

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ДАГЕСТАНСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**Кафедра стоматологии**

**М.М. Расулов, И.М. Расулов, М.О. Омаров**

**ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЬЯ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ**

Методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности 31.02.05 и 31.08.75  
Стоматология ортопедическая

Махачкала - 2016

М.М. Расулов, И.М. Расулов, М.О. Омаров

## **ТЕХНОЛОГИЯ ЛИТЬЯ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ**

(Методическое пособие для студентов, обучающихся по специальности 31.02.05 и 31.08.75 Стоматология ортопедическая)

Рекомендовано Ученым советом ДМСИ для использования в учебном процессе в ДМСИ.  
Протокол № 5 от 28. 12.2015г.

УДК 616.31-079.4-089.23(075.8)

ББК 56.6я73-1

## **Введение**

В течение последнего столетия в развитии ортопедической стоматологии во всем мире достигнуты значительные успехи в разработке методов диагностики и терапии. Разработаны новые методы лечения с использованием несъемных, съемных протезов и ортодонтических и челюстно-лицевых аппаратов, изготовление которых требует применения новых технологий и высокой квалификации зубных техников. В ортопедической стоматологии в процессе проведения лечения врач и зубной техник готовят лечебное ортопедическое средство с учетом индивидуальных особенностей каждого отдельно взятого пациента. Это подобно тому как врач выписывает рецепт индивидуально каждому больному.

В зуботехнической лаборатории, изготовлением различных конструкций, зубных протезов, в том числе и методом литья, занимается зубной техник. Изготовление современных и высокоточных конструкций требует от зубного техника отличного знания как процесса литья, так и ошибок, наиболее часто допускаемых в литейной лаборатории. Поэтому в процессе обучения будущие зубные техники должны быть подробно ознакомлены с технологиями литья в зуботехнической лаборатории.

## Литье в ортопедической стоматологии

Работа зубного техника начинается после того, как врач снимает слепок и слепок попадает к зубному технику. Затем техник отливает модель. Если изготавливаются металлокерамические конструкции, то слепок должен быть двойной. В последнем случае мы вставляем штифты в те зубы, на которые планируется готовить протез, т.е. препарированные под цельнолитой протез(коронку). Штифты обязательно должны быть установлены параллельно друг другу.

Далее зубной техник отливает гипсовую разборную модель. Сначала заливаем слепок супергипсом, разводим его 3:1, после кристаллизации гипса, через 45 минут, покрываем изоколом и заливаем цоколь (1-1,5см) обычным гипсом. После кристаллизации гипса вскрываем модель. На триммере обрезаем лишнее.

Следующим этапом является определение прикуса и загипсовка в окклюдатор. В цоколе модели, в области проекции протезируемых зубов, создаем воронкообразное углубление, на дне которого находим конец штифта. На модели челюсти лобзиком по шейке рабочей культы, параллельно оси зуба, делаем пропилы на всю толщину высокопрочного гипса. Вытаскиваем рабочую культю из модели. Обрабатываем зубы и красим покрывным лаком. После высыхания лака, обмазываем маслом, чтобы потом можно было снять восковые колпачки с зубов, и окунаем в погружной воск.

После остывания воска мы обрезаем лишнее и моделируем шейку пришеечным воском. Затем, если это мостовидный протез, тогда мы моделируем промежуточную часть (если таковая имеется) и скрепляем липким воском наши восковые колпачки, и снимаем с модели.

Создаем литниковую систему по принципам:

- все участки отливки должны находиться в разных условиях при литье;
- все толстостенные участки отливки должны иметь дополнительное депо жидкого металла для устранения усадочных раковин, рыхлости и пористости в металле;
- к тонким участкам отливок должен быть подведен наиболее горячий металл.

Направление литьевых каналов должно соответствовать направлению полого пространства, чтобы расплавленному металлу не приходилось менять резко направление. В тех случаях, когда отливаются сразу много деталей приблизительно одного объема, штифты устанавливаем следующим образом: на центральный металлический штифт диаметром 3-4 мм в разных направлениях "ёлочкой" приклеивают восковые штифты диаметром 1,5-2 мм и длиной 0,5 см, затем к каждому восковому штифту подводят смоделированную деталь и слабо разогретым шпателем, расплавляя воск штифта, приклеивают к восковому штифту. Наносим огнеупорный облицовочный слой. Пока облицовочный слой не начал подсыхать, модель незамедлительно пакуем.

При этом выполняем следующие этапы:

- установка облицовочных моделей на подопочный конус;
- подбор литейной кюветы;
- укрепление кюветы в конусе и заливка формовочными смесями.

Кювету с подпочным конусом и укрепленной на нем деталью устанавливаем на вибростол и заполняем на всю высоту формовочной массой. После того, как масса затвердеет, кювету освобождаем от подпочного конуса. Выплавляем воск в муфельной печи при начальной температуре 40-60 градусов, которая медленно в течении часа поднимается до 100-150 градусов. Муфели не должны касаться стенок печи, т.к. воск расплавляется и вытекает.

После этого проводим сушку медленно при температуре 100-150°C, затем температуру муфельной печи в течение 2-х часов медленно доводят до 800-850°C, проводится обжиг формы, до тех пор, пока стенки литниковых каналов не станут красными.

Для того, чтобы металл заполнил полость формы, образовавшейся после выплавления воска, создаем давление на металл. Литье либо вакуумное, либо под давлением/центробежное проводим в специальной литейной установке.

После завершения литья опоку охлаждаем на воздухе. Для очистки деталей используем пескоструйный аппарат с высоким давлением. Затем удаляем литники и обрабатываем борами, полируем.

### **История зубопротезного литья**

Изготовление зубных протезов методом литья имеет глубокую историю. Благодаря археологическим исследованиям известно, что первые зубные протезы существовали уже в VII-V веках до н. э. в Финикии и Этруссии, утраченные передние зубы скрепляли с оставшимися зубами лигатурой.

Первым металлом, из которого стало возможно изготовление зубных протезов, было золото. В Древней Греции и Риме на базе хорошо развитого ювелирного искусства начали изготавливать зубные коронки, а затем и мостовидные протезы с использованием припоев. Более 2500 лет длилась монополия золота в стоматологии. Это было обусловлено следующими факторами. Во-первых, золото в природе находится в самородном состоянии и не нуждается в сложных технологических условиях, чтобы добыть его из руды, как этого требует железо и ряд других металлов. Во-вторых, температура плавления золота всего 1050- 1090 °С, оно легко может быть расплавлено даже на открытом пламени. Однако ввиду высокой стоимости исходных материалов протезирование на основе золота и его сплавов могли позволить себе только состоятельные пациенты. Широко использующиеся в настоящее время относительно недорогие сплавы из кобальто- и никельхромовой основах требовали сложной технологии плавления, разработанной гораздо позднее.

Впервые высоколегированные сплавы на основе железа, обладающие коррозионной устойчивостью, начали использоваться с середины XIX века. Областью их применения было машиностроение. Возникшая новая отрасль промышленности - автомобилестроение — потребовала создания новых сплавов металлов. Около 110 лет назад, в начале 1900 годов, для деталей двигателей внутреннего сгорания впервые были применены жаростойкие кобальтохромовые сплавы. Эти сплавы получили название "Stellite" за их яркость, блеск, твердость. Они обладают чрезвычайно высокой коррозионной стойкостью, прочностью, в том числе в агрессивных средах и при высоких температурах. С 1930 года XX века началось использование кобальтохромовых сплавов для изготовления зубных протезов. В стоматологической практике стеллит получил название "Vitallium" (от латинского "Vita"- жизнь). В 1969 году более 87% всех

стоматологических конструкций были отлиты из кобальтохромовых и никелехромовых сплавов.

### **Металлы,используемые в процессе литья сплавов металлов**

На стоматологическом рынке в настоящее время представлена такая огромная палитра современных средств и сплавов металлов для изготовления зубных протезов, что поднимается вопрос выбора материалов и технологии литья в каждом конкретном случае.

Для расходных материалов основное - это доступность, постоянное наличие на местном рынке, простота в работе, стабильность параметров. В настоящий момент только стоматологических сплавов и паковочных масс представлено более 1000 наименований. Все они сопровождаются подробными руководствами по их использованию. Но, находясь в условиях рыночных отношений и жёсткой конкуренции, производитель часто завышает характеристики своей продукции, не указывая в аннотации непривлекательные моменты.

Для изготовления литых ортопедических конструкций применяются основные и вспомогательные материалы. К основным относятся сплавы металлов. К вспомогательным относятся материалы, используемые на этапах литья, это, например, восковые композиции и формовочные массы.

**Сплавы металлов.** Сплав представляет собой смесь двух или нескольких металлов, или металла и неметаллов. Сплав образуется посредством совместного сплавления компонентов, а также взаимодействия жидкого металла с жидкими и газообразными веществами. Компоненты при сплавлении в жидком состоянии могут обладать полной нерастворимостью, ограниченной растворимостью и полной растворимостью. При полной нерастворимости, жидкие компоненты расслаиваются и располагаются друг над другом в зависимости от плотности (как масло с водой). При ограниченной растворимости, наблюдается тот же эффект, но при этом между слоями присутствует слой, содержащий смесь компонентов, соответствующий растворимости первого компонента во втором и наоборот - второго компонента в первом. Например, никель растворяет до 2% серебра, а серебро растворяет только 0,4 % никеля. При полной растворимости образуется абсолютно однородный расплав. Например, золото и медь растворяются в любых пропорциях. Для получения однородного сплава используют механический или индукционный перемес расплава.

Основными компонентами, присутствующими в сплавах для зубного протезирования, является хром, кобальт, никель. Суммарное количество их в сплаве и достигает обычно около 90%. Международный стандарт "Стоматологические литейные сплавы на металлической основе" ISO 6871-01 устанавливает, что содержание хрома, кобальта и никеля в сплавах должно быть в сумме не менее 85%. Эти элементы образуют основную фазу - матрицу сплава.

Хром, как основной составляющий компонент, входит в состав всех сплавов. Он обеспечивает коррозионную стойкость и прочность. Кобальтохромовые стоматологические сплавы не должны содержать более 29% хрома. При содержании хрома выше 30% в сплаве образуется хрупкая сигма - фаза, что ухудшает его механические и литейные качества. Никелехромовые сплавы обычно содержат меньшее содержание хрома 23 - 25% и обладают несколько меньшей химической стойкостью, чем кобальтохромовые сплавы.

Прочность КХС увеличивается при легировании 4-6% молибденом и дополнительно 1-2% ниобием в присутствии 0,2-0,3% углерода. Никелехромовые сплавы могут содержать молибдена в 2 раза больше-до 11%.

Изменение содержания углерода и кобальтохромовых и никелехромовых сплавах даже на несколько десятых процента сильно изменяет их свойства.

Увеличение углерода на 0,2% по сравнению с номинальным содержанием в кобальтохромовых сплавах приводит к тому, что сплав становится очень твердым и хрупким. Уменьшение углерода на 0,2% приводит к ухудшению текучести и уменьшению предельной прочности на разрыв. Бюгельный протез из такого сплава может легко деформироваться.

Литейщик может изменить физические и литейные свойства имеющегося у него сплава. Иногда требуется увеличить прочность никелехромового сплава для изготовления протяженного мостовидного протеза с последующим нанесением керамического покрытия. В этом случае в никелехромовый сплав можно добавить 10-15% бюгельного кобальтохромового сплава с большим содержанием углерода. Или наоборот, чтобы снизить твердость мостовидного протеза из кобальтохромового сплава следует добавить 10-15% никелехромового сплава, не содержащего углерод. Таким образом, в небольших модификациях, никелехромовые и кобальтохромовые сплавы могут изменять свои свойства.

Присутствие углерода в кобальтохромовых и в никелехромовых сплавах снижает температуру плавления и улучшает жидкотекучесть сплава. На свойства сплава действует присутствие кремния, марганца и азота. Все эти элементы добавляются для увеличения жидкотекучести и улучшения литейных свойств сплавов.

В настоящее время при изготовлении металлокерамических коронок и мостовидных протезов нашли широкое применение безуглеродистые кобальтохромовые сплавы. Западные фирмы выпускают сплавы близкие к составу классического сплава "Vitallium", но не содержащие углерода. В России выпускаются аналогичные сплавы "КХ-ДЕНТ" и "ЦЕЛИТ К".

Увеличение содержания кремния более 1%, а азота более 0,1% ухудшает пластичность сплава.

Сплавы, применяемые для ортопедических целей, должны удовлетворять определенным требованиям:

1. Не оказывать токсического воздействия на организм.
2. Обладать высокой химической стойкостью к воздействию кислот, щелочей и растворов солей.
3. Обладать минимальной усадкой.
4. Легко подвергается штамповке, литью, протяжке, паянию, полировке.
5. Иметь небольшой удельный вес.
6. Быть доступными и сравнительно недорогими.

Общеизвестно, что чистые металлы в природе встречаются очень редко и мало соответствуют предъявляемым к ним требованиям. В ортопедической стоматологии в основном применяют сплавы металлов. Качество протеза в значительной степени зависит от свойств используемого сплава. Составляя различные сплавы, техники-литейщики стремятся получить материал с заданными свойствами. В настоящее время в стоматологии используется свыше 1000 сплавов металлов.

**Классификация сплавов металлов.** В стоматологической практике наиболее распространена классификация сплавов ISO 1989 г. Международными стандартами все сплавы металлов разделены на следующие группы:

Сплавы благородных металлов на основе золота.

Сплавы благородных металлов, содержащих 25-50% золота или платины, или других драгоценных металлов.

Сплавы неблагородных металлов (кобальтохромовый сплав, нержавеющей сталь, никелехромовый сплав).

Сплавы для металлокерамических конструкций:

- а) с высоким содержанием золота (>75%);
- б) с высоким содержанием благородных металлов (золота и платины, золота и палладия >75%);
- в) на основе палладия (более 50%);
- г) на основе неблагородных металлов: кобальта (+ хром >25%, молибден >2%); никеля (+ хром >11%, молибден >2%).

В специальной литературе до последнего времени встречается лексическая подмена двух терминов - благородный металл и драгоценный металл, которые не являются синонимами: драгоценный указывает на стоимость металла, а благородный - относится к его химическим свойствам. Поэтому элементы золото и платина являются как благородными, так и драгоценными, палладий - благородный, но намного дешевле.

По составу сплавы различают:

Сплавы благородных металлов (сплавы на основе золота золото-палладиевые сплавы серебряно-палладиевые сплавы платиновые сплавы. Сплавы неблагородных металлов: сплавы на основе железа, хрома и никеля (нержавеющая сталь) кобальтохромовые сплавы никелехромовые сплавы титана сплавы алюминия и бронзы сплавы на основе свинца и олова).

По механическим свойствам (сплавы низкой прочности, для отливок подвергающихся незначительным нагрузкам (вкладки) сплавы средней прочности, для отливок подвергающихся умеренной нагрузке (вкладки, фасетки) сплавы высокой прочности, для отливок подвергающихся большой нагрузке (фасетки, тонкие литые металлические каркасы, штифты, коронки и бюгельные протезы) сверхпрочные сплавы, для отливок подвергающихся большим нагрузкам и тонких в поперечном сечении (бюгельные протезы, каркасы съемных протезов, кламмера, коронки, литые коронки и частично съемные зубные протезы)

По назначению: сплавы для изготовления элементов съемных зубных протезов - шинирующих аппаратов, дуг бюгельных протезов, кламмеров и т.д. сплавы для изготовления каркасов металлокерамических работ, коронок и "мостов" цельнолитых конструкций. сплавы для изготовления штампованных коронок и паянных мостовидных протезов.

По температуре плавления (с низкой температурой плавления: легкоплавкие сплавы, нержавеющей сталь; (с высокой температурой плавления: кобальтохромовые, никелехромовые, сплав титана и др.)

**Сплавы благородных металлов.** К благородным металлам относят восемь элементов периодической системы: рутений (Ru), родий (Rh), палладий (Pd), осмий (Os), иридий (Ir), платину (Pt) (платиновая группа), а также золото (Au) и серебро (Ag). Применение золота и серебра, как основного металла для изготовления



зубных протезов, относится к периоду раннего зубопротезирования. Об этом говорят находки работ, изготовленных задолго до нашей эры, где золотую и серебряную проволоку использовали для подвязывания подвижных зубов к соседним устойчивым. В настоящее время в стоматологии используют золото, платину, палладий и серебро в виде сплавов.

Сплавы золота применяют для изготовления зубных протезов и шин. Чистое золото для указанных целей не применяют вследствие недостаточной его твердости. Широкое применение для целей зубного протезирования нашли серебряно-палладиевые сплавы: сплав Липеца с содержанием 50% серебра и сплав Д. Н. Цитрина с содержанием 75% серебра, 10% палладия и 15% золота. До конца XVIII века в зубопротезировании благородные металлы оставались единственными для изготовления зубных протезов, и только в конце XIX и начале XX века возникла тенденция замены благородных металлов на неблагородные. Профессором Курляндским В. Ю., инженером И. А. Андрющенко, И. А. Красносельским, Е. А. Ивановым (1968 г.) создана группа сплавов на основе золота, палладия и серебра с добавками других металлов, с заданными свойствами в зависимости от их значения. Сплавы из благородных металлов отличаются высокими физико-химическими свойствами, стойкостью против износа и действия различных агрессивных сред, в том числе содержимого полости рта, не создают значительных микроотоков, не окрашивают десну, а некоторые из них, как показали исследования, обладают олигодинамическим эффектом, т.е. предотвращают развитие микроорганизмов. Механизм этого эффекта заключается в том, что положительно заряженные ионы металлов адсорбируются отрицательно заряженной поверхностью бактерий и изменяют проницаемость цитоплазматической мембраны, что и приводит к нарушению питания и размножения бактерий. Многочисленные исследования показывают, что металлические зубные протезы несомненно оказывают влияние на флору десны у шейки зуба. Это влияние различно при разных сплавах. Флора на десне обнаруживается в небольшом количестве, если к ней прилегают сплавы золота, и обильная флора на десне, если к ней прилегает нержавеющая сталь. Таким образом, можно сделать вывод о том, что сплавы благородных металлов обладают множеством преимуществ над другими сплавами как в биологическом, так и функциональном плане.

Сплавы благородных металлов обладают относительной инертностью при воздействии различных газовых и жидких химических сред, в том числе биологических, способностью в большой степени сохранять геометрические размеры и свойства поверхности (при нагревании, в ряде случаев вплоть до предплавительных температур); высокое сопротивление деформации и разрушению (при твердорастворном, дисперсионном и субструктурном упрочнениях); широкие технологические возможности при изготовлении ортопедических конструкций путем пластической деформации (платина, палладий, золото, серебро и сплавы на их основе) или литья (золото, серебро и их сплавы).

Таким образом, сплавы благородных металлов получили широкое применение в стоматологии на этапах изготовления ортопедических стоматологических конструкций.

Сплав золота 900-й пробы используется для изготовления как одиночных коронок, так и мостовидных протезов. Выпускается в виде дисков диаметром 18, 20, 23, 25 мм и блоков по 5 г. Содержит 90% золота, 6% меди и 4% серебра. Температура плавления равна 1063 °С. Он обладает пластичностью и вязкостью, легко поддается штамповке, ковке, вальцеванию, а также литью.

Из сплава золота 750-й пробы изготавливаются каркасы бюгельных (дуговых) протезов, кламмеры и вкладки. Сплав 750-пробы содержит 75% золота, по 8% меди и серебра, 9% платины. Обладает высокой упругостью и малой усадкой при литье. Эти качества приобретаются за счет добавления платины и увеличения количества меди. Сплав золота 750-й пробы служит припоем, при добавлении 5-12% кадмия. Последний снижает температуру плавления припоя до 800 °С. Это дает возможность расплавлять его, не оплавливая основные детали протеза. Отбелом для золота служит соляная кислота (10-15%).

Сплав Супер-ТЗ — сплав на основе золота (75%), альтернатива золотому сплаву 900 пробы, отличается высокой прочностью и износостойкостью, обладает красивым желтым цветом. Назначение - литые и штампованные стоматологические конструкции (вкладки, коронки, мостовидные протезы с полимерными покрытиями или без них).

Сплав V-Классик - сверхтвердый сплав с высоким содержанием золота, разработан фирмой "Сандр и Мето" (Швейцария). Сплав не содержит галлия, кобальта, хрома, никеля и бериллия. Доля неблагородных металлов в сплаве не превышает 2%. Сплав предназначен прежде всего для металлокерамических протезов. В связи с хорошим коэффициентом термического расширения он совместим с такими керамическими массами, как Биодент, Керамико, Дуцерам, Вита, Вивадент и др.

Сплав М-Паладор- сплав золота, палладия и серебра для несъемных протезов. Устойчив к воздействию химических элементов, не вступает в химические реакции в полости рта, не содержит в своем составе никель, бериллий и кадмий. Температура плавления составляет 1090 °С, плотность - 11,5 г/см<sup>3</sup>.

Сплав ПД-250 содержит 24,5% палладия, 72,1% серебра. Выпускается в виде дисков диаметром 18, 20, 23, 25 мм и полос толщиной 0,3 мм. Сплав ПД-190 включает 18,5% палладия, 78% серебра. Выпускается в виде дисков толщиной 1 мм при диаметре 8 и 12 мм и лент толщиной 0,5; 1,0 и 1,2 мм. Кроме серебра и палладия, перечисленные сплавы содержат небольшие количества легирующих элементов (цинк, медь), для улучшения литейных качеств в сплав добавляется золото.

Эти сплавы по физико-механическим свойствам напоминают золото, но уступают им по коррозионной стойкости и темнеют в полости рта, особенно при кислой реакции слюны. Они пластичные, ковкие, используются для изготовления вкладок, коронок и мостовидных протезов.

### **Сплавы неблагородных металлов**

До конца XVIII века в зубопротезировании благородные металлы оставались единственным материалом для изготовления зубных протезов. В конце XVIII века и особенно в XIX веке возникла тенденция замены благородных металлов на неблагородные.

Заменить дорогостоящее золото неблагородными металлами для изготовления коронок первым в России предложил зубной врач А. И. Ковалев. В Нижнем Новгороде на первом съезде дантистов в 1896 г он выступил с докладом "Металлические капсульные коронки", предложив для изготовления коронок алюминий. Однако это предложение не нашло сторонников, и металл не получил распространения в стоматологической практике.

Пый мог бы заменить благородные металлы и тем способствовать его широкому внедрению в практику зубного протезирования. А. Клейтман с 1922 г., продолжая изыскания А. Ковалева, стал использовать алюминий для изготовления коронок, но, имея много недостатков, алюминий не нашел широкого применения для целей зубопротезирования. Другими оригинальными сплавами, привлечшими внимание, были сплавы на медной основе - рандольф и нейзильбер.

### **Кобальтохромовые сплавы**

В конце 1920-х – начале 1930-х годов Цитрин Д.Н. и Асс С.С. предложили рецепт нержавеющей стали для изготовления зубных протезов. С тех же 30-х годов для изготовления зубных протезов стали использоваться кобальтохромовые сплавы. Основу кобальтохромового сплава (КХС) составляет кобальт (66-67%), обладающий высокими механическими качествами, а также хром (26-30%), вводимый для придания сплаву твердости и повышения антикоррозийной стойкости. При содержании хрома свыше 30% в сплаве образуется хрупкая фаза, что ухудшает механические свойства и литейные качества сплава. Никель (3-5%) повышает пластичность, вязкость, ковкость сплава, улучшая тем самым его технологические свойства.

Сплав Бюгодент SSN vas (нормальный) содержит 65% кобальта, 28% хрома и 5% молибдена, а также повышенное содержание углерода и не имеет в своем составе никеля. Полностью соответствует медицинским стандартам европейских стран. Прочностные параметры высокие. Основу сплава Бюгодент SSN vas (медь) составляют кобальт (63%), хром (30%), молибден (5%). Химический состав сплава включает в себя медь и повышенное содержание углерода - 0,4%. В результате этого сплав обладает высокими упругими и прочностными свойствами. Наличие меди в сплаве облегчает полирование, а также проведение другой механической обработки протезов из него.

Основу сплава Бюгодент SSN vas (твердый) составляют кобальт (63%), хром (30%) и молибден (5%). Сплав имеет максимальное содержание углерода - 0,5%, дополнительно легирован ниобием (2%) и не имеет в своем составе никеля. Обладает исключительно высокими упругими и прочностными параметрами. В состав сплава Бюгодент SSN vas(жидкий), кроме кобальта (63%), хрома (28%) и молибдена (5%), введен бор и кремний. Этот сплав обладает высокой жидкотекучестью, сбалансированными свойствами, которые значительно превышают требование немецкого стандарта DIN 13912. Соответствует медицинским стандартам европейских стран.

Сплав Стомикс- стойкий к коррозии кобальтохромовый сплав, предназначенный для каркасов бюгельных протезов и для облицовки керамикой. Сплав обладает хорошими литейными свойствами (повышенной жидкотекучестью, минимальной усадкой), хорошо обрабатывается стоматологическими абразивами, технологичен на всех этапах протезирования.

### **Никелехромовые сплавы**

В отличие от хромоникелевых сталей, никелехромовые сплавы, не содержат углерода и широко применяются при изготовлении каркасов металлокерамических зубных протезов. К основным элементам относятся никель (60-65%), хром (23-26%), молибден (6-11%) и кремний (1,5-2%). Наиболее популярным из этих сплавов является Вирон - 99 фирмы "Бего" (Германия).

Сплавы типа Дентон разработаны взамен литейных нержавеющей сталей 12Х18Н9С и 20Х18Н9С2. Эти сплавы обладают более высокой пластичностью и коррозионной стойкостью за счет того, что в их составе почти в три раза больше никеля и на 5% больше хрома. Они имеют малую усадку и хорошую жидкотекучесть. Кроме того, очень податливы в механической обработке.

Сплавы на основе железа, никеля и хрома используются для литых одиночных коронок, литых коронок с пластмассовой облицовкой.

Сплав Дентан D содержит 52% железа, 21% никеля, 23% хрома. Он обладает высокой пластичностью и коррозионной устойчивостью и имеет хорошие литейные свойства - небольшую усадку и хорошую жидкотекучесть.

### **Сплавы титана**

Сплавы титана обладают высокими технологическими и физико-механическими свойствами, а также токсикологической инертностью. Титан марки ВТ-100 листовой используется для штампованных коронок (толщина 0,14-0,28 мм), штампованных базисов (0,35-0,4 мм) съемных протезов, каркасов титанокерамических протезов, имплантов различных конструкций. Для имплантации применяется также сплав титана ВТ-6. Для создания литых коронок, мостовидных протезов, каркасов бюгельных, шинирующих протезов, литых металлических базисов применяется литейной титан ВТ-5Л. Температура плавления титанового сплава составляет 1640°C.

Съемные зубные протезы с тонколистовыми титановыми базисами толщиной 0,3-0,7 мм имеют следующие основные преимущества перед протезами с базисами из других материалов:

- абсолютную инертность к тканям полости рта, что полностью исключает возможность аллергической реакции на никель и хром, входящие в состав металлических базисов из других сплавов;
- полное отсутствие токсического, термоизолирующего и аллергического воздействия, свойственного пластмассовым базисам;
- малую толщину и массу при достаточной жесткости базиса благодаря высокой удельной прочности титана;
- высокую точность воспроизведения мельчайших деталей рельефа протезного ложа, недостижимую для пластмассовых и литых базисов из других металлов;
- существенное облегчение в привыкании пациента к протезу, сохранение хорошей дикции и восприятия вкуса пищи.

Сплавы титана используются для восстановления анатомической формы группы жевательных зубов посредством микропротезов - литых вкладок, которые обладают целым рядом положительных физических и биологических свойств.

Основным назначением литых титановых вкладок является:

- восстановление анатомической формы зубов
- предупреждение вторичного кариеса
- сохранение на длительный период высоты коронки восстановленного зуба
- предупреждение дентоальвеолярного удлинения по вертикали
- обеспечение динамики правильного формирования зубных рядов и установление зубов в фиссурно - бугорковом контакте
- нормализация процесса становления высоты прикуса
- создание оптимальных соотношений между элементами височно - нижнечелюстного сустава
- восстановление жевательной функции и, следовательно, стимуляция роста костей
- повторяет часть жевательной поверхности зуба - антагониста, что обеспечивает равномерное распределение силовых нагрузок на периодонт во время функции

- исключается необходимость повторного пломбирования.

Существуют также сплавы из других металлов - таких как алюминий, свинец, олово, но они не применяются для непосредственного изготовления ортопедических конструкций и являются вспомогательными.

### **Формовочные материалы**

Основными компонентами для формовочных масс служат огнеупорный мелкодисперсный порошок и жидкость.

Требования, предъявляемые к формовочным массам:

- Формовочная масса должна обладать высокой огнеупорностью - не менее 1500°C;
- Обеспечивать точность литья, в том числе четкую поверхность отлитой детали зубного протеза;
- Легко отделяются от отливки, не "пригорая" к ней;
- Затвердевать в течение 7 - 10 минут;
- Обладать газопроницаемостью - для поглощения газов, образующихся при литье сплавов металлов;
- Иметь коэффициент термического расширения достаточный для компенсации усадки затвердевающего металла.

При твердении формовочной массы литейная форма расширяется в пределах 0,4%. Дополнительного расширения можно добиться, давая формовочной массе затвердеть в присутствии воды (гигроскопическое расширение). Это расширение варьируется от 1,2 до 2,2%, и его можно контролировать. Расширение восковой модели возникает в жидкой формовочной массе, когда воск нагревается до температуры, при которой он моделировался. Тепло может выделяться от химической реакции в формовочной массе или от водяной бани, куда погружена опока. При нагревании формовочной массы в муфельной печи возникает термическое расширение.

В литейных лабораториях применяют гипсовые, фосфатные и силикатные формовочные массы.

### **Фосфатные формовочные материалы**

Состоят из порошка (цинк - фосфатный цемент, молотый кварц, кристоболит, окись магния, гидрат окиси алюминия и др.) и жидкости (фосфорная кислота, вода и др.).

Эти материалы компенсируют усадку при охлаждении нержавеющей сталей. Схватывание фосфатных формовочных масс в зависимости от состава продолжается в среднем 15 минут.

- Формовочный материал Силикан (Чехия) - применяется для литья высокоплавких хромокобальтовых сплавов. В состав входит фосфатный вяжущий материал, кварц и кристоболит. В качестве жидкости можно использовать воду в соотношении 1:1, наиболее целесообразным считается применение золь-кремниевой кислоты (жидкость Силисан), так как в этом случае литейная форма компенсирует температурные изменения сплава. Применение золя способствует также повышению прочности формы. Замешивание массы рекомендуется производить миксером или на вибростолике.

- Формовочный материал Силикан - F применяется для получения отливок из высокоплавких сплавов. В состав входят чистые сорта кварца и жаростойкого вяжущего материала.

- ПауэрКэст - тонкозернистый, свободный от углерода формовочный материал, создающий безопасным методом литевную форму, не имеющую

трещин. Выдерживает быстрый подъем температуры, легко разбивается, позволяет получить точные отливки с высокой чистотой поверхности. Жидкость для замешивания (входит в комплект) придает форму коэффициент термического расширения, соответствующий КТР сплавов благородных металлов. Оптимальная концентрация жидкости для безопасного метода литья должна составлять не более 80%.

- Вест - Джи (Япония) - фосфатный паковочный материал, применяемый для любых сплавов металлов. Уменьшенная прочность этого материала позволяет после литья легко отделить отливку от формы. Расширение массы - регулируемое, может быть увеличено до 3,26% за счет изменения количества жидкости при замешивании.

- Керамикор (Швейцария) - фосфатная масса для литья любых сплавов металлов.

- Альфакаст<sup>√2</sup> (Германия) - фосфатно - силикатная паковочная масса для литья золотых сплавов.

### **Силикатные формовочные массы**

Отличаются высокой термостойкостью и прочностью. Кроме гипса и фосфатов, в качестве связующих здесь используются кремниевые гели. Из органических соединений кремния чаще применяется тетраэтилортосиликат, который легко гидролизуется с образованием при прокаливании конечных продуктов в виде двуоксида кремния.

Вязущая жидкость силикатных формовочных масс состоит из смеси этилового спирта, воды и концентрированной соляной кислоты, куда постепенно, по каплям введем этилсиликат. В качестве порошка применяют кварц, маршаллит, коррунд, кристоболит и др.

Силикатные формовочные массы отличаются высоким коэффициентом термического расширения. Оптимальное соотношение, обеспечивающее компенсацию усадки формы, составляет 30 гр. жидкости и 70 гр. порошка. Время схватывания материала 10-30 минут.

- Формолит служит для отливки зубов и деталей зубных протезов из нержавеющей стали. В комплект входит набор материалов: молотый пылевидный кварц, предназначенный для получения огнеупорных оболочек на восковых моделях песок формовочный, кислота борная (наполнители).

- Аурит - масса формовочная огнеупорная для литья золотых сплавов. В состав смеси входит кристоболит и технический гипс. Замешивают на воде в соотношении 100 гр. порошка на 35-40 мл воды. Рекомендуется проводить смешивание на вибростоліке. Время схватывания обмазки - 10 - 15 минут. Термическое расширение при 700 °С составляет не менее 0,8%.

- Сиолит - предназначена для получения огнеупорной литейной формы при литье каркасов съемных и несъемных протезов из высокотемпературных сплавов. Характеризуется высокими компенсационными и прочностными свойствами. Масса состоит из порошка и жидкости. Порошок - смесь кварцевого песка, фосфатов и периклаза. Жидкость - силиказоль. Порошок замешивается с жидкостью в резиновой колбе на вибростоліке в соотношении 100:18-20. Затем на вибростоліке устанавливают металлическую опоку с восковой заготовкой и проводят заполнение опоки формовочной смесью. Затвердевание происходит в интервале 10 - 30 минут. Через 2 часа керамическая форма устанавливается в холодную

муфельную печь. В интервале от 20 до 400 °С и от 600 до 800 °С подъем температуры можно производить с любой скоростью, в интервале от 400 до 600 °С. Скорость нагрева должна быть не менее 1 часа. При конечной температуре 800 °С литейную форму необходимо выдержать 40 - 60 минут. Затем проводится литье металла в готовую форму, а через 1 час после этого готовая деталь извлекается из опоки.

Формовочная масса подбирается индивидуально в зависимости от сплава, типа литейной установки и метода литья.

### **Воски, применяемые на этапах литья сплавов металлов**

Воск - один из старейших материалов, применяемых при протезировании зубов в стоматологии. Например, пчелиный воск начали применять для снятия оттисков более 200 лет назад. В современной стоматологии восковые композиции нашли широкое применение во многих случаях. Их используют в качестве вспомогательных материалов при изготовлении вкладок, коронок, штифтов, и мостовидных и съемных протезов.

Стоматологические воски классифицируют в зависимости от назначения:

- Базисные - обладают высокой пластичностью, хорошо формуется в разогретом состоянии, хорошо обрабатываются инструментом, после легкого оплавления над пламенем горелки имеют гладкую поверхность, обладают небольшим остаточным напряжением при охлаждении, полностью и без остатка вымываются кипящей водой из гипсовых форм. Применяются для моделирования базисов съемных протезов, ортодонтических аппаратов и индивидуальных ложек, изготовления восковых базисов с окклюзионными валиками;

- Бюгельные - обладают большей, по сравнению с базисными восками, пластичностью. Применяются при моделировании каркасов бюгельных протезов.

- Моделировочные для несъемных протезов и вкладок - отличаются малой тепловой усадкой и не меняют своих свойств при неоднократном расплавлении, фактически полностью выгорают в процессе подготовки формы к литью (зольность не превышает 0,05%). В зависимости от конкретных видов моделировочных работ различают погружные, пришеечные моделировочные восковые композиции, воска для фрезерных работ.

- Погружной воск - разновидность моделировочных восков. Предназначен для изготовления восковых колпачков с равномерной толщиной стенок способом погружения, или "окунания" модели культи зуба в расплавленный воск (используя воскотопку);

- Воск пришеечный - разновидность моделировочных восков, предназначен для уточнения контура шейки зуба при моделировании цельнолитых коронок, полукоронок, вкладок.

- Профильные (литниковые, литьевые) - легко соединяются с восковыми моделями, образуя прочное соединение, не вступают в реакцию со связующими и огнеупорными массами, выплавляются и сгорают без остатка при нахождении в муфельной печи; используется для создания литниково - питающей системы при литье металлических деталей зубных протезов.

Различают следующие виды литниковых каналов:

1. восковая проволока круглая
2. восковая проволока квадратная
3. стержни из тугоплавкого воска
4. в виде плоских профилей
5. готовые профили с "депо" металла
6. липкие (клеящие) - как правило, темного цвета (должны легко выделяться на светлых гипсовых материалах), обладают хорошей адгезией к металлу и пластмассам, необходимой прочностью, высокой температурой плавления. Применяются для соединения различных элементов конструкций зубных протезов.

К основным свойствам моделировочных восков, обеспечивающих необходимую точность моделей относятся:

- малая усадка при охлаждении воска ( $<0,1 - 0,15\%$  объемн./ $1^{\circ}\text{C}$  в диапазоне от  $90$  до  $0^{\circ}\text{C}$ );
- хорошая пластичность в интервале температур  $41 - 55^{\circ}\text{C}$ ;
- достаточная твердость при температуре  $37 - 40^{\circ}\text{C}$ , обеспечивающая сохранность формы модели в условиях полости рта;
- отсутствие липкости и расслоения в процессе обработки;
- отсутствие заметной зольности, другими словами, исключение образования налета или нагара на стенках формы после выжигания восковой модели;
- гомогенность при размягчении, отсутствие расслаивания;
- исключение окрашивания гипсовой модели;
- восковой слой должен держаться на модели и срачиваться с предварительно нанесенным слоем материала;
- моделировочные воска должны быть окрашены в яркие контрастные цвета, облегчающие процесс моделирования.

В настоящее время существует мнение, что работа техника с восковыми материалами при моделировании с использованием открытого пламени требует от него большого опыта и богатой интуиции для получения моделей высокого качества. Если техник не обладает таким опытом, то существует опасность перегрева моделировочного воска, деструкции ряда существенных компонентов состава восковой композиции, при этом усадка при охлаждении может значительно увеличиться. В связи с этим представляет интерес применение электрошпателей для изготовления восковых моделей, позволяющие соблюдать точные температурные параметры для моделировочных восков каждого типа. Некоторые фирмы, выпускающие электрошпатели, снабжают их набором инструментов для моделирования, а иногда и восками, специально предназначенными для работы с электрошпателем.

Стоматологические воска выпускаются как российскими, так и зарубежными производителями в самой разнообразной форме: в виде блоков или в массе, в виде заготовок различной, в том числе и анатомической формы. Литые воска могут поступать на рынок в виде листов, стержней, в виде восковой проволоки для литниковой системы, а также в массе. Выпускаются также заготовки в виде определенных элементов несъемных зубных протезов, элементов частичных съемных и бюгельных протезов.

### **Оборудование,используемое в процессе литья ортопедических конструкций**

В настоящее время изготовление зубных протезов методом литья является преобладающим. Методом литья изготавливают коронки, полукоронки, штифтово — культевые конструкции, вкладки, бюгельные и мостовидные протезы.

Первыми широкое распространение получили литые золотые протезы, когда был найден способ введения расплавленного золота в литейную форму посредством



специальных приспособлений с применением давления пара, газа или центробежной силы.

Технология литья складывалась из следующих операций: изготовление по гипсовой модели восковой репродукции протеза; погружение репродукции в формовочную массу в цилиндре для получения литейной формы; выжигание восковой репродукции, плавка золота, заливка золота в литейную форму. Такая технология сохранилась и до настоящего времени. Однако до начала XX века ввиду высокой стоимости исходных материалов протезирование на основе золота и его сплавов могли позволить себе только очень богатые люди.

Современное литье представляет собой сложный процесс с использованием высокотехнологического оборудования — это муфельные печи и литейные установки.

Существует несколько способов заливки металла в формы:

1. свободная заливка — металл заполняет форму свободно, под действием гравитационных сил;
2. заливка во вращающуюся форму под влиянием гравитационных и центробежных сил;
3. заливка давлением, поршневым или воздушным с применением литейных установок;
4. заливка вакуумным всасыванием.

### **Муфельные печи**

Муфельная печь — специальное нагревательное устройство, предназначенное для нагрева различных материалов до определенной температуры. Свое название муфельная печь получила из-за главной отличительной детали — муфеля, который обеспечивает защиту нагреваемому материалу и при этом является рабочей площадью печи. Каждая муфельная печь изготавливается из мягкой стали и огнеупорных материалов.

Виды муфельных печей

Муфельные печи подразделяются на виды по рабочему температурному диапазону:

- умеренная температура — °С;
- средняя температура — °С;
- высокая температура — °С;
- сверхвысокая температура — до 1650 °С (2000 °С).

Муфельные печи различаются по типу нагрева:

- электрические муфельные печи;
- газовые муфельные печи.

Печи подразделяются по защитному режиму обработки:

- воздушные печи — нагрев осуществляется в воздушной среде, то есть печи общего назначения;
- защитная газовая атмосфера — нагрев в специально созданной газовой среде. Это может быть водород, азот, аргон, гелий и другие газы;
- вакуумные, то есть нагрев происходит в вакууме. Муфельная печь может иметь тип конструкции, при котором осуществляется загрузка:
  - вертикальная;
  - колпаковая;
  - горизонтальная;
  - трубчатая.

УниTERM 50M фирмы СпаркДон (Россия) — универсальная малогабаритная муфельная печь с микропроцессорным управлением предназначена для выплавки восковых моделей, обжига и предварительного нагрева литейных форм в ортопедической стоматологии. Энергозависимая память позволяет сохранять 10 программ пользователя с 6 стадиями нагрева и выдержки температуры в каждой. Имеет вытяжку конвекционного

типа, по отдельному заказу печь может комплектоваться автономным управляемым устройством принудительной вытяжки. Во время термообработки допускает кратковременные отключения сети без потери параметров.

Имеется "ночной" режим, при котором обеспечивается автоматический запуск необходимой программы через заданный интервал времени. Нагревательные элементы изолируются от внешней среды кварцевыми трубками, что повышает их надежности. Изоляция камеры из волокнистой керамики с нагревательными элементами из проволоки КантальА1 обеспечивает быстрые циклы нагрева, большую экономию электроэнергии — до 30%, легкий ремонт и обслуживание.

Микропроцессорная система управления гарантирует высокую точность и качество работы, повышает производительность труда и экономит рабочее время.

ЭМП 11СБ Аверон (Россия) — электрическая муфельная печь для предварительного разогрева литейных форм. Относится к классу муфельных печей, обеспечивающих равномерный четырехсторонний нагрев.

Особенности нагревательной камеры:

- монолитная, из огнеупорной керамики, устойчива к многократным термоударам;
- нагревательный элемент из материала фирмы KANHTAL(Швеция) изолирован от внутреннего объема камеры;
- полезный объем 5,7 л позволяет одновременно размечать до 4-х опок Х9.

Особенности блока управления:

- хранение в памяти 5 программ разогрева, в каждой до 16 участков типа "нагрев", "выдержка" и "охлаждение", следующих в произвольном, установленном пользователем порядке;
- автоматическая блокировка нагрева при открывании камеры;
- восстановление выполнения программы при кратковременных провалах питания;
- керамической огнеупорной решеткой для установки литейных форм в камеру и обеспечения более равномерного прогрева опок.

Существуют также печи Magma фирмы Renfert (Германия), Miditherm фирмы BeGO (Германия).

### **Литейные установки**

Для того, чтобы металл заполнил полость формы, образовавшейся после выплавления воска, следует создать давление на металл. В зависимости от характера получаемого давления на металл различают следующие методы литья:

- Литье под давлением и центробежное литье.
- Вакуумное литье.

Литье под давлением и центробежное литье основаны на создании давления на металл извне. Это литье дает более плотные отливки, исключает пористость, недоливы и усадочные раковины. Широкое распространение в практике получило центробежное литье.

"NautilusMCPLUS" фирмы BEGO(Германия) соединяет в себе достоинства высокочастотной плавки и вакуумного литья. Плавление сплава происходит под воздействием токов высокой частоты в атмосфере с пониженным содержанием кислорода, а затем под воздействием вакуума расплавленный металл мгновенно и без потери температуры всасывается из тигля в опоку. NautilusMCPLUS оснащен специальным программным обеспечением, которое определяет момент литья, по методу измерения количества энергии. По этому методу момент литья в каждом конкретном случае определяется по количеству энергии необходимой для плавления того или иного количества используемого сплава. При этом методе практически исключаются погрешности в определении момента литья, например, в результате действия различных

оксидов, как это наблюдалось в аппаратах, в которых момент литья определялся путем инфракрасных измерений. Сплав втягивается в пустоты, повторяя форму мельчайших деталей. Журнал плавки может быть распечатан непосредственно после завершения литья или сохранен в архиве программы Наутифайл.

HeraCastIQ фирмы Heraeus Kuizer (Германия) —это литейное устройство для литья драгоценных и CoCrMo(кобальт-хром-молибденовых сплавов, за исключением титановых) в условиях вакуума.

HeraCastIQ —полный легко программируемый аппарат, с возможностью работы в ручном режиме, с вакуумной помпой и системой автономного водяного охлаждения. Литейная установка имеет последовательный порт RS —и системный процессор. Безопасная плавка и литье в условиях вакуума с учетом специфики материала. Возможность выбора языка. Рекомендуется использовать тигли и паковочные массы фирмы Heraeus Kulzer. Это гарантирует полное соблюдение технологического процесса, и поможет избежать повреждений устройства и материалов. Также выпускается литейная установка Vifa.

### **Ошибки на этапах литья ортопедических конструкций**

Изготовление любого металлического зубного протеза или аппарата является сложным процессом, в ходе которого материал подвергается различным механическим, термическим и химическим воздействиям. В связи с этим в металле происходят сложные структурные превращения, изменяются его физико-химические свойства. Знание механизма и сущности указанных процессов дает возможность управлять ими, регулировать и использовать в желаемом направлении. Изменяя режим технологического процесса, можно из одного сплава получать изделия с различными свойствами. В свою очередь, изменение свойств сплавов приводит к необходимости изменения приемов работы с ними, например, при штамповке, литье, полировке и т. д.

Все восковые композиции, используемые на этапах литья, а также сплавы металлов при переходе из жидкого состояния в твердое дает усадку. Борьба с усадкой сплавов и восковых композиций является важным вопросом в литье деталей зубных протезов. Этому подчинены все промежуточные этапы, соблюдение правил работы с восковыми композициями, создание специальных компенсационных формовочных масс, построение литниковой системы и методы плавления сплавов металлов.

Усадка металла может привести к внутренним напряжениям в отдельных частях отливки. Усадочные раковины, внутренние напряжения, крупнозернистая структура сплава ухудшают механические показатели и антикоррозионные свойства.

Борьба с этими нежелательными явлениями ведется в различных направлениях:

- введение в состав сплава добавок, способствующих образованию мелкокристаллической структуры;
- соблюдение температурного режима плавки и скорости охлаждения;
- создание депо металла в питательных муфтах за пределами отливки.

Большое значение для получения качественного литья имеет наличие современного оборудования в лаборатории и индивидуальный подбор формовочных материалов, способных компенсировать усадку различных сплавов металлов. Сегодняшний рынок имеет большое разнообразие паковочных масс. По данным исследования, во всех обследованных лабораториях практически не применялись

гипсовые паковочные массы, поскольку при плавлении современных высокотемпературных сплавов гипс разрушается. Наиболее часто — в 80% случаев используют массы BellavestSH, Degussaoptivest, Z4 Investment, Optivest, Optivestavanti, GilvestHS, которые показывают неплохие результаты. Анализируя ассортимент сплавов, применяемых в обследованных литейных лабораториях, мы выяснили, что российские сплавы — Целлит и КХС уступают по качеству импортным материалам производства Бельгии и Германии: Ceraloy (Бельгия), BeGOWirobondC (Германия), BeGOWiron 99, Biosill (Германия).

Важную роль играет оборудование, на котором проводится процесс литья. В обследуемых лабораториях преимущественно используются следующие печи и литейные установки BeGO "FornaxT" (Германия), BeGO "Fornax 35K" (Германия), Аверон, "УниTERM 50" фирмы СпаркДон (Россия). Главное в оборудовании, по мнению опрошенных в ходе исследования литейщиков, это компактность, эргономичность, возможность получения консультации по вопросам эксплуатации и ремонта, возможность работы с материалами разных производителей. Наиболее распространены центробежные и вакуумные литейные установки. Последние имеют преимущества:

- позволяют полностью сохранить все свойства сплавов;
- гарантируют стабильность отливок, допрессовку залитого сплава в опоку сжатым воздухом под давлением 5 атмосфер;
- снижают на 40% расход металла, что позволяет работать только на чистых сплавах;
- сохраняют стабильность кристаллической решетки до и после отливки, исключают центробежные завихрения;
- исключают перегрев сплава.

Таким образом, согласно проведенному исследованию, качество литья ортопедических конструкций зависит от подготовки и стажа работы зубных техников — литейщиков, умения работать с аппаратурой, знания технологии литейного процесса, использования современных сплавов и вспомогательных материалов.

Техник — литейщик должен тщательно следить, чтобы отходы от различных сплавов, например, отходы от неочищенного тигля от предыдущей плавки нержавеющей стали, не попали в сплав, предназначенный для литья каркасов металлокерамических работ.

Таким образом, на свойства отлитых конструкций существенно влияют даже незначительные изменения состава сплава по содержанию хрома, никеля, кобальта, молибдена, также, как и технологические параметры плавки: температура плавления, время нахождения металла в тигле, материал тигля, геометрия и размеры литейной формы. Для получения качественных литых стоматологических конструкций необходимы сбалансированные стоматологические сплавы и четкое выполнение технологии литья.

Опираясь на литературные данные и результаты собственных исследований, можно выделить наиболее типичные ошибки, возникающих на этапах литья в ортопедической стоматологии.

1. Подбор диаметра литников и расположение объекта литья в кювете.
2. Не отлитые участки литья.
3. Металлические и неметаллические включения.
4. Излом объекта литья.
5. Пористые объекты литья.

## 6. Дефекты на поверхности объектов литья.

### Подбор литников и расположение объекта литья в кювете

При всех способах литья в литейной форме, кроме формы металлической отливки, предусматривается литниковая система, представляющая собой каналы, по которым жидкий металл подводится к отливке. Литниковая система создается путем подвода к восковой детали литникообразующих штифтов.

Толщина литникообразующего штифта должна быть не менее 1,5 мм. Количество литников и их диаметр прямо пропорциональны толщине и протяженности отливочной детали. Однако не рекомендуется использовать литникообразующий штифт диаметром более 3 —мм, т. к. в этом случае расплавленный металл под действием силы тяжести войдет в широкий канал еще до центрифугирования и "забьет" его.

В случае неправильного подбора диаметра литников в литейной форме возникает "концентрация объема", в результате которой образуются усадочные раковины. Для производства литья, свободного от усадочных раковин, важно наличие хорошей связи между системой литников и объектов литья.

Чтобы избежать образования усадочных раковин и уменьшить усадку детали зубного протеза, создают депо металла за пределами детали —так называемые "муфты". Усадочные раковины как бы перемещаются в эти "муфты", так как они дольше всего являются резервуаром расплавленного металла, и застывающая деталь зубного протеза словно втягивает из "муфты" в себя жидкий металл. Несомненно, при этом должна быть предусмотрена правильная последовательность в затвердевании: вначале изделие (деталь зубного протеза), а затем "муфта". В этом большую роль играет правильный режим прогрева формы перед литьем.

Немалую роль для получения качественного литья играет расположение отливаемой детали зубного протеза в литейной кювете. Объект литья должен располагаться на расстоянии 0,8 —,2 см от диаметра кюветы, вне зоны так называемого центра тепла кюветы. Такое расположение объекта литья в кювете обеспечивает начало охлаждения литья именно с отливаемой детали. Зона тепла в кювете располагается по центру объема формовочной массы и в ней расплавленный металл охлаждается в последнюю очередь. В этой зоне должны быть расположены и компенсационные муфты.

Причины нарушения качества литья:

1. заужен литейный канал в зоне перехода от канала к объекту, каналы в 3,5 мм необходимо присоединять непосредственно к объекту;
2. неравномерное моделирование каналов без компенсационной муфты;
- 3.слишком длинные литейные каналы.

### Неотлитые участки литья

Неотлитые участки литья являются результатом:

- малого объема металла;
- низких температур плавления при литье;
- высоких температур плавления при литье;
- большого расстояния между тиглем и полностью формы.

Малый объем металла. Необходимое количество металла рассчитывается с некоторым запасом, чтобы полностью заполнить полость формы, состоящую из объекта

литья и системы каналов (литников). Необходимое количество металла определяется умножением: вес "литникового дерева" на плотность сплава.

Низкие температуры плавления при литье. Следует обязательно учитывать температуру плавления сплавов металлов. Сплавы, применяемые в ортопедической стоматологии, делятся на 3 группы в зависимости от температуры плавления. К первой группе относятся сплавы с точкой плавления до 300 °С. Это легкоплавкие сплавы на основе олова и свинца. Ко второй группе относятся сплавы с точкой плавления до 1100 °С. Это золотые сплавы. К третьей группе, относятся сплавы с точкой плавления выше 1200 °С. Это нержавеющая сталь, хромокобальтовые сплавы и др. Плавление сплавов первой группы осуществляется в металлическом ковшике над пламенем горелки или спиртовки. Для плавления сплавов второй и третьей групп требуется специальная аппаратура (паяльный аппарат, высокочастотная электрическая печь), позволяющая достигать высокой температуры. Широкое распространение получила плавка металлов кислородно —ацетиленовым и пропановым пламенем. Если энергетическая емкость процесса рассчитывается неверно, то сплав будет застывать раньше времени и объект будет отлит с ошибками.

Высокие температуры плавления при литье. Иногда в результате реакции горячего сплава с материалом формы происходит их разложение с образованием газа, который препятствует полному заполнению объекта литья сплавом. При перегреве металла выше точки кипения образуются различные окислы и, как следствие, - шлаковые раковины (неправильной формы раковины с рваными краями). Также существует опасность испарения компонентов сплава (например, цинка).

Большое расстояние между тиглем и полостью формы. Если литейный канал слишком длинный, то происходит потеря энергии плавления. Это приводит к более быстрому застыванию сплава в полости формы и к образованию не отлитых участков объекта.

### **Металлические и неметаллические включения**

В качестве источников включений можно рассматривать тигельные материалы, шлаки, остатки сплавов и масс.

Опасность возникновения включений особенно велика при центробежном литье. При отливе под вакуумным давлением опасность намного ниже, т. к. сплав стекает в полость формы под силой тяжести собственного веса.

Причина дефекта является расплавление сплава в формовочной массе, содержащей графит и фосфат, с образованием пузырьков монооксида и диоксида углерода, который полностью улетучился из сплава. Образование пузырьков происходит по краям объекта.

### **Излом объекта литья**

Излом объекта —разъединение внутри материала, вызванное термическим или механическим давлением.

Различают:

- хрупкие изломы, они возникают без деформации;
- деформационные изломы, они возникают после пластической деформации (жевание пациента).

Во избежание образования трещин необходимо использовать тигельные материалы и формовочные массы, которые не вступают в химическую реакцию со сплавом. Важно: толщина стенок объекта литья должна быть примерно одинаковой.

Оксидные пленки, образующиеся в процессе плавления, могут в процессе литья попасть в поток сплава, а, следовательно, и на объект литья. Они препятствуют полному соединению металла и являются причиной излома объектов. Возможность излома возникает и при неправильном моделировании системы литейных каналов (малый диаметр, большая протяженность). В этом случае объект литья будет иметь хрупкую структуру с усадочными раковинами, который может сломаться под воздействием силы жевания.

### **Пористые объекты литья**

Пористость — скопление пор в объектах. Поры могут быть:

- усадочные (усадочные раковины);
- газовые, вызываются наличием газа.

Отлитые объекты должны иметь свободную от пор структуру для того, чтобы выполнять возложенные на них задачи по коррозионной и силовой стабильности. Газовая и усадочная пористость отличается тем, что газовые поры имеют гладкие стенки и блестящую внутреннюю поверхность. Усадочные поры — шероховатые на вид углубления неправильной формы с ровными краями.

Газовая пористость — внедрение газа в структуру литья. Освободившиеся газы отделяются во время процессов охлаждения и застывания расплава, т. к. их контактность повышается с понижением температуры. Несмотря на то, что при охлаждении большинство газов может улетучиться, на объекте могут остаться частицы газов, которые затем образуют поры внутри структуры объекта. Кроме того, уже во время процесса литья возможно образование газовых раковин на различных участках детали. Они образуются в результате выделения паров вещества из формы вследствие недостаточного удаления воска и влаги при сушке и прокаливании.

### **Дефекты на поверхности объектов литья**

Под ошибками на поверхности литья понимают шероховатость поверхности и металлические наросты. На границе между сплавом и массой в результате слишком высокой температуры литья или высокого металлостатического давления возможно проникновение материалов друг в друга. Проникновение сплава в массу возможно и в других участках, там, где масса недостаточно затвердела. При отливке деталей из нержавеющей стали приходится иногда наблюдать достаточно плотное прилипание облицовочного слоя к металлу. Поэтому при плавлении и литье следует постоянно соблюдать правильный температурный режим в зависимости от типа сплава, а при замешивании огнеупорной массы соблюдать пропорции и время затвердевания.

### **Технология литья несъемных протезов**

Литье - это процесс производства фасонных отливок путем заполнения жидким металлом заранее подготовленных форм, в которых металл затвердевает.

В ортопедической стоматологии требования к точности отлитых конструкций особенно высоки: не менее 0,25% номинала, качество литья определяет успех всего лечения, дает получить зубной протез, отвечающий всем требованиям современной

стоматологии. Высокоточное литье - это не только продукт дорогой литейной установки, не показатель мастерства одного врача, техника или инженера - литейщика. Это целый комплекс спланированных, совместных их действий, опирающихся на строгое соблюдение методики технологического процесса, значение законов физики, химии, биомеханики, материаловедения. Это оснащённость клиники и лаборатории оборудованием и материалами, дающими возможность достичь намеченной цели.

### **Методы литья**

Для получения металлических деталей посредством литья используют следующие методы:

- Метод литья по выплавляемым моделям из моделировочного воска в формах из огнеупорного материала.
- Метод литья по выплавляемым моделям на огнеупорных моделях, помещенных в формы из огнеупорного материала (для бюгельных).

### **Этапы литья**

После создания восковой репродукции зубного протеза современное литье включает следующие этапы:

- Установка литникообразующих штифтов и создание литниковой системы.
- Создание огнеупорного облицовочного слоя.
- Формовка моделей огнеупорной массой в муфеле.
- Выплавление воска.
- Сушка и обжиг формы.
- Плавка сплава.
- Литье сплава.
- Освобождение деталей зубных протезов от огнеупорной массы и литниковой системы.

При литье в ортопедической стоматологии крайне важно предотвратить усадку сплавов и восковых композиций. Все восковые композиции и сплавы металлов при переходе из жидкого состояния в твердое дают усадку. Усадка восковых композиций колеблется от 0,5 до 2% объема, у различных сплавов металлов следующая:

- Нержавеющая сталь дает усадку до 1,25% первоначального объема (до 2,2% у толстостенных изделий).
- Золотые сплавы - до 1,25% (несколько меньше усадка у сплавов золота с платиной).
- Серебряно - палладиевые сплавы - до 2%.

Для уменьшения усадки восковых композиций в них вводят карнаубский и монтанный воска, стараются моделировать детали не из расплавленного воска, а из размягченного. Усадку сплавов компенсируют с помощью специальных компенсационных формовочных масс, имеющих двойной коэффициент расширения:

- расширение в процессе затвердевания - до 1%;
- расширение при нагревании до 0,75% (что свойственно всем телам).

Можно использовать компенсационный лак для покрытия гипсовых штампов. С помощью растворителя можно индивидуально регулировать текучесть, в результате чего образуется равномерная толщина слоя лака и гладкая поверхность. Лак хорошо держится на гипсовых поверхностях. Например, у лака Pico-Fit имеются 4 цвета: серый, зеленый, красный, голубой. Цвета следует комбинировать. Сначала нанести серебряный лак, дать ему просохнуть. Затем наносится



золотой лак. Общая толщина слоя неразбавленного лака около 14 - 20 микрон. Участки помех становятся видимыми благодаря смещению серебряного лака, не повреждая при этом модель. Pico-Fit красный дает хороший контраст на гипсе любого цвета. Толщина слоя у неразбавленного лака 12-15 микрон. Pico-Fit голубой обеспечивает сильный контраст на гипсе большинства цветов. Толщина слоя у неразбавленного лака около 12-15 микрон. Перед нанесением лака отпрепарированную границу можно закрепить секундным клеем Liquicol. За счет этого поверхность будет устойчивой к механическим и термическим нагрузкам. Тонкие участки штампа также сохраняются.

- Чем лучше уравнивается процент усадки восковых композиций и сплавов металлов расширением формовочных масс и компенсационным лаком, тем точнее и качественнее литье.

### Моделирование и установка литникообразующих штифтов, создание литниковой системы

Литниковая система представляет собой каналы, по которым расплавленный металл подводится к восковым деталям зубных протезов. Она создается путем подвода к будущей отливке литникообразующих штифтов, которые могут быть металлические, восковые или металлические, дополненные восковыми. Построение литниковой системы в точном литье по выплавляемым моделям определяется следующими принципами:

- Все участки отливки должны находиться в разных условиях при литье.
  - Все толстостенные участки отливки должны иметь дополнительное депо жидкого металла для устранения усадочных раковин, рыхлости и пористости в металле.
  - К тонким участкам отливок должен быть подведен наиболее горячий металл.
- Общеизвестно, что длина и диаметр литевого канала, его направление и расположение имеют огромное значение для получения качественного литья.

Направление литевых каналов должно соответствовать направлению полого пространства, чтобы расплавленному металлу не приходилось резко менять направление. Расплавленный металл по возможности должен течь от широких участков к тонким. Если деталь имеет несколько толстостенных участков, связанных посредством тонкостенных, то каждый толстостенный участок должен иметь свой литевой канал. Толщина литевого канала колеблется от 1,5 мм до 3-4 мм и прямо пропорциональна толщине и протяженности детали зубного протеза. Когда приходится отливать сразу много деталей приблизительно одного и того же объема, штифты устанавливают следующим образом: на центральный металлический штифт диаметром 3-4 мм в разных направлениях "елочкой" приклеивают восковые штифты диаметром 1,5-2 мм и длиной 0,5 см, затем к каждому восковому штифту подводят смоделированную деталь и слабо разогретым шпателем, расплавляя воск штифта (а не модели), приклеивают к восковому штифту.

Восковые штифты устанавливают в случае литья на огнеупорных моделях и в дополнение к металлическим штифтам; эти штифты удобны тем, что они могут быть подведены к любому участку детали и под любым углом, в то время как металлический штифт в эти участки подвести нельзя из-за невозможности его удаления перед отливкой из затвердевшей формовочной массы. Если отливают деталь сложной конфигурации, разнотолщинную по протяженности (каркасы бюгельных протезов), то восковые литникообразующие штифты устанавливают не прямые, а несколько закругленные. Такое расположение литников препятствует деформации отливаемой детали при затвердевании металла и охлаждении кюветы.

*Нанесение огнеупорного облицовочного слоя.* Литейные формы изготавливают из формовочных смесей, в состав которых входят гипс, огнеупорные (маршаллит, корунд, кварц) и связующие вещества, или специальные огнеупорные массы.

Формы в точном литье делают двухслойными. Внутренний слой формы называется облицовочным. Он непосредственно соприкасается с расплавленным металлом, поэтому к нему предъявляются жесткие требования: он должен быть высокоогнеупорным, прочным, газопроницаемым и точно копировать модель.

Назначение наружной части формы - упрочить облицовочный слой, но требования к ней предъявляются аналогичные: газопроницаемость, прочность, огнеупорность.

Все облицовочные материалы в точном литье по выплавляемым моделям состоят из порошка - наполнителя и жидкости - связующего компонента.

В качестве наполнителя для облицовочного слоя формы применяют огнеупорные материалы, представляющие собой мелкодисперсный порошок (огнеупорность не менее 1580 °С):

- маршаллит (мелкий помол природного кварцита SiO или чистого кварцевого песка);
- корунд (окись алюминия);
- электрокорунд;
- плавленный кварц.

Все вышперечисленные материалы не обладают пластичностью, поэтому в состав облицовочных масс вводят связующие компоненты - высокомолекулярные кремнистые соединения этилсиликат и жидкое стекло.

Этилсиликат - сложное кремнийорганическое соединение. Смешанное наполнителем, оно покрывает модель тонкой эластичной пленкой, которая после высыхания приобретает необходимую механическую прочность и высокую огнеупорность при весьма чистой поверхности.

Жидкое стекло состоит из окисей щелочных металлов и кремнезема с содержанием последнего 28% - 34%.

Раствор составляют в следующих объёмных соотношениях: жидкого стекла - 32%, 7% - го раствора соляной кислоты - 8%, дистиллированной воды - 60%. Выпавшая творожистая масса постепенно сама растворяется в течение 24 часов.

Составы облицовочного слоя со связующим компонентом на основе этилсилката:

- Облицовочный слой со связующим этилсиликатом, растворенным в спирте: 1 часть гидролизованного этилсилката, 2 части маршаллита;
- Облицовочный слой со связующим этилсиликатом, растворенным в ацетоне: 30% этилсилката, 70% маршаллита.

Процесс изготовления облицовочного слоя состоит в следующем. Техник берет рукой модель за литниковую систему и погружает в сосуд с подготовленной смесью наполнителя и связующего вещества. Для нанесения первого слоя блок погружают в сосуд 3-6 раз. После последнего погружения излишкам смеси дают стечь с блока, для чего его поворачивают над сосудом. Смесь должна равномерно покрывать все участки деталей. Как только излишек массы стечет с моделей, быстро и аккуратно обсыпают

модель сухим кварцевым песком для того, чтобы закрепить нанесенную облицовку и предупредить ее стекание с отдельных участков.

Сушка облицовочного слоя проводится при температуре 20 - 22 С в течение 1,5 - 2 часов или под слегка нагретой воздушной струей в течение 40-50 мин.

В настоящее время предложены тонкие облицовочные массы (например, "Виропайнт Плюс" от БЕГО), обеспечивающие очень гладкую, свободную от пузырьков поверхность отливки. Пока облицовочный слой не начал подсыхать, модель незамедлительно пакуется.

#### Формовка модели огнеупорной массой в муфеле

Подготовку в формовке и формовку ведут в следующем порядке:

- установка облицовочных моделей на подопочный конус;
- подбор литейной кюветы (опоки);
- укрепление кюветы на конусе;
- заливка формовочными смесями.

Форма конуса играет большую роль в процессе литья. Размер конуса определяет размер образуемой воронки, где плавится металл. Невысокий конус, равно как и высокий, приводят к получению детали с недоливами или ухудшенной структурой.

В получении качественного литья важную роль играет расположение отливаемой детали в литейной кювете. Отливаемая деталь должна располагаться вне зоны так называемого центра тепла кюветы. Такое расположение обеспечивает начало охлаждения литья именно с отливаемой детали. Таким образом, правильному подбору кюветы следует уделять большое внимание.

Кювету с подопочным конусом и укрепленной на нем деталью устанавливают на вибростол и заполняют на всю высоту формовочной массой.

В настоящее время широкое распространение получило литье на огнеупорных моделях.

#### Выплавление воска

После того, как формовочная масса затвердеет, кювету освобождают от подопочного конуса. Выплавка воска проводится в муфельных печах при начальной температуре 40-60 °С, которая медленно, в течение часа поднимается до 100-150 °С. Муфели не должны касаться стенок печи. При этом воск расплавляется и вытекает.

#### Сушка и обжиг литейной формы

Так как форма содержит влагу, то процессу обжига предшествует сушка. Ее следует проводить медленно при температуре 100-150 °С. После этого температуру муфельной печи постепенно в течение 2 часов доводят до 800-850 °С, проводя обжиг формы. Обжиг необходим для выжигания остатков воска, повышения газопроницаемости формы, получения необходимого теплового расширения формы и создания высокой температуры внутри формы и литниковой системы, а также для лучшей текучести металла и заполнения тонкостенных участков формы. Обжиг формы ведут до тех пор, пока стенки литниковых каналов не станут красными.

#### Плавление сплавов металлов

Сплавы, применяемые в ортопедической стоматологии, можно разделить на три группы в зависимости от температуры плавления:

- Сплавы с температурой плавления до 3000 °С (легкоплавкие сплавы на основе олова).
- Сплавы с температурой плавления до 1100 °С (сплавы на основе золота).
- Сплавы с температурой плавления выше 1200 °С (нержавеющая сталь, КХС и др.).

Плавление сплавов первой группы осуществляется в металлическом ковшике над пламенем спиртовки или газовой горелки. Для плавления сплавов второй и третьей групп требуется специальная аппаратура (например, высокочастотная печь), позволяющая достигать высокой температуры. Принцип работы высокочастотной печи - индукционный нагрев металла токами высокой частоты. Расплавляемый металл помещается в электромагнитное высокочастотное поле индуктора. При этом в слитке металла индуцируются переменные токи высокой частоты. В связи с большой плотностью индуцированных токов на поверхности слитка происходит быстрый нагрев и расплавление металла.

Инфракрасная система температурного контроля, которой снабжено большинство современных литейных аппаратов, поддерживает температуру, близкую к точке плавления сплава и обеспечивает тем самым равномерное прогревание заготовки. После установки прогретого тигля инфракрасная система переключается на максимальную температуру. Температура литья достигается в течение нескольких секунд. Таким способом обеспечивается предельно короткое время перед литьем.

#### Литье сплавов металлов

Литье может производиться как в специальных литейных аппаратах, так и в аппаратах, сочетающих плавку и литье металла.

Для того, чтобы металл заполнил полость формы, образовавшейся после выплавления воска, следует создать давление на металл. В зависимости от характера получаемого давления на металл различают следующие методы литья:

- Литье под давлением и центробежное литье.
- Вакуумное литье.

Литье под давлением и центробежное литье основаны на создании давления на металл извне. Это литье дает более плотные отливки. При вакуумном литье сплав стекает в плоскость формы под силой тяжести собственного веса, исключая пористость, недоливы и усадочные раковины.

#### Извлечение отлитых деталей из огнеупорной массы и литниковой системы

После завершения процесса литья опоку охлаждают на воздухе. При литье деталей из нержавеющей стали зачастую наблюдается достаточно плотное прилипание облицовочного слоя к металлу. Для очистки деталей используют раствор кислоты или щелочи, или прибегают к очистке с помощью ультразвука в специальной ванне или пескоструйного аппарата с высоким давлением.

Обработку начинают с удаления литников. У стальных и хромокобальтовых деталей это производится на моторе карборундовым диском. Обработку золотых деталей ведут очень осторожно, литники обрезают надфилем или борами, ими же ведут и обработку металла.

## Список литературы

1. Абдурахманов А.И., Курбанов О.Р. Материалы и технологии в ортопедической стоматологии. – М.: Медицина, 2008.
2. Бремер, В. Искусственный протез отображение природы [Текст]/ В. Бремер // Зубной техник. –. –№3. –С. 6-10.
3. Бусыгина, О.А. Работы зубных техников —литейщиков [Текст] / О.А. Бусыгина, Д.К. Насонова, Д.И. Гоголева // Зубной техник –. –№1. –С. 32.
4. Варнавский, С.В. Аверон –литейщикам. 2006: что нового?[Текст] /С.В. Варнавский, Ю.В. Волченко // Зубной техник. –. –№6. –С. 53-54.
5. Гарамов, Л.В. Сплавы металлов в современной стоматологии. Никель-хромовые сплавы для металлокерамики [Текст] / Л.В. Гарамов// Зубной техник. –. –№2. –С. 66-69.
6. Зотов, В.М. Литейное дело в зуботехническом производстве [Текст] / В.М. Зотов, В.П. Потапов, В. А. Пряников // Зубной техник. –. –№1. – С. 22-25.
7. Лебеденко, А.И. Зуботехнические особенности изготовления металлокерамических зубных протезов на каркасах из золото-платинового сплава ПЛАГОДЕНТ («Супер-КМ») / А.И. Лебеденко, Г.С. Степанов, В.А. Парунов, А.В. Дубова, И.В. Золотницкий, В.В. Васекин// Зубной техник. –. –№3. –С. 36-38.
8. Модестов, А.А. Титан –материал для современной стоматологии [Текст]/ А.А. Модестов // Зубной техник. –. –№3. –С. 43-4
9. Нейринк, П. Роль паковочных масс и условия работы с ними [Текст]/ П. Нейринк// Зубной техник. –. –№3. –С. 12-13.
10. Расулов М.М., Ибрагимов Т.И., Лебеденко И.Ю. Зубопротезная техника. М.: «ГЕОТАР-Медиа». – 2010. 384 с.
11. Рогожников, Г.И. Сплавы титана в ортопедической стоматологии [Текст]/ Г.И. Рогожников, М.Б. Немиовский и др. –Пермь.: Книга, 1991. – 192 с.
12. Савин, И.Н. Как выбрать литейную установку?[Текст]/ И.Н. Савин // Зубной техник. –. –№3. –С. 36-37.
13. Скоков, А.Д. Сплавы в ортопедической стоматологии [Текст]/ А.Д. Скоков // Новое в стоматологии. Для зубных техников. –. №1. –С. 28-39.
14. Флейшер, Г.М. Технические характеристики литейных установок отечественного производства [Текст]/ Г.М. Флейшер// Зубной техник. 2003. –№3. –С. 41-42.
15. Шишкин, А.А. Металлы и их свойства [Текст]/ А.А. Шишкин// Зубной техник. –. –№3. –С. 16-17.
16. Щербаков, А.С. Ортопедическая стоматология [Текст]/ А.С. Щербаков, Е.И. Гаврилов, В.Н. Трезубов, Е.Н. Жулев. –С.-Пб.: ИКФ Фолиант, 1998.–576 с.

17. Grynfas,S. Новый вид смешивания гипса и паковочных масс с помощью приборов TWISTER[Текст]/S. Grynfas// Зубной техник. 2004. –№4. –С. 76-78.

### Содержание

Введение .....	..3
Литье в ортопедической стоматологии .....	...4
История зубопротезного литья.....	....5
Металлы, используемые в процессе литья сплавов металлов.....	...6
Формовочные материалы.....	...13
Воски, применяемые на этапах литья сплавов металлов.....	... 15
Оборудование, используемое в процессе литья ортопедических конструкций.....	.16
Муфельные печи.....	.17
Литейные установки .....	...18
Ошибки на этапах литья ортопедических конструкций.....	...19
Подбор литников и расположение объекта литья в кювете.....	...21
Неотлитые участки литья.....	...21
Металлические и неметаллические включения.....	...22
Излом объекта литья.....	...22
Пористые объекты литья.....	...23
Дефекты на поверхности объектов литья.....	...23
Технология литья несъемных протезов .....	...23
Методы литья.....	...24
Этапы литья.....	...24
Список литературы .....	...29
Содержание.....	...30