Полимерные материалы находят все более широкое применение в медицине [1]. Это обусловлено бурным развитием современной медицины и рядом уникальных свойств полимерных материалов [2, 3]. Одним из примеров успешного симбиоза современной стоматологии и полимерного материаловедения является разработка зубочелюстного тренажера [4]. Актуальность. Главной проблемой в стоматологии является сохранение структуры тканей жевательного аппарата. Однако изучение функциональной морфологии черепа человека позволило выявить основную тенденцию его эволюции – постепенную редукцию размеров жевательного аппарата, что объясняется уменьшением воздействия на него механических (жевательных) нагрузок. Быстрый рост научно-технического прогресса в последние столетия резко уменьшил жевательные нагрузки вследствие искусственной обработки и измельчения пищи. Это привело к дефициту жевательной нагрузки, вызывающей гипофункцию не только жевательного аппарата, но и других структур зубочелюстной системы, снижая их устойчивость к стоматологическим заболеваниям [4-6]. В связи с этим необходим поиск и создание новых средств гнатодинамотренинга с включением биологически обратной связи для индивидуального подбора дополнительных механических нагрузок [7-9]. Решением данной проблемы является разработка и формирование новых направлений функциональной профилактики стоматологических заболеваний [10, 11]. С целью восполнения дефицита жевательной нагрузки, коллективом авторов было разработано и апробировано новое устройство – зубочелюстной тренажер (ЗЧТ). Работы по разработке и изготовлению ЗЧТ проведены на базе кафедры технологического оборудования медицинской и легкой промышленности Казанского национального исследовательского технологического университета. Разработка. В ходе отработки технологии изготовления опытного образца ЗЧТ были выполнены следующие этапы: подбор полимерного композиционного материала для изготовления зубочелюстного тренажера, разработка конструкции с учетом анатомических особенностей строения зубов, выбор параметров технологического процесса производства. Для изготовления образца ЗЧТ были подобраны размеры исходя из средних размеров зубов взрослого человека. Конструкция модельного образца выбрана в виде параллелепипеда высотой 16 мм и шириной 12 мм, который в поперечном сечении имеет Н – образную форму за счет наличия в изделии по вертикальной оси параллельных прямоугольных прорезей, глубина которых составляет 4мм, ширина 6 мм. Рис. 1 - Конструктивная схема зубочелюстного тренажера

Подбор резиновой смеси осуществляли исходя из того, что она должна обладать высоким комплексом физико-механических свойств, и быть рекомендованной для изготовления изделий медицинского назначения [12]. При подборе исходного материала была выбрана силиконовая резина марки ИР-21, изготовленной согласно ТУ 38.10321-77. Состав резиновой смеси приведен в табл.1. Таблица 1 - Состав резиновой

смеси марки ИР-21 Ингредиенты масс.ч Каучук СКТВ-1 100 Белая сажа У-333 40-45 Белила цинковые 0,5 Паста перекиси бензоила 3-4 Параметры вулканизации были выбраны исходя из рекомендаций производителя сырой резиновой смеси – ОАО «Казанский завод СК». В результате параметры вулканизации были следующие: 1 стадия – формование и вулканизация в прессе 15 мин при температуре 120°C, вулканизация в термошкафе 180 мин при температуре 200°C. С учетом выбранного материала была разработана и изготовлена пресс-форма (рис 2). Рис. 2 - Элемент пресс-формы зубочелюстного тренажера Изделие изготавливали путем компрессионного прессования и вулканизации сырой резины непосредственно на прессе в специально изготовленной пресс-форме. Апробация. Клиническая апробация зубочелюстного тренажера проведена с использованием электромиографии жевательных мышц. В исследованиях приняли участие 25 человек (мужчин – 10, женщин – 15) в возрасте 18-35 лет. При ЭМГ-исследованиях объектом являлся нервно-мышечный аппарат собственно жевательных мышц (рис. 3). В ходе исследования нас интересовало состояние биопотенциалов собственно жевательных мышц у лиц с интактным пародонтом во время проведения зубочелюстного тренинга (использования ЗЧТ). Для регистрации амплитуды электрических потенциалов жевательных мышц использовали интерференционный (поверхностный) метод электромиографии с помощью электромиографа «Нейромиан» фирмы «Медиком» (Россия). Данный аппарат обеспечивает беспроводную связь паттерн-стимулятора, ПДУ нейромиографа, педального переключателя и кнопки пациента с блоком пациента нейромиографа. Рис. 3 - Собственно жевательная мышца (m.masseter) Электромиографическую активность жевательных мышц регистрировали одновременно с двух сторон с использованием поверхностных электродов, которые фиксировали в области моторных точек исследуемых жевательных мышц на обезжиренную кожу (рис. 4). Рис. 4 - Фиксация электродов в области моторных точек правой и левой собственно жевательных мышц ЭМГ-активность регистрировалась: 1) в покое; 2) при максимальном произвольном сжатии зубов в центральной окклюзии в течение 5 секунд; 3) при использовании зубочелюстного тренажера в течение 1 мин. Фоновая активность в покое составила $325,40 \pm 8,11$ мкВ, что характеризует тоническую активность мышц, направленную на удержание нижней челюсти в горизонтальном положении (табл. 2). Таблица 2 - Показатели электромиографии жевательных мышц

Параметры	Режимы регистрации ЭМГ	Физиологический покой	Максимальное сжатие зубов	Зубочелюстной тренинг
Амплитуда показателей ЭМГ (мкВ)		$325,40 \pm 8,11$	$399,32 \pm 7,21$	$586,82 \pm 8,03$
		r1-p20,01; r1-p30,001; r2-p30,01		

Внешний вид электромиограммы в зависимости от состояния жевательных мышц представлен на рис.5. В состоянии покоя мышца не генерирует потенциалов действия, поэтому электромиограмма расслабленной мышцы имеет вид изоэлектрической линии (рис. 5а). При максимальном сжатии зубных рядов в положении

центральной окклюзии амплитуда биопотенциалов жевательных мышц была одинакова с обеих сторон (рис. 5б) и составила $399,32 \pm 7,21$ мкВ. При использовании ЗЧТ амплитуда биопотенциалов жевательных мышц (рис. 5в) составила $586,82 \pm 8,03$ мкВ. При сравнении полученных показателей амплитуд электромиограмм различных режимов их регистрации установлено статистически значимые различия во всех случаях ($p < 0,01 - 0,001$). Таким образом, зубочелюстной тренинг вызывает наибольшее усиление амплитуды биопотенциалов жевательных мышц. Следовательно, зубочелюстной тренинг, оказывая функциональное воздействие на зубочелюстную систему, является наиболее оптимальным методом усиления нейромышечной активности жевательных мышц, а также регионарного сосудистого тонуса, что косвенно свидетельствует о получении зубочелюстной системой адекватных механических нагрузок, необходимых для нормального функционирования всех ее звеньев. а б в Рис. 5 - Вид электромиограммы: а - при физиологическом покое, б - при максимальном сжатии зубов, в - при использовании зубочелюстного тренажера Выводы Разработан и изготовлен опытный образец зубочелюстного тренажера, соответствующий по своим физико-механическим и эксплуатационным характеристикам оптимальному режиму проведения зубочелюстного тренинга (гнатодинамотренинг). Проведена медицинская апробация использования разработанного изделия и получены доказательства его эффективности для обозначенных целей. По результатам работ подана заявка на патент № 2012111063 от 22.03.2012 г.