

и аппроксимирующими функциями. Остальные описывают дрейф амплитуд. Неотрицательное число α показывает относительную важность слагаемых. Стандартный путь дифференцирования невязки по дрейфующим параметрам и последующее приравнение производных нулю приводит к составлению системы линейных алгебраических уравнений, методы решения которых хорошо известны.

Данный метод был применен к анализу слов, состоящих из повторяющихся несколько раз одинаковых слогов (мультислогов), в которых были использованы согласные Л,М,Н и гласные А,О,У,Э,Ы во всех возможных их комбинациях – всего 15 вариантов. Оказалось, что для разрезания кривой звуковой на фрагменты, соответствующие каждому из звуков слога, выгоднее всего использовать не те моды, которые имеют максимальный уровень амплитуды, а, наоборот – те, которые для одного из звуков имеют амплитуду, практически равную нулю, а для другого звука – заметно отличающуюся от нуля, но вовсе не обязательно – максимальную. Так, для мультислога ЛАЛАЛАЛА удачнее всего подходит моды N 6 и 7, для мультислога МАМАМАМА – подходят моды 3, 4, 5, 6, 7. Для мультислога МЫМЫМЫМЫ нужно использовать моды N 7 и 11 и т. д. Разрезание мультислога на отдельные звуки позволяет создавать динамические базы данных по амплитудам разных мод.

Литература

1. Митянок В.В. *Метод аппроксимации для нахождения числовых характеристик некоторых низкочастотных звуков человеческой речи* //Электронный журнал «Техническая акустика», <<http://www.ejta.org>>, 2008, 15.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ ВЕРХНЕЙ ЧЕЛЮСТИ

Г. И. МИХАСЕВ, С. М. БОСЯКОВ (Минск, Беларусь)

Из всех пороков развития лица и челюсти врожденные расщелины верхней губы и неба занимают ведущее место, причем особую проблему представляет лечение этих аномалий у взрослых пациентов [1]. Для лечения сужения верхней челюсти используют комплексный подход, одной из составляющих которого является ортодонтическое лечение (быстрое верхнечелюстное расширение). Для расширения и сужения зубной дуги, перемещений и поворотов зубов используются различные типы ортодонтических аппаратов. При их проектировании одной из основных задач стоматолога является разработка такой конструкции аппарата, которая позволит осуществить безболезненное перемещение и поворот зуба. В связи с этим практически востребованным является расчет усилий и моментов сил, действующих на корень зуба со стороны стержня. В настоящей работе представлены результаты моделирования перемещения стержня ортодонтического аппарата и определения возникающих при этом внутренних силовых факторов. Расчетная схема ортодонтического аппарата показана на рис. 1.

Будем считать, что точка А (совпадающая с началом координат системы $OXYZ$), в которой стержень прикреплен к пластинке ортодонтического аппарата, при раскручивании винта получает перемещение u_0 , направленное вдоль оси координат OY . Для определения возникающих при этом реактивных силы и момента сил перейдем в координатную плоскость xOy , проходящую через ось OY и сам стержень. Оси координат обозначены на рис. 1 (α_X , α_Y и α_Z - углы между стержнем и осями OX , OY и OZ

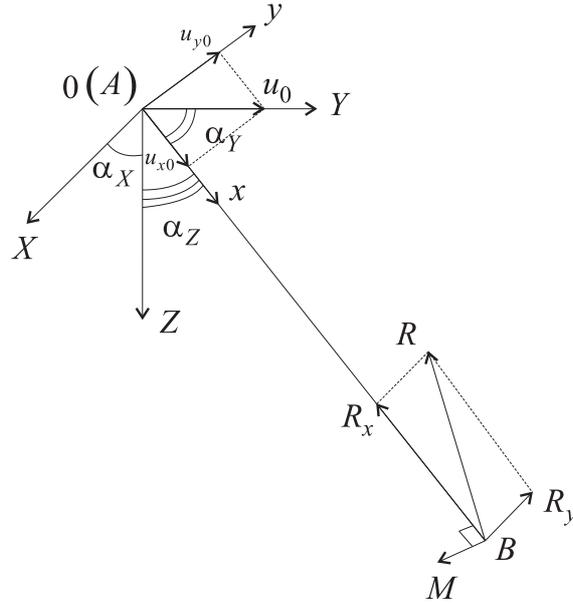


Рис. 1. Перемещения стержня ортодонтического аппарата в системах координат $OXYZ$ и $0xy$

соответственно).

Перемещение u_y вдоль оси $0y$ найдем из уравнения поперечного изгиба стержня:

$$EI \frac{\partial^4 u_y}{\partial x^4} - R_x \frac{\partial^2 u_y}{\partial x^2} = 0, \quad (1)$$

где E - модуль упругости, $I = \frac{\pi r^4}{4}$ - осевой момент инерции поперечного сечения, r - радиус поперечного сечения стержня, $R_x = -\frac{E s u_{x0}}{l}$ - реакция коронки, направленная вдоль оси $0x_1$, $u_{x0} = u \cos(\alpha_Y)$ - перемещение точки A вдоль оси $0x$, s - площадь поперечного сечения стержня, l - длина стержня.

С учетом того, что точка B стержня жестко закреплена на зубе пациента, граничные условия представим в следующем виде:

$$u_y(0) = u_{y0}, u_y(l) = \frac{\partial u_y(0)}{\partial x} = \frac{\partial u_y(l)}{\partial x} = 0. \quad (2)$$

Из уравнения (1) при граничных условиях (2) получим

$$u_y = \frac{u_{y0} \left(\frac{2\Phi}{l} (l-x) \cos(\Phi) - \sin(\Phi) - \sin\left(\frac{\Phi}{l}(l-2x)\right) \right)}{2\Phi \cos(\Phi) + 2\sin(\Phi)}, \quad (3)$$

где $\Phi = \frac{l}{2} \sqrt{\frac{s u_{x0}}{EI}}$, $u_{y0} = u \sin(\alpha_Y)$ - перемещение точки A вдоль оси $0y$.

Из выражения (3) с учетом дифференциальных зависимостей между кривизной упругой линии, сосредоточенной силой и изгибающим моментом, будем иметь следующие соотношения для реакции и момента сил, возникающих в зубе и действующих в плоскости $x0y$:

$$R = \frac{E s u_{x0}}{l} \sqrt{1 + \frac{s u_{x0} u_{y0}^2 \cos^2(\Phi)}{I l (2\Phi \cos(\Phi) - 2\sin(\Phi))^2}}, \quad (4)$$

$$M = \frac{E s u_{x0} u_{y0} \sin(\Phi)}{l(2\Phi \cos(\Phi) - 2 \sin(\Phi))}. \quad (5)$$

Выражения (4) и (5) позволяют провести расчет силовых факторов, действующих на зуб со стороны ортодонтического аппарата с раздвижным винтом, и исследовать влияние на них изменения геометрических параметров аппарата. Значения реактивных сил и моментов сил могут быть непосредственно использованы при анализе напряженно-деформированного состояния периодонта и костей ткани при ортодонтическом лечении.

Работа выполнена при поддержке Комитета по науке и технологиям Республики Беларусь (проект "Разработать методику автоматизированного проектирования и оптимизации конструкций зубо-челюстных протезов и ортодонтических аппаратов при аномалиях и деформациях челюстно-лицевой области, обусловленных расщелинами губы и неба, с применением универсальных САД/САЕ/САМ-систем").

Литература

Хорошилкина Ф. Я., Персин Л. С. *Ортодонтия: Лечение зубочелюстно-лицевых аномалий современными ортодонтическими аппаратами. Клинические и технические этапы их изготовления*, Т. 2. Москва, ООО "Ортодент-инфо", 1999.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

О. А. Паушкина, А. Б. Сотский, Л. И. Сотская (Могилев, Беларусь)

Интенсивные исследования фотонно-кристаллических волокон (ФКВ), образованных воздушными каналами в диэлектрической среде, вызваны уникальными свойствами таких направляющих структур, привлекательными для ряда телекоммуникационных и сенсорных приложений. Для оптимального проектирования ФКВ необходимы эффективные методы расчета как зонной структуры двумерного фотонного кристалла (ФК) так и полей мод, локализованных в окрестности дефекта данного кристалла (сердцевины волокна), поскольку, как известно, ФКВ эффективно каналируют энергию электромагнитного излучения только при том условии, что постоянные распространения их мод находятся в запрещенной зоне фотонного кристалла, формирующего оболочку волокна.

В докладе представлены алгоритмы решения соответствующих задач на собственные функции и собственные значения для уравнений Максвелла и результаты их применения этих алгоритмов к конкретным структурам.

Для отыскания запрещенных зон ФК система уравнения Максвелла сводится к бесконечной системе обыкновенных дифференциальных уравнений с периодическими коэффициентами, записанной относительно фурье-образов четырех компонент электромагнитного поля в области ФК. Система решается методом редукции. С применением теоремы Флоке расчет запрещенных зон ФК сводится к отысканию условий, при которых в спектре характеристических показателей отсутствуют вещественные числа. Вычисление характеристического уравнения осуществляется путем численного построения фундаментальной системы решений редуцированной дифференциальной системы. В общем случае оно осуществляется численным интегрированием $8m + 4$ однотипных задач Коши в пределах одного периода ФК, где m - порядок редукции. При наличии у ФК осей симметрии объем вычислений может быть уменьшен вдвое. Предлагаемый