

**В.Н.Трезубов, Л.М.Мишинёв,
В.В.Трезубов**

ОРТОПЕДИЧЕСКАЯ СТОМАТОЛОГИЯ

ПРИКЛАДНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Учебник для студентов

Под редакцией засл. деят. науки России,
профессора В.Н.Трезубова

*Рекомендовано
Учебно-методическим объединением по медицинскому
и фармацевтическому образованию вузов России
в качестве учебника для студентов медицинских вузов,
обучающихся по специальности стоматология*

7-е издание, исправленное и дополненное



**Москва
«МЕДпресс-информ»
2017**

УДК 616.314-089.23

ББК 56.6

Т66

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Авторы и издательство приложили все усилия, чтобы обеспечить точность приведенных в данной книге показаний, побочных реакций, рекомендуемых доз лекарств. Однако эти сведения могут изменяться.

Рецензенты:

С.Д.Арутюнов, д.м.н., профессор, заслуженный врач России, лауреат премии Правительства России, заведующий кафедрой пропедевтической стоматологии Московского государственного медико-стоматологического университета им. А.И.Евдокимова;

С.И.Абакаров, лауреат премии Правительства России, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии Российской медицинской академии последипломного образования.

Трезубов В.Н.

Т66 Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение : учебник для студ. / В.Н.Трезубов, Л.М.Мишнёв, В.В.Трезубов ; под ред. з.д.н. России, проф. В.Н.Трезубова. – 7-е изд., испр. и доп. – М. : МЕДпресс-информ, 2017. – 328 с. : ил.

ISBN 978-5-00030-461-7

Учебник соответствует программе современного государственного образовательного стандарта по специальности «Стоматология», модулю «Пропедевтика стоматологических заболеваний», разделу «Материаловедение».

Основным содержанием книги являются характеристики физических, химических, технологических, токсикологических и клинических свойств основных (протетических, пломбировочных) и вспомогательных (оттисковых, моделировочных и др.) современных стоматологических материалов. Расширены главы об оттисковых материалах, расходных средствах, режущем инструментарии. Кроме того, исключен ряд устаревших разделов и таблиц.

Издание рассчитано в первую очередь на обучающихся стоматологических факультетов медицинских вузов и зуботехнических отделений медицинских колледжей. Однако оно будет полезным для врачей-стоматологов и зубных техников.

УДК 616.314-089.23

ББК 56.6

ISBN 978-5-00030-461-7

© Трезубов В.Н., Штейнгарт М.З., Мишнёв Л.М., 1999, 2001, 2003

© Трезубов В.Н., Мишнёв Л.М., Жулёв Е.Н., 2008

© Трезубов В.Н., Мишнёв Л.М., Жулёв Е.Н., Трезубов В.В., 2011, 2014

© Трезубов В.Н., Мишнёв Л.М., Трезубов В.В., 2017

© Оформление, оригинал-макет. Издательство «МЕДпресс-информ», 2008, 2017

Оглавление

Предисловие к седьмому изданию	7
Список сокращений.....	8
Глава 1. Классификация материалов, применяемых в ортопедической стоматологии	9
Глава 2. Оттискные материалы	12
2.1. Оттиск. Модель. Ложки для получения оттисков. Методика получения оттиска	12
2.2. Требования, предъявляемые к оттискным материалам	19
2.3. Твердые оттискные материалы.....	21
2.4. Эластичные оттискные материалы	22
2.4.1. Альгинатные массы	22
2.4.2. Силиконовые массы.....	25
2.4.3. Полиэфирные оттискные материалы	32
2.5. Термопластичные (обратимые) оттискные материалы.....	36
Глава 3. Металлы и их сплавы	38
3.1. Общие сведения о металлах, сплавах металлов и их свойствах	38
3.1.1. Физико-механические свойства металлов и сплавов металлов.....	41
3.1.2. Химические свойства металлов и сплавов металлов	44
3.1.3. Технологические свойства металлов и сплавов металлов.....	46
3.2. Характеристика сплавов, применяемых в ортопедической стоматологии	48
3.2.1. Сплавы золота и платины	49
3.2.2. Сплавы серебра и палладия	50
3.2.3. Использование наносеребра в зубном протезировании	50
3.2.4. Нержавеющая сталь	52
3.2.5. Кобальтохромовые сплавы	53
3.2.6. Никелехромовые сплавы.....	56
3.2.7. Сплавы титана.....	56
Глава 4. Керамика (стоматологический фарфор)	63
4.1. Характеристика компонентов фарфоровых масс	64
4.2. Основные свойства стоматологического фарфора	65
4.3. Стандартные искусственные фарфоровые зубы	70
4.4. Стандартные фарфоровые коронки.....	72
4.5. Индивидуальные фарфоровые (керамические) коронки.....	73
4.6. Фарфоровые (керамические) зубные протезы из стандартных заготовок	81
4.7. Комбинация фарфора с металлами (металлокерамика)	89

Глава 5. Полимеры	114
5.1. Общие сведения о полимерах, их свойствах и применении	114
5.2. Жесткие базисные полимеры	117
5.2.1. Промышленное получение акриловых базисных полимеров	119
5.2.2. Технология пластмассового базиса протеза.	121
5.2.3. Основные базисные пластмассы и их свойства	132
5.3. Эластичные базисные полимеры	134
5.3.1. Акриловые эластичные материалы	136
5.3.2. Поливинилхлоридные материалы	137
5.3.3. Силиконовые материалы	138
5.3.4. Полифосфазенные флюорэластомеры (фторкаучуки)	142
5.4. Полимерные быстротвердеющие материалы для реставрации съемных протезов и создания индивидуальных оттисковых ложек	144
5.4.1. Материалы для реставрации протезов	144
5.4.2. Материалы для создания индивидуальных оттисковых ложек.	147
5.5. Пластмассовые искусственные зубы	149
5.5.1. Производство пластмассовых зубов	149
5.5.2. Требования, предъявляемые к искусственным пластмассовым зубам.	150
5.5.3. Подбор искусственных пластмассовых зубов	151
5.6. Облицовочные полимеры для несъемных протезов	154
5.7. Полимерные материалы для временных несъемных протезов	157
Глава 6. Композиционные полимеры (компомеры)	166
6.1. Общие сведения о композиционных полимерах (компомерах) и их свойствах.	166
6.2. Пломбировочные композиционные полимеры.	170
6.3. Облицовочные композиционные материалы	179
6.4. Полимерные материалы для шинирования зубов.	188
Глава 7. Цементы	193
7.1. Общие сведения о цементах и их свойствах.	193
7.2. Цинк-фосфатные цементы	195
7.3. Цинк-силикатнофосфатные цементы	198
7.4. Цинк-поликарбоксилатные цементы	199
7.5. Цементы на основе полимеров.	201
7.6. Стеклоиономерные цементы	204
7.7. Цинкоксидэвгениловые цементы.	210
7.8. Хелатные цементы	212
Глава 8. Моделировочные материалы.	215
8.1. Гипс	215
8.2. Легкоплавкие сплавы	221

8.3. Восковые моделировочные стоматологические материалы	221
8.3.1. Воски базисные	224
8.3.2. Воски бюгельные	227
8.3.3. Воски моделировочные для несъемных протезов и вкладок	228
8.3.4. Воски профильные	234
8.3.5. Воски липкие.	236
Глава 9. Формовочные материалы	237
Глава 10. Материалы для химической обработки сплавов металлов и соединения металлических деталей протезов	248
Глава 11. Абразивные материалы для отделки стоматологических изделий	254
11.1. Шлифовочные средства	254
11.2. Полировочные средства	260
Глава 12. Изоляционные и покрывающие материалы	263
Глава 13. Расходные средства и материалы, используемые на клиническом приеме	266
Глава 14. Взаимодействие основных стоматологических материалов с организмом человека (клиническое материаловедение)	280
Справочные таблицы	287
Алфавитный указатель основных определений, понятий и терминов	322
Алфавитный указатель стоматологических материалов, инструментов и оборудования	324

Предисловие к седьмому изданию

В период с 1999-го по 2014 г. вышло в свет шесть изданий данного учебника. При этом спрос на него достаточно велик. Все это послужило поводом для подготовки нового, седьмого издания учебника «Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение». При этом были исправлены допущенные погрешности, недостатки, учтены замечания читателей, проведены дополнения, отражающие, насколько это возможно, изменения ассортимента материалов на внутреннем и внешнем рынках. Следует отметить, что весьма сложно учесть все новинки на рынке стоматологических материалов. Точно так же, как успеть зарегистрировать вышедшие из обращения товары. Авторский коллектив приносит свои извинения за это своим читателям, тем более что некоторые невыпускаемые материалы оставлены в тексте по методическим соображениям. Осуществлены также ревизия и сокращение справочных таблиц. Структура учебника подчинена содержательной и формальной части образовательного стандарта нового поколения в соответствии с разделом «Материаловедение» модуля «Пропедевтика стоматологических заболеваний» по специальности «Стоматология».

Поскольку доброжелательная критика, выявление слабых мест и пожелания читателей рассматриваются авторами как поступательная мера к улучшению данной книги, они заранее благодарят специалистов за помощь, с пониманием и признательностью отнесутся ко всем замечаниям и предложениям.

Авторы выражают искреннюю благодарность профессору Е.Н.Жулёву за предоставленную им информационную справку по некоторым стоматологическим материалам.

Глава 1

КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОРТОПЕДИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Стоматологическое материаловедение является прикладным разделом науки, направленной на создание новых и совершенствование многочисленных известных материалов, изучение их технологических и клинических свойств, имеющих отношение к стоматологической практике.

◆ **Материаловедение** – наука о строении и свойствах материалов.



Стоматологические материалы условно подразделяют на *основные* и *вспомогательные*.

Основные материалы – это те, из которых изготавливают зубные протезы, аппараты, пломбы. В литературе можно встретить термин «конструкционные» материалы, являющийся синонимом определения «основные». Мы отдаём предпочтение последнему как более понятному и простому.

К основным материалам следует отнести:

- металлы и их сплавы;
- керамику (стоматологический фарфор);
- полимеры (базисные, облицовочные, эластичные, быстротвердеющие пластмассы);
- композиционные материалы;
- пломбировочные материалы.

Вспомогательными называют материалы, используемые на различных стадиях протезирования и при разной технологии протезов:

- оттискные;
- моделировочные;
- формовочные;
- абразивные;
- полировочные;
- изоляционные;
- припои.

Из указанных групп материалов можно выделить клинические. **Клиническими** называются те из них, которые используются врачами на клиническом стоматологическом приеме. Ими являются:

- оттисковые материалы;
- пломбировочные материалы;
- воски и восковые композиции.

В состав клинических материалов входят и вспомогательные (оттисковые массы), и основные (пломбировочные) материалы. Кроме того, такие материалы, как полимеры, моделировочные воски, металлы, керамика, по сути дела, являются клиническими, так как с ними работает ортопед-стоматолог в клинике и они предназначены для долгосрочного пребывания в полости рта. Однако выделена эта группа в связи с чрезвычайной важностью и распространенностью указанных веществ в стоматологической клинической практике.

К стоматологическим материалам предъявляются высокие **требования**.

Они весьма разнообразны:

- **токсикологические** – отсутствие раздражающего, бластомогенного (т.е. способствующего образованию опухоли), токсико-аллергического действий;
- **гигиенические** – отсутствие условий, ухудшающих гигиену полости рта, в частности, ретенционных пунктов для пищи и образования налета;
- **физико-механические** – высокие прочностные качества, износостойчивость, линейно-объемное постоянство;
- **химические** – постоянство химического состава, антакоррозийные свойства;
- **эстетические** – возможность полной имитации тканей полости рта и лица, эффект естественности;
- **технологические** – простота и легкость обработки, приготовления, придания нужных формы и объема.

В связи с этим у материалов выделяют физико-механические, химические и технологические **свойства**.

Наиболее распространенными понятиями и определениями свойств материалов являются следующие:

- ◆ **Прочность** – это способность материала без разрушения сопротивляться действию внешних сил, вызывающих деформацию.
- ◆ **Упругость**, или **эластичность** – это способность материала восстанавливать свою форму после прекращения действия внешних сил, вызвавших изменение его формы (деформацию).
- ◆ **Пластичность** – это свойство материала деформироваться без разрушения под действием внешних сил и сохранять новую форму после прекращения их действия (т.е. пластичность – свойство, обратное упругости).
- ◆ **Деформация** – это изменение размеров и формы тела под действием приложенных к нему сил. Деформация может быть упругой и пластической (остаточной). Первая исчезает после снятия нагрузки. Она не вызывает изменений структуры, объема и свойств материала. Вторая не устраняется после снятия нагрузки и вызывает изменения структуры, объема, а порой и свойств материала.
- ◆ **Твердость** характеризует свойства тела противостоять пластической деформации при проникновении в него другого твердого тела.

Глава 2

ОТТИСКНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.1. ОТТИСК. МОДЕЛЬ. ЛОЖКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТТИСКОВ. МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ОТТИСКА

- ◆ **Оттиском** называется обратное (негативное) отображение поверхности твердых и мягких тканей, расположенных на протезном ложе и его границах.
- ◆ Термином **протезное ложе** объединяются органы и ткани, находящиеся в непосредственном контакте с протезом (Е.И.Гаврилов).

Синонимом термина «оттиск» является определение «слепок», имевший «права гражданства», когда почти единственным материалом для его получения был гипс. Слово «слепок» и сейчас встречается в лексиконе стоматологов и зубных техников, но уже постепенно переходит в разряд анахронизмов. В «Словаре русского языка» С.И.Ожегова (М., «Русский язык», 1984, с. 44) говорится: «Оттиск – то же самое, что отпечаток (изображение, оставшееся на чем-нибудь при надавливании, например отпечаток ноги на песке)». Там же (с. 633) читаем: «Слепок – копия, слепленная с чего-нибудь». Таким образом, лексически для стоматологии правильнее использовать термин «оттиск».

Отиски снимают для получения рабочих (основных), вспомогательных (ориентировочных), диагностических, контрольных моделей челюстей.

- ◆ **Модель** – это образец для изготовления какого-либо изделия, точно воспроизводящий форму последнего.
- ◆ **Модель челюсти** – это точная репродукция поверхности твердых и мягких тканей, расположенных на протезном ложе и его границах.

На **рабочих** моделях челюстей (рис. 2.1) создают зубные протезы, аппараты. Модель зубного ряда челюсти, противоположной протезируемой, называется **вспомогательной**, если замещается дефект зубного ряда на одной из челюстей.

Диагностическими являются модели, которые подлежат изучению для уточнения диагноза, планирования конструкции будущего протеза.

Контрольными называются те диагностические модели, которые регистрируют исходное состояние полости рта до протезирования, ортодонтического лечения, в процессе лечения, после него. Их также называют **серийными** моделями.

Отисковые ложки. Отиски снимаются специальными отисковыми ложками, которые бывают **стандартными** и **индивидуальными**. Стандартные ложки



Рис. 2.1. Гипсовая модель верхней челюсти.

изготавливаются фабричным путем из нержавеющей стали, дюралюминия или пластмассы для верхней и нижней челюстей. Металлические ложки после проведения соответствующей обработки (стерилизации) можно использовать повторно. Пластмассовые ложки предназначены для разового использования и поставляются в герметичной (вакуумной) упаковке после лучевой дезинфекции. Они имеют различную величину и форму.

Металлические ложки могут быть цельнолитыми без перфораций и с перфорациями для механической фиксации оттискового материала в ложке (см. рис. 2.2). Пластмассовые ложки выпускаются, как правило, с перфорациями. Импортные аналоги пластмассовых ложек отличаются от отечественных углом схождения бортика ложки с основанием (у отечественных ложек угол схождения составляет примерно 120° , у импортных – приближается к 90°), количеством перфораций, их диаметром, направлением и расположением.

Форма и размер оттисковой ложки определяются формой челюсти, шириной и протяженностью зубного ряда, топографией дефекта, высотой коронок оставшихся зубов, выраженностью беззубой альвеолярной части и другими условиями (см. рис. 2.3). Чем разнообразнее выбор ложек, тем большими возможностями располагает врач для получения оттиска.

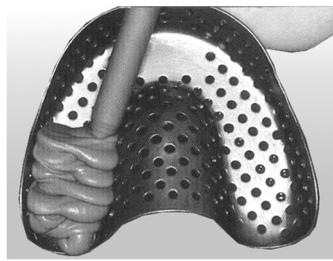
Однако стандартные ложки не всегда пригодны для получения оттисков. В ряде случаев (при концевых дефектах зубного ряда, полной потере зубов) необходимо сделать индивидуальную ложку (см. раздел 5.4.2).



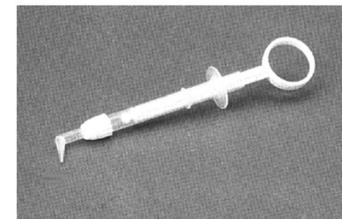
a



б



в



г

Рис. 2.2. Вспомогательные приспособления и манипуляции при получении оттисков:

- а** – цельнолитые и перфорированные оттисковые ложки из нержавеющей стали;
б – нанесение адгезива на оттискную ложку; **в** – нанесение оттискной массы;
г – шприц с канюлей для введения оттискной массы.

Глава 10

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СПЛАВОВ МЕТАЛЛОВ И СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ПРОТЕЗОВ

Термической обработке, которая неизбежна при использовании различных металлов и сплавов, сопутствует образование под воздействием кислорода воздуха окалины (окисной пленки) на поверхности металла. Удаление окалины с поверхности металла проводят химическим путем. Для этого применяют растворы минеральных кислот (соляной, азотной, серной) различной концентрации или их смеси.

- ◆ Вещества, служащие для растворения окалины, называют **отбелами**, а сам процесс удаления окалины – **отбеливанием**.

Отбелы подбирают с таким расчетом, чтобы они, растворяя окалину, как можно меньше действовали на металл.

В технологии отбеливания используются два варианта:

- 1) ручное (с помощью инструментов) погружение отбеливаемого металла в емкость с отбелом;
- 2) электролитическое.

Растворы, применяемые для снятия окалины, имеют различный состав.

Отбел оказывает химическое воздействие не только на слой окалины, растворяя его, но и на металл. Поэтому процедура снятия окалины предполагает следующее: в подогретый до кипения отбел зубной техник помещает на 0,5–1 мин протез и сразу же промывает его водой для удаления остатков отбела. Следует помнить, что при приготовлении раствора отбела в воду наливают кислоту, а не наоборот.

Электроотбеливание предполагает очистку поверхности металлического каркаса от окалины и остатков огнеупорной массы электролитическим способом. Этому процессу предшествует грубая механическая очистка каркаса протеза с помощью вращающейся металлической щетки или в пескоструйном аппарате.

После этого отливку помещают в специальный ковш и очищают от окалины химическим способом, а именно кипячением в расплаве гидроксида натрия, имеющего низкую температуру плавления. Кипячение можно проводить на газовой или электрической плите, установленной в вентиляционном шкафу. К каркасу протеза фиксируется анод. Катод помещается в ванну с раствором электролита. Процесс отбеливания продолжается 1–3 мин при силе тока 7–9 А и температуре отбела, равной 20–22°С. При проведении электроотбеливания нужно строго соблюдать правила электробезопасности.

Основными компонентами электролитов являются кислоты (ортодифосфорная и серная), которые под действием постоянного тока в несколько раз увеличивают свою активность.

Используя названные составы и увеличивая плотность тока при прохождении через электролит, проводится:

- электрошлифование, приводящее к сглаживанию поверхности металлического каркаса путем равномерного истончения металла, при котором вес отливки может уменьшиться на 20% (Соснин Г.П., 1981);
- электрополирование, позволяющее получить зеркальную поверхность металлического каркаса при нахождении его в этиленгликолевых электролитах в течение 5–7 мин при плотности тока 5–6 А/дм².

Для очистки и электрополирования металлических зубных протезов используется отечественная установка *Катунь*, имеющая ванночку для заливки 18% раствором соляной кислоты. В кислоту погружают протез, фиксированный пластмассовым зажимом на вертикальной штанге, служащей анодом. Время травления составляет 10 мин, при плотности тока 0,4 А/см². Следует помнить, что работа установки *Катунь* должна проводиться при условии достаточной вентиляции. При отсутствии условий для вентиляции предлагается (Петрикас О.А., 1998) использование специальных растворов с пониженной токсичностью:

- соляная кислота 260 мл/л + поваренная соль 104 г/л + щавелевая кислота 42 г/л (при плотности тока 0,5 А/см² и экспозиции 6,4 мин);
- соляная кислота 276 мл/л + поваренная соль 92 г/л (при плотности тока 0,6 А/см² и экспозиции 10 мин).

Для электрохимической полировки многие зарубежные фирмы производят специальное оборудование. Так, например, в Германии для электрохимической полировки выпускаются аппараты *Электропол*, *Унопол* и *Вариант* и аппараты для золочения – *Ауро-Плэйт* и *Квик-Плэйт*.

В аппарате *Электропол* имеются две встроенные в корпус и изолированные друг от друга ванночки объемом по 1,5 л. Заполнение ванночек электролитом проводится раздельно. Каждая ванночка имеет свой пульт управления (сила тока, таймер), что позволяет проводить одновременную полировку двух каркасов дуговых (бюгельных) протезов. При этом каркас, фиксированный в специальные зажимы, совершает вращательные движения. Аппарат имеет пластмассовый корпус, металлические кислотостойкие части.

Аппарат *Вариант* отличается от вышеизложенного тем, что две ванночки для электролита находятся вне корпуса прибора.

Подобный *Варианту* аппарат *Унопол* меньшей мощности (80 Вт) предназначен для электрохимической полировки одного каркаса дугового (бюгельного) протеза. Для проведения полировки необходима сила тока 3,5–4,5 А, а электролит должен быть подогрет до температуры 35–45°C.

Ауро-Плэйт – аппарат для ускоренного золочения кламмеров, каркасов дуговых (бюгельных) протезов и сплава для металлокерамики. При этом каркасы протезов фиксируются вне аппарата с помощью электродов-зажимов. Одновременно с процессом обезжикивания поверхности каркаса происходит золочение (см. рис. 10.1).

Для этого разработана специальная жидкость, в которой содержание золота составляет 2 г/л. Предварительной подготовки этой жидкости не требуется, она обладает высокой химической устойчивостью, экономически выгодна. Скорость осаждения золота составляет 0,2 мкм/мин при силе тока 300 мА.

Другой аппарат для ускоренного золочения – *Квик-Плэйт* – имеет ванночку объемом 1,25 л вне корпуса прибора. Этот аппарат особенно пригоден для золочения готовых дуговых и мостовидных протезов, искусственных коронок.

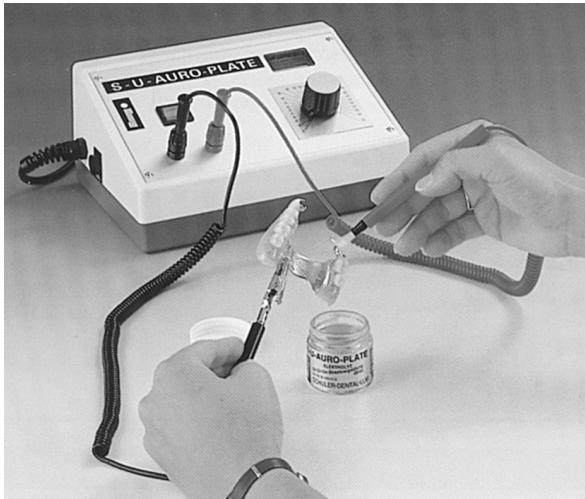


Рис. 10.1. Аппарат Ауро-Плэйт (Германия) для золочения каркасов протезов.

При этом отпадает необходимость электролитического обезжиривания и предварительного золочения. Плавная регулировка силы тока (до 3 А), наличие амперметра позволяют контролировать силу тока и скорость осаждения при золочении. Содержание золота в жидкости *Квик-Плэйт* составляет 2 г/л.

Для соединения элементов протезов в единую конструкцию используется, в частности, паяние.

- ◆ **Паяние** – процесс получения неразъемного соединения путем нагрева места паяния и заполнения зазора между соединяемыми деталями расплавленным припоем с его последующей кристаллизацией.
- ◆ **Припой** – металл или сплав, заполняющий зазор между соединяемыми деталями при паянии.

Составы припоев приведены в таблицах 54, 55.

Существует различная техника паяния – в пламени и в печи. При работе с каркасами до нанесения и обжига керамической массы предпочтительнее использовать паяние в пламени. Паяние в печи применяется на объектах, уже облицованных керамикой. Прочность пайки можно проверить различными методами с помощью растяжения и изгиба.

Физико-механические свойства припоя (цвет, узкий температурный интервал плавления, стойкость против коррозии) должны максимально соответствовать таковым у сплава, из которого сделаны требующие соединения элементы каркаса протеза.

Во время паяния соединяемые места принимают температуру расплавленного припоя (рис. 10.2). Поэтому температура плавления припоя должна быть ниже температуры плавления спаиваемых частей на 50–100°C, так как в противном случае паяние привело бы к частичному расплавлению спаиваемых деталей протеза.

Расплавленный припой обладает текучестью, которая увеличивается с повышением температуры, поэтому припой течет в направлении от холодных

частей к горячим. Фактически на этом свойстве и основано использование пла-менного горелки в процессе паяния. В месте соприкосновения деталей и припоя происходит диффузия одного металла в другой. Скорость диффузии зависит главным образом от материала протеза и припоя, а также от температуры. Все это вместе взятое и определяет структуру полученного шва, которая может быть в виде твердого раствора, химического соединения или механической смеси.

Твердый раствор является наиболее благоприятной структурой и считается лучшим видом паяния. Шов хорошо противостоит коррозии и получается прочным. При этом максимальная прочность шва будет при использовании минимального количества припоя. Следует помнить, что прочность большинства припоеев ниже прочности соединяемых металлов, хотя прочность шва за счет диффузии выше.

Расплавлять припой в процессе паяния необходимо как можно быстрее, а после получения шва источник нагрева (горелку) необходимо немедленно удалить.

Так как пайание чаще происходит при нагревании открытым пламенем, то на поверхности спаиваемых металлов может образоваться пленка окислов, которая препятствует диффузии припоя. Особенно усиленно образуется эта пленка у сплавов, содержащих хром, отличающихся высокой способностью пассивироваться (покрываться окисной пленкой). Поэтому в процессе паяния необходимо не только расплавить припой и заставить его разлиться по спаиваемым поверхностям, но и не допустить образования окисной пленки к моменту достижения рабочей температуры в спаиваемых деталях. Это достигается применением различных паяльных веществ, или флюсов.

- ◆ **Флюс** – химическое вещество (бура, борная кислота, хлористые и фтористые соли), служащее для растворения окислов, образующихся на спаиваемых поверхностях металлов при паянии.

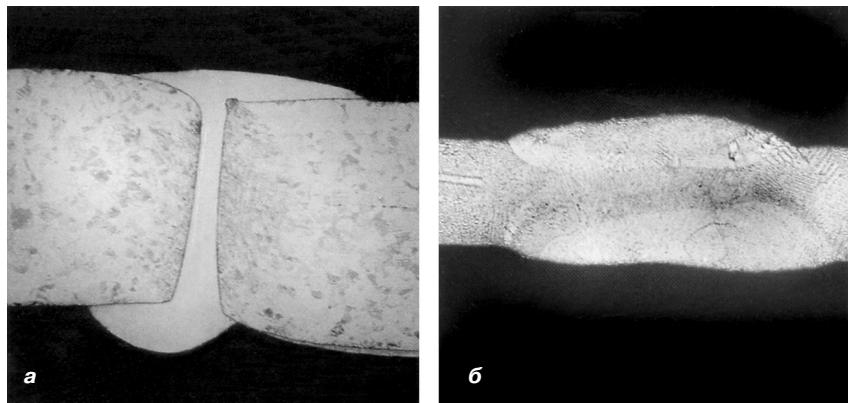


Рис. 10.2. Соединение элементов каркаса протеза паянием (**а**)

и плазменной микросваркой (**б**):

а – соединение посредством припоя; **б** – соединение посредством расплавления частей каркаса и однородного сплава металлов.

Справочные таблицы

Таблица 1

Основные физические свойства оттискных материалов
(по O'Brien W., Ruge G., 1978)

Свойство	Материал	Альгинатные	Силиконовые	Полиэфирные
Восстановление после упругой деформации, %	97,3	99,5	98,9	
Упругость, %	12	5	2	
Скольжение, %	—	0,09	0,03	
Точность воспроизведения, мкм	75	25	25	
Усадка, %	—	0,6	0,3	

Таблица 2

Основные физические свойства гипса
(по Piyanelli M., 1974)

Физические свойства	β -гипс	α -гипс	α -гипс модифицированный
Соотношение вода/порошок	0,50	0,32–0,35	0,22–0,24
Расширение при кристаллизации	0,3–0,5	0,1–0,2	0,06–0,1
Твердость по Роквеллу, МПа	20	80	90
Сопротивление сжатию влажного гипса, кг/см ²	85	210	320
Сопротивление сжатию сухого гипса, кг/см ²	280	560–630	700–770

Таблица 3

**Физические характеристики различных типов гипса
(США)**

Торговая марка гипса	Тип гипса	Цвет	Соотношение воды и гипса, мл/г	Рабочее время, мин	Коэффициент расширения, %	Сопротивление сжатию, кг/см ²	
						влажного гипса	сухого гипса
Прайме-Рок	V	Фиолетовый, желтый	20:100	7	0,13	635	1200
Резин-Рок	V	Серый, голубой, персиковый	20:100	7	0,08	7 000 psi (48 МПа)	11 000 psi (76 МПа)
Джайд Стоун	V	Зеленый, синий	22:100	4–6	0,13	530	985
Силки-Рок	IV	Фиолетовый, белый, желтый	23:100	3–6	0,09	442	915
Дай-Рок	IV	Канареечно-нефритовый, розовый	23:100	3–5	0,10	390	850
Супер-Дай	III	Желтый	23:100	1–2	0,08	390	850
Микростоун	III	Золотой, белый	28:100	3–6	0,12	320	600
Квикстоун	III	Зеленый, синий, бежевый, розовый	28:100	3–5	0,12	280	560
Ортодонтический гипс	II	Белый	37:100	7–8	0,20	250	460
Лабораторный гипс	II	Белый	45:100	2–4	0,20	105	232
Ортодонтический гипс	I	Белый	28:100	4–6	0,09	320	600
Кюветный гипс	I	Бежевый	35:100	4–5	0,30	210	425
Моментальный гипс	I	Розовый	24:100	1–1,5	0,15	420	985
Установочный гипс	I	Белый, синий	28:100	1	0,08	322	600
Окклюзионный гипс	I	Белый	32:100	1	0,15	230	500
Установочный гипс-2	I	Белый	62:100	1	0,09	45	126

Таблица 4

**Физические характеристики некоторых сортов гипса
(Германия)**

Торговая марка гипса	Тип гипса	Соотноше- ние воды и гипса, мл/г	Время			Коэффи- циент расширения через 2 ч, %	Сопротив- ление сжатию через 1 ч, МПа (Р/мм ²)
			замеши- вания в вакум- ном смеси- теле, с	получения гипсовой модели, мин	твердения гипсовой модели, мин		
Окта-Фикс	II	100:29	30	3–4	—	0,03	18
Окта-Бастер	II	100:50	30	4–10	30	0,14	8
Окта-KFO	III	100:35	30	5–12	45	0,20	23
Окта-Мол	III	100:30	30	4–7	30	0,16	30
Окта-Дур	III	100:30	30	6–12	45	0,09	32
Окта-Флоу	III	100:25	30	4–9	30	0,09	45
Окта-Бэйз	III	100:26	30	4–8	30	0,09	45
Окта-Стоун НФ	IV	100:21	30–45	7–10	45	0,08	54
Окта-Стоун	IV	100:21	45	5–12	45	0,08	55
Окта-Стоун М	IV	100:22	30–45	6–11	45	0,08	53
Окта-Ре	IV	100:21	30–45	7–14	45	0,08	54
Окта-Рок	IV	100:21	30–45	10–11	45	0,08	54

Примечание. Упаковки гипса II и III типов (25 кг) рассчитаны для получения 165 моделей челюстей, а упаковка IV типа (20 кг) – 132 моделей челюстей. Гипс марок Окта-Флоу и Окта-Бэйз применяют для получения цоколя разборных и неразборных комбинированных гипсовых моделей челюстей с гипсом IV типа.

Таблица 5

**Сравнительная характеристика свойств
ряда альгинатных оттисковых материалов
(Италия)**

Наименование Свойство \	Фэйз Плюс	Гидрогум Эластик	Гидрогум Софт	Ортопринт
Вес, г	453	500	453	500
Цвет	Фиолетовый (хроматический трехфазный альгинат): 1) фиолетовый цвет – время смешивания; 2) красный цвет – время обработки; 3) белый цвет – введение в полость рта	Зеленый	Розовый	Розовый
Аромат	Хлорофилла	Мятный	Тропический	Ванильный
Упругость	Жесткость после гелеобразования	Упругий	Сверхупругий	Чрезвычайно упругий
Тиксотропия	Да	Да	Да	Да
Время обработки и схватывания	Малое	Малое	Малое	Сверхмалое
Время, с: – замешивания – обработки – пребывания в полости рта – схватывания	45 95 60 155	30 70 60 130	30 70 60 130	30 65 60 110
Упругое восстановление, %	99	98	98	98
Остаточная деформация, %	11,5	11,7	11,9	11
Сопротивление сжатию, МПа	1,4	1,2	1	1,2
Срок хранения, лет	5	5	5	5