

# **Использование сверхэластичных материалов с памятью формы в ортопедической стоматологии и ортодонтии**

**Молчанов Н.А. ([molchanovs72@mail.ru](mailto:molchanovs72@mail.ru))**

**НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы, г. Томск**

За последние годы в ортодонтии выделилось новое направление аппаратного лечения с использованием сверхэластичных материалов с памятью формы. Теоретической основой для этого послужили научные достижения российских ученых фундаментального и прикладного характера, установивших, что ткани организма и других биологических систем обладают высокими сверхэластичными свойствами: способны не разрушаться при значительных деформациях в условиях многократных нагрузжений и вибраций, восстанавливать исходную структуру и проявлять эффект памяти формы.

Применение в ортодонтии нового класса биосовместимых медицинских материалов позволяет достигнуть постоянного дозированного давления на зубочелюстную систему, способствующее эффективной перестройке тканевых структур.

Принципиально новым подходом в разработке ортодонтических конструкций является метод литья никелида титана, благодаря которому появилась возможность изготовления биомеханически совместимых с тканями организма аппаратов, состоящих полностью из сверхэластичного материала. Также имеется возможность изготовления лечебных конструкций из сплавов на основе никелида титана с различными свойствами отдельных литых частей, что достигается с помощью локального отжига и позволяет аппарату в процессе функционирования подстраиваться под изменившиеся соотношения элементов челюстей. Передача силового воздействия через литые базисы конструкции на слизистую оболочку альвеолярных отростков происходит на большую площадь, чем в традиционных аппаратах, с подключением средне и хорошо

податливых тканей, что устраняет очаги локальной концентрации давления на челюсть. Отсутствие замковых приспособлений и тонкая литая базисная часть (0,3-0,5 мм) практически не нарушают физиологической деятельности языка и способствуют быстрой адаптации к данному классу аппаратов.

Процесс изготовления литых ортодонтических конструкций из сплавов на основе никелида титана включает предварительное формирование проволочных действующих элементов, которое осуществляется с помощью специального аппарата БП-01, преобразующего электрическую энергию в тепловую. В комплект аппарата входят электроды, выполненные в виде напалечников и карандашей с разветвленной рабочей частью, позволяющие осуществлять моделирование различных проволочных элементов из никелида титана непосредственно на реконструированной модели челюсти, что значительно упрощает технологию изготовления и повышает точность конструкции. Готовые проволочные действующие элементы устанавливаются на огнеупорной модели в восковой базис, моделируют фиксирующие приспособления и переводят восковую композицию методом литья в металл. Этапы изготовления конструкции кроме общепринятых в стоматологии включают химическую полировку в смеси кислот и механотермическую обработку.

В ортодонтии сплавы на основе никелида титана применяются для изготовления механических, функциональных и комбинированных типов аппаратов. Эффективность функционально-действующих конструкций с памятью формы продемонстрирована многолетним опытом использования регуляторов функций Френкля в Клинике дентальной имплантологии НИИ ММ (г. Томск). Сверхэластичное действие конструкции благоприятно сказывается на перестройке тканей зубочелюстной системы, увеличивает амплитуду движений нижней челюсти, позволяя последней амортизировать в конструктивном прикусе, что значительно уменьшает вероятность развития осложнений со стороны височно-нижнечелюстного сустава, и способствует более быстрой адаптации к аппарату. Преформирование проволочных

элементов функционально-действующих конструкций осуществляется при помощи аппарата БП-01 с электродами, представленными краптонными щипцами. С помощью данной технологии возможно изготовление всего спектра ортодонтических проволочных элементов с памятью формы, использующихся в съемных конструкциях. Наиболее перспективными действующими элементами из сплавов на основе никелида титана являются элементы, выполненные в виде скрученных проволок, позволяющих при сохранении механической прочности значительно снизить нагрузку на перемещаемые ткани и приблизить по действию механические аппараты к функциональным. Снижение постоянного напряжения, сообщаемого перемещаемым тканям в процессе лечения, является благоприятным фактором остеогенеза, способствующее уменьшению вероятности рецидива зубочелюстной аномалии и ускорению сроков активного лечения.

В НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (г.Томск) разработана специальная наноструктурная ортодонтическая нить из сплава на основе никелида титана диаметром менее 80 мкм. Для создания напряжений на перемещаемые ткани в конструкции аппарата используется деформация нити в условиях растяжения. Использование нити позволило максимально применять на практике возможности сплавов на основе никелида титана. Работу преобразующего элемента в виде ортонити можно представить на диаграмме. Отличие поведения элемента при изотермических и адиабатических условиях минимальны, а диаметр ортонити позволяет минимизировать объем конструкции и тем самым снизить зависимость от перепада температуры в полости рта. В предлагаемой ортодонтической системе можно создавать однородные напряжения более оптимально, чем при использовании деформации изгибом. В зависимости от целей терапии, могут быть задействованы одна и более ортонитей, располагающиеся на разных поверхностях зубов и влияя на зубы в трех взаимоперпендикулярных плоскостях.

Сверхэластичная ортонить позволяет создать принципиально иные подходы и условия для функционирования ортодонтических преобразующих систем, позволяет решить многие проблемы связанные с управлением процессом лечения. И в тоже время, при появлении новых возможностей в терапии зубочелюстных аномалий и деформаций проблема дозирования лечебных аппаратов не становится менее серьезной, а выводится на качественно иной уровень и требует более глубокого понимания.

Дальнейшее развитие ортодонтии и в частности нового направления в лечении, с использованием сверхэластичных материалов с памятью формы, по нашему мнению, должно быть направлено на исследование поведения тканей организма и разработку стратегии в области создания биосовместимых материалов с новыми свойствами, а также разработку лечебных конструкций, проявляющих аналогичные с тканями реакцию на воздействие внешней среды и учитывающих индивидуальность каждого пациента.

Другим перспективным направлением использования сверхэластичных материалов с памятью формы в стоматологии является бюгельное протезирование. Бюгельные конструкции относятся к наиболее эффективным средствам устранения чрезмерного нагружения опорных тканей при дистально неограниченных и обширных включенных дефектах зубных рядов. Они опираются на биологически различные структуры: периодонт и десну, и вследствие этого должны компенсировать потенциальные различия в восприятии нагрузки тканями, способствуя сохранению их нормального состояния. Существует два подхода к решению вопроса о способах устранения функциональной перегрузки опорных структур. Одни авторы считают необходимым относиться более бережно к слизистой оболочке и костной основе, чем к пародонту опорных зубов и рекомендуют жесткое соединение фиксирующих элементов с базисами протезов. В значительном проценте случаев приспособительная реакция организма на действие таких бюгельных конструкций выражается в увеличении экскурсий опорных зубов, их погружении в альвеолу и интенсивной убыли костной ткани под дистальным

концом базиса протеза. Другие исследователи предлагают добиваться устранения травматической перегрузки пародонта опорных зубов и слизистой оболочки альвеолярного отростка путем использования протезов с пружинящим соединением кламмеров. Однако, пружинящие рычаги можно готовить только из проволоки, литые элементы для этих целей мало пригодны в связи с недостаточными пружинящими свойствами. Кроме этого, необходим индивидуальный расчет большого количества параметров соединительной части и учет биологических величин (податливость слизистой оболочки, микроэкскурсии зуба, величина клинической коронки зуба и др.). Предусмотреть все многообразие вариаций не представляется возможным, поэтому при пружинящем соединении возникают ошибки.

Одним из основных факторов, от которых зависит эффективность бюгельных конструкций, являются физико-механические характеристики используемых сплавов. В большинстве случаев для изготовления каркасов литых протезов применяются золото-платиновые и кобальт-хромовые сплавы, характеризующиеся малой величиной эластичной деформации. Данное обстоятельство вынуждает изготавливать каркас протеза жестким, способным противостоять жевательным силам. В противном случае конструкция подвергается пластической деформации и оказывает патологическое действие на ткани протезного ложа. Жесткость соединительных элементов протезов способствует передаче возникающих в процессе функционирования конструкции напряжений с базиса одной стороны челюсти на базис другой. Особенно негативное влияние на опорные ткани несут трансверзальные силы, направленные под углом к длинной оси зуба и альвеолярному отростку. Наибольшее давление падает на ткани под протезом в местах, где непосредственно обрабатывается пища. Нагрузка воспринимается главным образом малоподатливыми тканями, а средне и хорошо податливые ткани нагрузку не воспринимают, возникает локальная концентрация жевательного давления в определенных точках, способствующая ускорению процессов рассасывания костной ткани альвеолярных отростков. Малая эластичность

кляммеров приводит к травматическим напряжениям в периодонте опорных зубов при введении и выведении протезов, а предварительное напряжение литых кляммеров способствует возникновению патологических напряжений в покое.

Принципиально по-новому решить проблемы бюгельного протезирования, связанные с использованием традиционных материалов, позволяют сплавы никелида титана. В сверхэластичных конструкциях из TiNi равномерность распределения нагрузки между опорными тканями и под базисом протеза достигается за счет свойства никелида титана гасить передающуюся ему нагрузку подобно тканям организма. Поведение фиксирующих элементов позволяет устранить травматические напряжения в периодонте опорных зубов при введении выведении протеза. Отсутствие макросдвигов на поверхности соприкосновения конструкции с опорными тканями предотвращает появление воспалительной реакции и способствует распределению жевательной нагрузки не только на малоподатливые ткани, но и на средне и хорошо податливые, увеличивая тем самым площадь опорных структур. Изготовление каркасов бюгельных протезов из литейного сплава никелида титана возможно с различной температурой формовосстановления его отдельных частей. Наиболее целесообразным является изготовление связующих элементов конструкции с температурой формовосстановления выше температуры полости рта, что в процессе функционирования допускает незначительный недовозврат до первоначальной формы конструкции, позволяющей протезу подстраиваться под изменившиеся соотношения элементов челюстей, уменьшая нефункциональные напряжения на опорные ткани. Фиксирующие элементы изготавливаются из сплава никелида титана с температурой восстановления формы, соответствующей сплаву ТН-10 (+10 ÷ 35 °С), позволяющей осуществлять надежную фиксацию протеза. Способ получения цельнолитых конструкций из никелида титана с различными заданными свойствами отдельных ее частей заключается в изготовлении методом литья протезов со

свойствами сплава ТН-20 и дальнейшем отжиге фиксирующих приспособлений до свойств сплава ТН-10.

Учитывая внешний вид в бюгельных конструкциях предпочтительны фиксаторы типа аттачмена. Однако, известные аттачмены, изготовленные из традиционных материалов, не решают основную проблему съемных протезов - устранение функциональной перегрузки опорных тканей. Базис протеза в комбинированных конструкциях является рычагом для опорных зубов, которые воспринимают нефункциональную нагрузку.

Новые сверхэластичные медицинские материалы позволили разработать принципиально новый подход к решению проблемы создания аттачменов. Новый подход заключается в том, что для конструирования замковых фиксаторов используются сплавы со свойствами близкими по поведению к тканям организма. Составные части предлагаемого аттачмена выполняются литыми из сверхэластичного сплава никелида титана. Распределение жевательного давления между опорными тканями происходит автоматически, за счет эластичных микродвижений, совершаемых им в процессе функционирования, что позволяет компенсировать разницу в физиологической подвижности опорных зубов и податливости слизистой оболочки альвеолярного отростка. Противоположное распределение фиксирующих выступов аттачмена создает взаимокомпенсирующие моменты сил и способствует перераспределению нагрузки на опорный зуб соответственно его длинной оси. Цельнолитой аттачмен характеризуется высокими гигиеническими свойствами по причине отсутствия ретенционных пунктов для задержки пищи.

Эффективно использование сверхэластичных материалов в челюстном протезировании. Современные традиционные материалы для создания ортопедических конструкций не в полной мере отвечают предъявляемым биомеханическим требованиям. Одной из основных проблем использования традиционных замещающих конструкций является определенная жесткость базисной и фиксирующей частей, предупреждающая пластическую

деформацию отдельных элементов протеза. При таком протезировании не создаются биомеханические условия для гармоничного функционирования лечебной системы, т.к. обратимая деформация традиционно используемых для изготовления челюстных конструкций материалов не превышает 0,3 %. Поэтому в процессе функционирования конструкции возникает значительная перегрузка опорных тканей уже на начальном этапе использования, приводящая к потере опорных зубов и патологическим изменениям в подлежащих структурах.

В НИИ медицинских материалов и имплантатов с памятью формы (г.Томск) предложен новый подход к конструированию замещающих зубочелюстных протезов, основанный на сверхэластичной гистерезисной взаимосвязи отдельных частей протеза. Для создания динамичных частей конструкции используются проволочные или литые элементы из сплавов на основе никелида титана. В области опорных зубов здоровой челюсти создают фиксирующую двустороннюю связь, исключая контакт базисной части с зубами. Базисную часть конструкции изготавливают с динамичным проволочным соединением, расположенным в области границы резекции. Для создания герметичности протеза проволочные элементы базисной части «запечатывают» полимерным материалом. Обтурирующую часть конструкции изготавливают из двух частей: базисной и подглазничной. Соединение осуществляют проволочными сверхэластичными элементами.

За период с 2000 по 2006 гг. в стоматологической клинике НИИММ (г.Томск) проведено протезирование 37 пациентов с субтотальными и тотальными изъянами правой или левой верхней челюсти и 3 пациентов с тотальными изъянами обеих верхних челюстей. Результаты практического внедрения сверхэластичных челюстных замещающих протезов верхней челюсти позволяют сделать следующие выводы: перераспределение воспринимаемого давления в сверхэластичных конструкциях возможно на большую площадь опорных тканей; применение сверхэластичных фиксирующих элементов на стороне резекции позволяет использовать

выраженные зоны поднутрений (до 10 мм и более) и тем самым создавать условия для адекватной фиксации протеза практически в любой клинической ситуации.

Таким образом, предлагаемая технология протезирования позволяет улучшить качество жизни данной категории больных, восстановив анатомо-функциональные возможности зубочелюстного аппарата. Использование сверхэластичных сплавов на основе никелида титана в сложных протезных конструкциях значительно расширяет возможности ортопедической реабилитации пациентов после субтотальных и тотальных резекций верхней челюсти и улучшает прогноз состояния опорных тканей в процессе пользования зубочелюстными протезами.