
ОБЗОРНЫЕ СТАТЬИ

Т. В. Моторкина

Кафедра ортопедической стоматологии ВолгГМУ

ХАРАКТЕРИСТИКА ОТТИСКНЫХ МАТЕРИАЛОВ

УДК 616.31

Описаны физико-механические свойства и химическое строение основных групп оттискных материалов. Приведен алгоритм выбора оттискного материала в зависимости от вида изготавливаемой конструкции.

Ключевые слова: оттиск, оттискной материал, состав и свойства оттискных материалов.

T. V. Motorkina

DESCRIPTION OF IMPRESSION MATERIALS

Physicomechanical properties and chemical structure of the basic groups of impression materials are described. An algorithm of choosing impression material depending on the design of prosthetic construction is proposed.

Key words: impression, impression material, structure and properties of impression materials.

Ортопедическое лечение, изготовление любого протеза или лечебного аппарата предусматривает как обязательный этап получение оттиска с зубных рядов челюстей. Оттиск является связующим информационным звеном между врачом и зубным техником, и его точность в значительной мере определяет качество зубного протеза.

Создать один универсальный материал, который был бы пригоден для различных случаев клиники ортопедической стоматологии, нельзя, так как не удается сочетать в одном материале различные комплексы свойств. Все оттискные материалы в зависимости от особенностей химической природы составляющих их компонентов, состояния материала после отверждения, особенностей применения можно разделить на три основные группы:

- твердые;
- термопластические (термопласты);
- эластические (эластомеры).

К всем оттискным материалам предъявляется ряд медико-технических требований (стандартов), которые определены Международной организацией стандартов (ISO): малая усадка (в процессе отверждения и хранения до отливки модели изменение объема не должно превышать 0,1 %); пластичность в момент введения материала в полость рта; эластичность и прочность оттиска после отверждения; быстрое (в среднем 4—5 минут) и полное отвержде-

ние в условиях полости рта; легкость введения материала в полость рта и выведения оттиска; точность воспроизведения микрорельефа мягких и твердых тканей полости рта; отсутствие деформации оттиска при выведении его из полости рта; отсутствие вредного воздействия на ткани полости рта в результате проходящих химических и термических процессов при отверждении; отсутствие токсического воздействия на ткани полости рта; необходимые субъективные характеристики для пациента — вкус, запах, цвет; стерильность до введения в полость рта и щадящая стерилизация после выведения; отсутствие воздействия на процесс отверждения материалов, из которых изготавливается модель.

Ни один из созданных оттискных материалов не отвечает в полной мере перечисленным требованиям. Положительные и отрицательные свойства в большей или меньшей мере присущи каждому из выпускаемых промышленностью материалов. Тем не менее правильный выбор материала для конкретного клинического случая, знание свойств оттискного материала, а также умение их использовать позволит повысить качество зубных протезов.

1. Твердые материалы.

1.1. Кристаллизующиеся материалы.

Еще несколько лет назад это был самый широко применяемый оттискной материал, но сейчас его чаще применяют как материал для получения моделей.

1.2. Цинк-оксидэвгенольные материалы.

Впервые структурирующийся на основе окиси цинка и гвоздичного масла материал был предложен для стоматологических целей в 1887 г. Цинк-оксидэвгенольные пасты широко используются в клинической стоматологии для получения точных оттисков беззубых челюстей с незначительными поднутрениями или без поднутрений. Дают возможность получать как компрессионные, так и декомпрессионные оттиски. Цинк-оксидэвгенольные материалы отличаются исключительно высоким клиническим эффектом, и их применение особенно показано при беззубых челюстях со значительной атрофией альвеолярных отростков.

Цинк-оксидэвгенольные оттискные материалы представляют собой наполненные компаунды на основе структурирующейся системы окись цинка — эвгенол. В основе процесса структурирования лежит химическая реакция взаимодействия окиси цинка с эвгенолом и поглощение непрореагировавшего эвгенола. Структурирование этой бинарной системы проходит медленно. Для создания оптимального времени в состав паст вводят минеральные соли и кислоты, а также органические кислоты (наиболее активные ускорители — соли цинка). Кроме того, на скорость структурирования влияют природа окиси цинка, влажность, температура, соотношение окиси цинка / эвгенола, продолжительность смешивания паст.

Цинк-оксидэвгенольные материалы дают самую малую усадку из всех, применяемых в настоящее время, оттискных материалов (линейная усадка составляет 0,1—0,15 % после 24 часов экспозиции). Обладают хорошей оттискной эффективностью (воспроизводят желобок 0,025 мм) и удовлетворительными прочностными качествами. При необходимости на затвердевший оттиск можно нанести пасту свежего замеса, которая хорошо соединяется с первоначальным слоем материала.

2. Термопластические материалы.

Термопластические материалы размягчаются и затвердевают в результате температурных изменений. Стоматологические термопластические компаунды размягчаются при 50—70 °С и отверждаются при температуре полости рта или комнатной температуре.

Компаунды подразделяют на два типа:

I тип — обычно окрашенные в зеленый, красный или серый цвет, размягчаются при 50—60 °С (низкотемпературные материалы) и не воспроизводят поднутрений. Эти компаунды используют для работы с медным кольцом для получения оттисков при изготовлении вкладок, коронок, а также для получения функциональных и компрессионных оттисков для изготовления полных протезов при беззубых челюстях.

II тип — окрашенные в белый или черный цвет, размягчаются при температуре выше 70 °С (высокотемпературные материалы). Это относительно плотные компаунды с высокой температурой размягчения и достаточно прочные, чтобы служить основанием для других оттискных материалов.

Термопластические оттискные материалы — многокомпонентные системы, в состав которых входят: термопластичное вещество (парафин, стеарин, гуттаперча, пчелиный воск, цезерин и др.), модифицирующие синтетические и природные смолы (копал, шеллак, полиизобутилен, канифоль, пентаэритритовый или глицериновый эфиры, канифоли и др.), повышающие твердость после затвердения массы, наполнители. Линейная усадка при охлаждении их от температуры полости рта до комнатной температуры составляет 0,3—0,8 %. Объемные же изменения в этом диапазоне температур от 1,38 до 2,29 %.

Оптимальную точность оттиска и постоянство размеров можно получить, соблюдая правила подготовки материала к работе и использования оттискного компаунда.

3. Эластические материалы.

В настоящее время эта группа материалов получила наиболее широкое применение. К эластичным материалам относится большое количество различных по химическому строению, физико-механическим свойствам веществ, характерной особенностью которых является способность приобретать при вулканизации эластическое, упругое состояние.

3.1. Гидроколлоидные оттискные материалы.

Основными компонентами агаровых материалов является агар-агар и вода. Для направленного изменения свойств в состав материала вводят модифицирующие добавки (борат натрия, сульфат калия, парафин, глицерин, триэтиленгликоль и наполнители).

Агаровые материалы выпускают двух типов: тип I — оттискные материалы, тип II — материалы для дублирования моделей. Обычно в материалах типа I содержится 8—15 % агар-агара, в материалах типа II — 3—8 %. Агар-агар получают из морских водорослей. Выпускается в виде пластин, крупки, хлопьев или порошка.

Нерастворим в холодной воде. Хорошо растворяется в горячей воде, образуя плотные гели, плавящиеся при 80—85 °С. При охлаждении до 37,2—42,2 °С структурируется в пластичный гель. Температура затвердевания материала зависит от чистоты агар-агара, его молекулярной массы и содержания добавок. Повторный цикл нагревания и охлаждения приводит к снижению эластичности и делает материал более жестким. Для получения хорошего оттиска необходимо точное соблюдение режима разогрева материала. При продолжительном кипячении, как и при недостаточном нагреве, образуется зернистая структура оттиска.

3.2. Альгинатные оттискные материалы завоевали прочные позиции в стоматологической практике.

К достоинствам этих материалов можно отнести: пластичность, хорошее воспроизведение микрорельефа тканей полости рта, эластичность после структурирования, простота использования, легкость при получении моделей, хорошая дезинфицируемость.

Альгинатные оттискные материалы представляют собой многокомпонентные композиции на основе структурирующей в водной среде системы альгинат

натрия — поливалентный катион металла. Двухкомпонентная система альгинат — соль металла, структурируясь в присутствии воды, образует эластичный продукт, который, однако, не отвечает ряду требований, предъявляемых к оттискным материалам. До введения в полость рта оттискной материал должен оставаться пластичным, не теряя текучести. Отверждение материала, сопровождающееся потерей пластичности и текучести, должно происходить уже в полости рта после того, как в материале негативно отобразился рельеф тканей. Время, в течение которого материал остается технологичным при использовании его по назначению, называется жизнеспособностью, или рабочим временем. Оно должно быть достаточным для того, чтобы стоматолог успел выполнить все операции до введения материала в полость рта (смешение, нанесение пасты на ложку и др.). Двухкомпонентная система начинает структурироваться сразу после смешения порошка с водой, то есть рабочее время такого материала равно нулю. Кроме того, материал имеет другие недостатки — недостаточная жесткость, комкование, большая усадка.

Направленное изменение свойств двухкомпонентной системы за счет введения модифицирующих компонентов позволяет создать качественные оттискные альгинатные материалы. Альгинатные композиции могут содержать следующие модифицирующие компоненты: регуляторы процесса структурирования, наполнители, регуляторы текучести, индикаторы кинетики процесса отверждения, корректирующие цвет вещества.

Для повышения эластичности и улучшения однородности материала при замешивании порошка с жидкостью в состав композиции вводят до 2 % этиленгликоля или триэтаноламина. При наличии в составе композиции триэтаноламина улучшаются реологические свойства пасты. В течение рабочего времени пластичность (текучесть) пасты не меняется, а затем происходит быстрое, почти скачкообразное, структурирование. Материалы с такой кинетикой структурирования позволяют получать более точные оттиски.

Упругопрочностные свойства альгинатных материалов существенно зависят от молекулярной массы альгината натрия, от его содержания в композиции. Количество и чистота альгината натрия в системе обусловлены также величиной остаточной деформации эластичного продукта структурирования. М. М. Гернер и Р. М. Рапопорт доказали, что оптимальное содержание альгината натрия в системах равно 18—22 %.

Существенным недостатком альгинатных материалов является резкое изменение размеров оттиска во времени, их линейная усадка уже в течение часа достигает 1,5 %. Это вызывает необходимость производить отливку гипсовой модели по оттиску в течение 15—20 мин. Причиной усадки материала является процесс синерезиса.

Альгинатные оттискные материалы достаточно эластичны, несмотря на их невысокую механическую

прочность. Они хорошо восстанавливаются после сжатия и изгиба. Однако на степень восстановления после деформации сжатия оказывает существенное влияние время деформации сжатия. Из этого следует, что извлекать альгинатный оттиск из полости рта нужно быстро. При этом поднутрения вызывают меньшие искажения размеров оттиска.

Структурирование альгинатных материалов происходит в результате химических реакций, протекающих между компонентами смеси, поэтому температура воды, с которой смешивают порошок альгинатной композиции, имеет существенное значение. Изменяя температуру воды, применяемой для замешивания материала, врач имеет возможность изменить период пластичности альгинатной оттискной массы, если это требуется для решения каких-либо клинических задач.

3.3. Силиконовые оттискные материалы.

В настоящее время это группа материалов получила большое распространение. Достоинствами этой группы материалов являются: минимальная усадка, высокая точность в отражении рельефа тканей протезного ложа, высокая механическая прочность, эластичность после вулканизации и отсутствие деформаций, возможность выбора степени вязкости.

В зависимости от консистенции силиконовые оттискные материалы подразделяют на четыре типа. Тип I — материал жидкой консистенции, тип II — нормальной, тип III — густой, тип IV — тестообразной (переминаемой) консистенции. Материалы жидкой консистенции применяют в качестве корректирующего тонкого слоя при получении уточненного оттиска, а материалы густой и тестообразной консистенции — для основного (базисного) слоя уточненного оттиска. Консистенция, в основном, регулируется степенью наполнения пасты. Материалы I и II типа содержат наполнителя до 35 %, типа III — до 40 % и типа IV — до 75 %.

В зависимости от химической реакции вулканизации (сшивки макромолекул) силиконовые материалы делят на две группы — поликонденсационные (К-силиконы, от английского слова *condensation* — конденсация) и полимеризационные (А-силиконы, *additional* — дополнительный).

Силиконовые оттискные материалы представляют собой наполненные компаунды холодной вулканизации. В состав компаунда могут входить следующие компоненты: каучук — линейный полидиметилсилоксан (ПДМС), вулканизирующие агенты (сшивагент, катализатор), антиструктурирующие добавки, вещества, корректирующие вкус и цвет, поверхностно-активные вещества, окислы металлов и наполнители.

Выпускаемые силиконовые оттискные материалы созданы на основе каучуков, имеющих молекулярную массу от 10000 до 80000 и кинематическую вязкость 20000 мм²/с. Пасты густой консистенции при малой степени наполнения могут содержать ПДМС большей молекулярной массы. Полимеризационные оттискные материалы изготавливаются

на основе жидких силиконовых каучуков, макромолекула которых имеет двойные связи.

В силиконовых оттисковых материалах вулканизирующие системы содержат сшивагент, ускорители и активаторы вулканизации. Вулканизирующие системы должны обеспечивать сшивание линейных макромолекул, не вызывая склонности смеси (пасты) к подвулканизации. В соответствии с этим требованием процесс вулканизации может быть интенсифицирован только за счет увеличения скорости в главном периоде вулканизации.

Система вулканизации на основе кремний-органических аминов позволила получить компаунды, обладающие аутогезией, а следовательно, создать оттисковую материал для двухслойного оттиска. В этом случае материал жидкой консистенции хорошо соединяется с материалом густой консистенции. В основе вулканизирующего действия аминной системы лежит гидролиз аминов под действием влаги воздуха или воды. Образующиеся при этом полифункциональные соединения приводят к сшивке макромолекул материала. В состав поликонденсационных материалов в качестве структурирующих (сшивающих) агентов входят полифункциональные силиконовые соединения, тетраэтоксилан, тетрафурфурилсилан, водородо-содержащий полисилоксан — гидрополисилоксан. В качестве катализаторов широко используют олово-органические соединения. В зависимости от каталитической активности катализатора его берут для вулканизации до 2 % массы пасты. Для получения вулканизата (оттиска) необходимой эластичности требуется от 2 до 6 % сшивагента.

В полимеризационных силиконовых оттисковых материалах в качестве сшивагента используют гидрополисилоксаны, а в качестве катализатора — платинохлористоводородную кислоту, которая даже в ничтожных концентрациях проявляет высокую каталитическую активность. В вулканизирующих системах окислы металлов играют роль сокатализаторов и способствуют дополнительной интенсификации процессов вулканизации. Помимо того, что они оказывают ускоряющее действие, окислы металлов улучшают технические свойства вулканизата (оттиска). Особенно эффективна тяжелая окись магния.

В составе ряда силиконовых оттисковых материалов имеются неионогенные поверхностно-активные вещества (ПАВ), повышающие смачиваемость каучука. Введение ПАВ облегчает смешение пасты с катализатором, увеличивает рабочее время материала и снижает вероятность образования пузырьков на гипсовых моделях, отлитых по оттиску. Эффективными ПАВ являются полиэтиленгликолевые эфиры высших жирных кислот.

Вулканизация силиконовых оттисковых компаундов при комнатных условиях обусловлена сшивкой линейных макромолекул ПДМС с образованием полимера сетчатой структуры. Структурирование поликонденсационных и полимеризационных материалов протекает различно.

Процесс поликонденсационного структурирования двухкомпонентных материалов (паста-паста или паста-жидкость) представляет собой комплексно-каталитическую конденсацию полидиметилсилоксана с тетраэтоксиланом. В процессе структурирования выделяются спирт, вода и другие низкомолекулярные продукты. Это приводит к увеличению усадки вулканизата, а следовательно, к снижению свойств вулканизата как оттискового материала.

В основе механизма структурирования оттисковых силиконовых полимеризационных материалов лежит реакция гидросилирования. Это реакция присоединения водорода гидрополисилоксана, непосредственно связанного с атомом кремния по месту двойной связи в макромолекулах силиконового каучука. При вулканизации полимеризационных оттисковых материалов не выделяются побочные низкомолекулярные продукты, поэтому такие материалы отличаются большим постоянством размеров и меньшей усадкой. Благодаря исключительным эластическим свойствам А-силиконы обладают минимальной остаточной деформацией, высокой способностью возврата в исходное положение и очень высокой прочностью на разрыв.

Усадка силиконовых материалов начинается с момента смешения основной пасты с катализатором и сшивагентом. Она обусловлена поликонденсационным или полимеризационным процессом вулканизации полиметилсилоксана. Надо полагать, что начальная усадка не имеет клинического значения, так как материал тесно контактирует с твердыми тканями полости рта и находится в оттисковой ложке. Клиническое значение имеет усадка после выведения оттиска из полости рта. В этот период усадка обуславливается как продолжающимся во времени завершением вулканизации, так и охлаждением оттиска до комнатной температуры. На величину усадки оказывают влияние природа катализатора, молекулярная масса ПДМС и количество наполнителя. Вулканизация поликонденсационных силиконовых оттисковых материалов сопровождается выделением низкомолекулярных соединений (H_2O , CH_3OH), улетучивание которых вызывает дополнительную усадку материала.

Повышение температуры резко ускоряет процесс структурирования силиконовых компаундов. При повышении температуры от 22 до 37 °С скорость вулканизации различных силиконовых материалов увеличивается в 1,5 раза. Время отверждения силиконовых материалов при комнатных условиях — 4—6 мин.

Время вулканизации зависит также от количества взятого катализатора, причем с увеличением этого количества скорость структурирования вначале растет, а затем снижается.

3.4. Полиэфирные оттисковые материалы.

Полиэфирные оттисковые массы являются одной из перспективных групп эластомерных оттисковых материалов. Они состоят из основной пасты и отвер-

дителя, которые смешиваются в определенном соотношении. Основная паста содержит полиэфир с реактивными аминными группами на концах, различные наполнители и мягчители, а паста отвердителя — ароматические эфиры сульфокислоты. При их взаимодействии происходит расщепление кольца азиридида и образование полимерной сетки. Реакция идет по типу полимеризации, то есть без выделения летучих веществ. Вследствие этого полиэфир, как и А-силиконы, устойчивы к деформации (оттиск получается жестким). Однако в отличие от силиконовых оттисковых масс полиэфир при хранении активно поглощает влагу. Для того чтобы избежать вспучивания оттисков, их необходимо хранить сухими. Полиэфирные материалы обладают отличным отображением рельефа тканей протезного ложа.

Разнообразие встречающихся клинических ситуаций диктует необходимость дифференцированного подхода к выбору материала.

При изготовлении вкладок, штифтово-культевых конструкций (непрямым методом), виниров необходимо получить качественный оттиск твердых тканей зубов, так как в большинстве случаев конструкция располагается только в их пределах. При этом не имеет большого значения отображение мягких тканей. В данном случае нужны оттисковые материалы, обладающие следующими свойствами: пластичностью, текучестью, хорошей размерной точностью при отображении поднутрений, прочностью на разрыв, устойчивостью при деформациях. И меньшее значение имеют гидрофильность, тиксотропия, мукоостатический эффект. Поэтому лучше использовать силиконовые (А-силиконы) и полиэфирные материалы нормальной и густой консистенции.

При изготовлении штампованных коронок или штампованно-паяных мостовидных протезов достаточным является использование альгинатных материалов, так как их свойства достаточны в данном случае.

При изготовлении цельнолитых несъемных конструкций, кроме отображения твердых тканей опорных зубов, необходимо иметь точный оттиск зубодесневой борозды, маргинальную десну и беззубый участок альвеолярного отростка (при изготовлении мостовидных протезов). Поэтому оттисковой материал должен в данном случае обладать: гидрофильностью, тиксотропией, текучестью, хорошей размерной точностью при отображении поднутрений, прочностью на разрыв, устойчивостью при деформациях. Лучше в данном случае использовать силиконовые материалы (А-силиконы) жидкой и нормальной консистенции для корректирующего слоя и тестообразной консистенции для базового. Также можно использовать полиэфирные материалы.

Для получения качественного оттиска при ортопедическом лечении частичного отсутствия зубов съемными конструкциями (бюгельными и пластичными) наиболее важно получить точное отображение беззубой части альвеолярного отростка (строение отростка и состояние слизистой оболочки),

а также опорных зубов. Можно использовать для этого альгинатные, силиконовые и полиэфирные материалы, которые обладают тиксотропностью, текучестью, хорошей размерной точностью при отображении поднутрений, прочностью на разрыв, устойчивостью при деформациях.

Для изготовления съемных пластиночных протезов при полном отсутствии зубов необходимо получить точный оттиск слизистой оболочки протезного ложа. А так как ее податливость различна у различных пациентов, то врач в каждом конкретном случае выбирает такой оттисковой материал, применение которого позволит получить наиболее качественный оттиск тканей и причинит пациенту минимум неудобств.

При получении оттиска для изготовления цельнолитых комбинированных конструкций (несъемные/съемные) важно получить точное отображение твердых тканей опорных зубов, зубодесневую борозду и маргинальную часть десны, а также беззубый участок альвеолярного отростка с состоянием слизистой оболочки. Поэтому оттисковой материал должен отвечать следующим требованиям: гидрофильность, тиксотропность, текучесть, хорошая размерная точность при отображении поднутрений, прочностью на разрыв, устойчивостью при деформациях, мукоостатический эффект. Лучше в данном случае использовать силиконовые (А-силиконы) и полиэфирные материалы.

Рекомендуемый подход к выбору оттисковых материалов не является окончательным и в каждом клиническом случае врач должен выбирать необходимый, отвечающий конкретным задачам оттисковой материал.

Как и в любом деле, начальные этапы — самые важные. Поэтому для успешного изготовления зубных протезов и ортодонтических аппаратов врачи-стоматологи должны знать химическое строение и основные физико-механические свойства современных оттисковых материалов, показания к их применению, технологию получения различных видов оттисков. При использовании современных оттисковых материалов необходимо точно придерживаться инструкций по их хранению и использованию, рекомендованных фирмами-изготовителями. Только такой подход позволяет получать высококачественные оттиски, что во многом определяет исход ортопедического лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедева И. Ю., Каливрадзиян Э. С., Ибрагимова Т. И. Руководство по ортопедической стоматологии. Протезирование при полном отсутствии зубов. — М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2005. — 400 с.: ил.
2. Моторкина Т. В. Критерии выбора оптимального оттискового материала при лечении больных цельнолитыми несъемными и комбинированными протезами: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. — Волгоград, 1999. — 129 с.
3. Ряховский А. Н., Муратов М. А. Точный оттиск. — М.: Издательство ЦНИИС, 2006. — 227 с.: ил.
4. Robert G. Craig, John M. Powers, John C. Wataha Dental Materials: Properties and Manipulation: Mosby, Inc., 2004. — P. 156—198.