не более 29% Sn, не более 6% Cu, 2 % Zn, 3% Hg.

Образование и схватывание амальгамы является сложным процессом, еще до конца не выясненным в деталях. Однако известно, что при взаимодействии ртути со сплавом происходит быстрое амальгамирование внешних слоев частичек сплава. Вокруг частички образуется слой раствора сплава в ртути. Дальнейшее амальгамирование протекает медленнее. Переходящие в раствор серебро и олово соединяясь со ртутью образуют новые фазы, кристаллы возникающих фаз соединяются, образуя твердую массу. Первоначальное расплавление сплава (опилок) сопровождается усадкой, образование же новых фаз протекает с расширением. Таким образом, при получении амальгамы одновременно протекают два процесса – растворение сплава в ртути и образование новых фаз.

Основной составной частью системы серебро-олово (опилки размером 36 мкм) является γ -фаза, которая идентифицируется как интерметаллическое соединение Ag_3Sn .

В процессе амальгамирования при взаимной диффузии сплава и ртути часть Ag_3Sn и олова реагирует с ртутью, а часть исходной γ -фазы остается. При этом возникают две новые фазы – γ_1 и γ_2 :



Рис. 1. Игольчатая амальгама

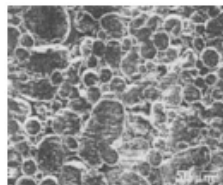


Рис. 2. Сферическая амальгама



Рис. 3. Смешанная амальгама

амальгамы через 24 часа ее расширение составляет 4-10 мкм на 1 см длины.

Следует помнить, что значение указанных выше фаз не одинаково. Наиболее прочной и устойчивой является γ -фаза, далее следует γ_1 -фаза, далее γ_2 -фаза. Последняя фаза весьма подвержена коррозии, что существенно снижает прочность амальгамы в целом. Поэтому, если в затвердевшей амальгаме присутствует больше ртути, она будет реагировать с большим количеством исходных частиц и образовывать повышенное количество более слабых γ_1 и γ_2 -фаз.

Плотность насыщенных паров ртути над амальгамной пломбой не превышает 0,04 ПДК. Материал современных амальгам не содержит окисляющейся фазы (фазы гамма-2), поэтому амальгамная пломба сохраняет гладкую блестящую поверхность в течение десятилетий. Фазу γ_2 смогли элиминировать за счет увеличения в сплаве процентного содержания меди с 6% до 20% (соответственно уменьшилось процентное содержание Sn). Вместо нестабильного соединения «олово-ртуть» образуется стабильная фаза «олово-медь» (Cu_6Sn_5).

Современная амальгама имеет ряд преимуществ: лучшая устойчивость к коррозии, обладает прекрасной краевой адгезией, высочайшей бактерицидностью и пластичностью, повышенная компрессионная прочность, отсутствует макроскопическое расширение, не изменяет цвета тканей зуба, более высокая прочность на сжатие, более быстрое затвердевание до полного завершения процесса, но уменьшилось рабочее время, т.е. время, в течение которого можно сформировать пломбу (4-5 мин.) и серебристый цвет (поэтому пломбы из амальгамы ставят только на жевательные зубы).

Серебряная амальгама без гамма-2-фазы выпускается с различным содержанием в порошке серебра. Большое количество серебра находится в капсулах «AmalcapPlus» (Германия) 70% Ag, 18% Sn, 11% Си, 0,5 % Zn; а низкое – в Vivalloy-HR (Германия) 45%

Ag, 30,5% Sn, 24% Си, 0,5 % Zn;

В настоящее время преимущество отдается использованию одноразовых капсул, исключающих контакт со свободной ртутью. Фабричная дозировка порошка и ртути в капсулах позволяет получить материал с одинаковыми физико-химическими свойствами и предупредить загрязнение кабинета. Капсулы могут быть самоактивируемые и активируемые.

Показания к применению амальгамы. Пломбирование кариозных полостей 1-го, 2-го и 5-го класса по Блеку на молярах, премолярах, когда не важны вопросы эстетики.

Процесс пломбирования амальгамой состоит из нескольких этапов

I этап (подготовительный)

- Гигиеническая чистка зуба;
- Обезболивание;
- Наложение коффердама;

II этап

- Препарирование полости;
- Промывание;
- Высушивание;
- Наложение матрицы;

III этап

- Наложение изолирующей прокладки;

IV этап

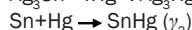
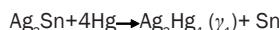
- Наложение пломбы;

V этап

- Шлифование и полирование пломбы.

Особенности препарирования кариозной полости под амальгаму II и III поколений:

- полость формируется по классическому



Затвердевшая амальгама не представляет собой однородный материал (рис. 4). Матрицей в отвердевшей амальгаме является γ_1 -фаза Ag_3Hg_4 , а частицы γ -фазы (Ag_3Sn), вкрапленные в матрицу, могут рассматриваться как наполнитель. В матрице рассеяны и другие интерметаллические соединения (γ_2 -фаза, Cu_3Hg_2 , Sn_7Hg_{15} , Ag_2Hg_3).

Анализируя процесс затвердевания амальгамы, можно сделать вывод: растворение сплава сопровождается усадкой, а образование новых фаз и их кристаллизация – расширением, после чего наступает вторичная усадка.

Пломба с небольшим расширением в конце отверждения дает хорошее краевое прилегание, плотно пристает к стенкам полости зуба. Амальгама при затвердевании не должна сильно расширяться, т.к. может вызвать болевое ощущение и привести к нарушению истонченных стенок зуба. При хорошем качестве

Таблица 1. Механические свойства амальгамы

Ткани зубов и амальгама	Прочность на		Модуль упругости Юнга, ГПа	Линейный коэф. термического расширения, Ppm/°C	Пластическая деформация (ползучесть), %
	Сжатие, МПа	Растяжение, МПа			
Эмаль	384	80	80	10	-
Дентин	297	40	18,5	11	-
Амальгама I поколения	392	60	52	26	1,6
Амальгама II поколения	545	64	58	25	0,1 – 0,05

Лекции

варианту, т.е. ящикообразной формы с прямыми углами между дном и стенками;

- стенки кариозной полости после препарирования должны быть несколько толще, чем при использовании композитных материалов;

- для улучшения фиксации пломбы можно создавать колесовидным бором ретенционные нарезки по эмалево-дентинной границе;

- при пломбировании кариозных полостей II класса необходимо использовать матрицедержатель и стальные матрицы;

- скос на эмали под углом 45° не делают, ограничиваются финирированием краев полости;

- в качестве прокладки можно использовать цинк-фосфатные цементы, стеклоиономеры, компомеры. Прокладку накладывают до эмалево-дентинной границы, толщина прокладки 1 – 1,5 мм. Кроме этого в качестве прокладки также можно использовать и **специальные лаки**: Cavalite (Kerr), Amalgama Liner (Voco), содержащих серебро и связывающих атомы ртути с образованием химического соединения с амальгамой. Необходимо наносить 2-3 слоя лака

- препарированная глубокая кариозная полость требует наложение кальций-содержащей лечебной прокладки, точно, в области близкого прилегания пульпы.

Процесс наложения пломбы из амальгамы состоит из: замешивания; внесения амальгамы в препарированную полость в зубе; конденсация; моделирование пломбы; контроль окклюзии.

Смешивание амальгамы может быть ручное и механическое.

Ручное приготовление амальгамы осуществлялось с применением ступки и пестика в специально предназначенной для этого комнате. Растирание производилось до получения пластичной однородной массы под вытяжным шкафом. Этот способ сейчас не применяется.

В настоящее время замешивают амальгаму с специальных электрических амальгама-смесителей (рис. 5). Адекватное смешивание необходимо для получения пластичной смеси и тщательного амальгамирования. Время, необходимое для смешивания, зависит от типа используемого сплава и смешивающей системы от 15 до 60 сек. Обычно соотношение сплава к ртути 1:1 будет достаточно для сплава с сечеными частицами, но для сферических частиц более высокое соотношение сплава к ртути допускается из-за меньшей общей поверхности сферических частиц. Сплав со сферическими частицами замешивается легко и обычно требует короткого времени замешивания. Точное время смешивания зависит от смешивающей системы. Для системы, работающей на скорости 4000 об/мин с амплитудой 50 мм, время амальгамирования может быть кратким (5 секунд). Для более медленной системы со скоростью 2600 об/мин время замешивания может быть 20 секунд и более.

Основные цели в технике конденсации – удаление избытка ртути и предотвращение пористости пломбы. Амальгама вносится в подготовленную полость сначала маленькими порциями при помощи амальгамового пистолета (рис. 6).

Важные компоненты конденсации: каждая порция конденсируется с центра к стенкам препарированной полости с использованием штопфера (рис. 7).

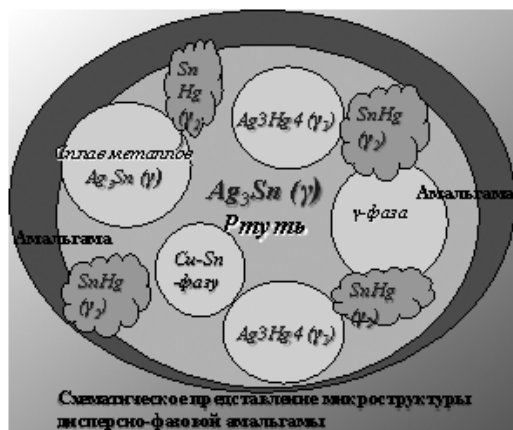


Рис. 4. Структура амальгамы



Рис. 5. Амальгама-смеситель



Рис. 6. Амальгамовый пистолет



Рис. 7. Штопфер для конденсации амальгамы



Рис. 8. Карвер



Рис. 9. Бенишер

Рекомендуемая обычно максимальная сила конденсационного давления 30-40 Н (ньютон).

Затем, используя специальный штифт для амальгам различного размера, направляют рабочую часть инструмента к стенкам полости с использованием множественных и быстрых толчковых движений.

Моделирование пломбы из амальгамы.

После заполнения кариозной полости амальгамой с небольшим избытком следует первая фаза моделирования анатомической формы зуба. Излишки амальгамы удаляются с помощью моделировочного инструмента (карвер, рис. 8) от края полости.

Во время второй фазы моделирования удаляются излишки в области краевого хребта. Затем с помощью острого конца моделировочного инструмента моделируются поперечные фиссуры и ямки, отмечая таким образом самые глубокие места жевательной поверхности. После снятия матрицы излишки в аппроксимальной области удаляются тонким серповидным инструментом, а крошки амальгамы из межзубного промежутка с помощью зубной нити. Поверхность пломбы сглаживается специальными инструментами (бенишер, рис. 9). Контроль окклюзии проводится с помощью окклюзионной (копировальной) бумаги.

Шлифование и полирование пломбы из амальгамы рекомендуется проводить спустя 24 часа после пломбирования, используя карборундовые головки, коричневые и зеленые силиконовые полиры для обработки жевательной поверхности. Для полировки аппроксимальных поверхностей рекомендуется использовать полоски-штрипсы или зубные нити в сочетании с полировочной пастой. Движения полира при этом – от центра пломбы к ее краям. Следует избегать перегрева пломбы, т.к. это ведет к испарению ртути и нарушению структуры поверхностного слоя пломбы. Поэтому шлифование должно проводиться с использованием водяного охлаждения.

Окончательно пломба из амальгамы должна:

- восстанавливать анатомическую форму коронки зуба
- иметь зеркальный блеск
- зонд не должен задерживаться при движении по границе пломбы и тканей зуба.

Несмотря на то, что в последние годы использование амальгамы несколько уменьшилось, в силу поступления на рынок новых стоматологических материалов, она по-прежнему остается востребованной дантистами всего мира.

Литература

1. Б.Халер. Современные амальгамы в терапевтической стоматологии// Новое в стоматологии. 1993.-№2-С. 13-18.
2. Борисенко, Л.Г. и др. Амальгамы в стоматологии: Метод.реком. / - Минск: МГМИ, 2000. - 26с.
3. Шмидседер, Дж. Эстетическая стоматология / Джозеф Шмидседер; пер. с англ. под ред. проф. Т.Ф. Виноградовой. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 320 с, ил. ISBN 5-98322-025-X.
4. Плаксин, И.Н. Металлургия благородных металлов. М., 1958.
5. Боровский, Е.В. Терапевтическая стоматология. М., 2004. - 840 с: ил.
6. Gwinnett, A.G., Baratieri L.N. Adhesive restorations with amalgam: Guidelines for the clinical|| Quintessence Int. -1994.-Vol.25.-P.687-695.

Поступила 23.01.2013 г.