В отдельном эксперименте изучали возможность использования экспресс - метода ЛКД для определения чувствительности к антимикробным препаратам. При обработке микроба (P.aeruginosa) хлорамином его специфические амплитудно-спектральные характеристики исчезают, в отличие от контрольных объектов сравнения (хлорамин-водный раствор). Время исследования 2-3 мин.

Обсуждение. Таким образом, установлено, что каждый вид исследованных бактерий характеризуется индивидуальными спектральными линиями рамановского рассеяния, которые позволяют идентифицировать их в короткое время (1-2мин), что определяет возможность одновременной идентификации большого количества культур. Предлагаемый способ отличается высокой чувствительностью (10^5 – 10^6 КОЕ\мл), быстротой идентификации микроорганизмов. Портативность прибора (вес 2-2,5 кг в зависимости от комплектации, включая компактный кейс) позволяет использовать его в мобильных (передвижных) лабораториях. В настоящее время разработанная аппаратура и технология проходят сертификацию. Аналогов разработанной технологии в литературе мы не выявили [1,3,4,5].

Заключение.Применение ЛКД (гигантского рамановского рассеяния и люминесценции) как новой технологии открывает возможности экспресс - индикации микроорганизмов, определения их видовой принадлежности, ускоренного определения чувствительности к антимикробным препаратам в различных областях клинической микробиологии на основе принципиального требования современной медицины «диагностика по месту лечения». Дальнейшее совершенствование программного продукта, базы данных и методик ЛКД позволит внедрить ее в клиническую практику с пользой для больного и врача.

Литература:

1 Александров М.Т. Лазерная клиническая биофотометрия. М. «Техносфера». 2008,с. 590.

2 О.А. Акципетров,Соросовский образовательный журнал, **7**, 109 (2001) «Гигантские нелинейно-оптические явления на поверхности металлов»

3 Пашков Е.П. Лазерно-флюоресцентный метод экспресс-индикации микроорганизмов при гнойно-воспалительных заболеваниях, дисбактериозах и другой патологии микробной этиологии. Автореф. дисс. доктора мед. наук. - М, 2002. 84 с.

4 Александров М.Т., Таубинский И.М., Козьма С.Ю. Способ для обнаружения и оценки концентраций анаэробных бактерий в биологическом субстрате. Патент РФ №97100364 от 21.01.97.

5 Александров М.Т., Нестерова М.В., Пашков Е.П., Морозова О.А. Метод флюоресцентной диагностики – метод индикации микрофлоры человека в норме и при патологии. //ЖМЭИ, 2001г. №3, с.63-66.

6 M. Fleischman, P. J. Hendra, A. McQuillan *Chem. Phys. Lett* **26,** 123 (1974)

УРАВНЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ НЕЛИНЕЙНО УПРУГОГО ТЕЛА В ТРЕХМЕРНЫХ ПАРАБОЛИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ

Андреевская Т. М., Кирсанов М. Н.
Москва, НИУ ВШЭ, Москва, НИУ МЭИ

С использованием системы копьютерной алгебры Maple в ортогональной криволинейной параболической системе координат получены дифференциальные уравнения равновесия упругой среды для решения осесимметричных задач.

The equilibrium equations of nonlinear elastic body in three-dimensional parabolic coordinates.Andreevskaya T., Kirsanov M.

With the use of Computer Algebra System Maple in an orthogonal curvilinear coordinate system obtained parabolic differential equations of equilibrium of an elastic environment for solving axisymmetric problems.

Классическая зеркальная осесимметричная антенна состоит из отражающей поверхности, выполненной в виде металлического параболоида вращения, и небольшой антенны-облучателя, установленной в фокусе параболоида. Геометрия антенны определяется углом раствора $2\varphi_0$, фокусным расстоянием параболоида f и эксцентриситетом параболоида. Плоскость, проходящая через крайние точки поверхности параболоида и перпендикулярная его оси вращения, имеет форму круга с радиусом R_0. В зависимости от отношения радиуса R_0 к фокусному расстоянию параболоида различают длиннофокусные $R_0/f < 2$ и короткофокусные $R_0/f > 2$ зеркала. Для улучшения диаграммы направленности такой антенны в конструкции предусматриваются дополнительные конструктивные компоненты и защитные крышки (обтекатели) в виде плоских, сферических или конусообразных крыш из диэлектрических материалов. Такая антенна может работать как в статическом положении, так и в режимах сканирования и кругового обзора. На рисунке 1 показаны примеры зеркальных параболических антенн [1] фирмы Эниско (Anisco). Для анализа (моделирования) их поведения в реальных условиях при наличии таких факторов, как увеличение веса при обледенении, порывов ветра и др. необходимо исследовать напряженно-деформированное состояние конструкции. Одним из примеров моделирования является представление зеркальной антенной системы в виде нелинейно упругого тела.

Рис. 1

Исследование напряженно деформированного состояния тел сложной криволинейной пространственной формы удобнее всего производить в координатах, отвечающих этой форме. Для наиболее распространенных цилиндрических и сферических координат уравнения равновесия хорошо известны [2,3]. Для этих координат известны и проверены все вспомогательные величины (метрические тезоры, символы Кристофеля), позволяющие легко получать необходимые соотношения. Вывод уравнений для каких либо иных систем координат усложнен большим числом выкладок. Решение таких задачах существенно упрощаются с использованием пакетов компьютерной алгебры, например, Maple [4].

Рассмотрим криволинейную ортогональную систему координат

$$x^1 = uv\cos\varphi,$$
$$x^2 = uv\sin\varphi,$$
$$x^3 = (u^2 - v^2)/2,$$

называемую трехмерной параболической. На рисунке 2 показана координатная сетка при $\varphi = 0$, а на рисунке 3 при $u = 1,\ v = 0..2,\ \varphi = 0..\pi$.
Метрический тензор

$$g_{ij} = \frac{\partial x^k}{\partial \theta^i}\frac{\partial x^k}{\partial \theta^j},$$

где принято правило суммирования по повторяющимся индексам и введены обозначения $\theta^1 = u$, $\theta^2 = v$, $\theta^3 = \varphi$, в этой системе имеет следующие ненулевые компоненты:

$$g_{11} = g_{22} = u^2 + v^2,\ g_{33} = u^2 v^2. \qquad (1)$$

Кроме того, так как $g^{ik} g_{jk} = \delta^i_j$, найдем

$$g^{11} = g^{22} = 1/(u^2 + v^2),\ g^{33} = 1/(u^2 v^2). \qquad (2)$$

Получим символы Кристоффеля второго рода, необходимые для ковариантного дифференцирования в криволинейной системе координат

$$\Gamma^i_{jk} = \frac{1}{2} g^{im}(g_{jm,k} + g_{km,j} - g_{kj,m}).$$

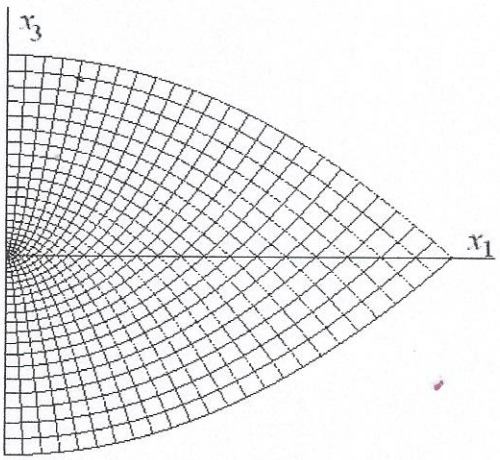

Рис. 2

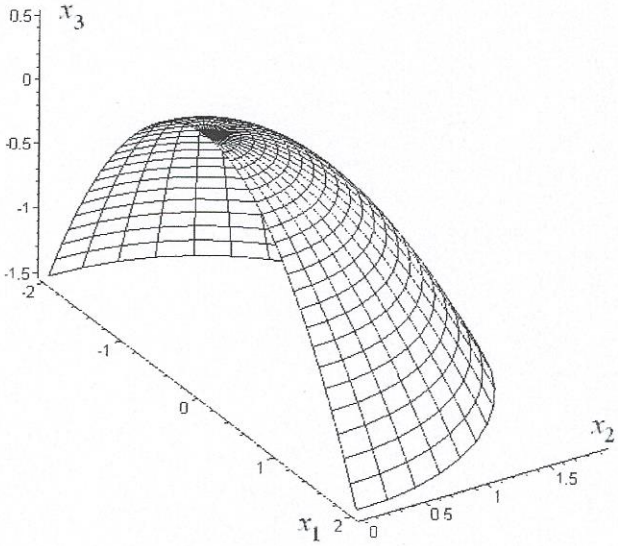

Рис. 3

Получим символы Кристоффеля второго рода, необходимые для ковариантного дифференцирования в криволинейной системе координат

$$\Gamma^i_{jk} = \frac{1}{2} g^{im} (g_{jm,k} + g_{km,j} - g_{kj,m}).$$

Запятой обозначена производная по соответствующей криволинейной координате. Для выбранной системы координат с учетом (1) и (2) имеем

$$\Gamma^1_{11} = \Gamma^2_{12} = \Gamma^2_{21} = -\Gamma^1_{22} = \frac{u}{u^2+v^2}, \Gamma^2_{22} = \Gamma^1_{12} = \Gamma^1_{21} = -\Gamma^2_{11} = \frac{v}{u^2+v^2},$$

$$\Gamma^3_{23} = \Gamma^3_{32} = \frac{1}{v}, \Gamma^1_{33} = -\frac{uv^2}{u^2+v^2}, \Gamma^2_{33} = -\frac{u^2 v}{u^2+v^2}, \Gamma^3_{13} = \Gamma^3_{31} = \frac{1}{u}.$$

Остальные символы равны нулю. Уравнение равновесия при отсутствии массовых сил имеет вид

$$\tau^{ij} \,||_i = 0, \quad (3)$$

где двойной вертикальной чертой обозначено ковариантное дифференцирование с помощью метрических тензоров g_{ij} и g^{ij}:

$$\tau^{ij} \,||_k = \tau^{ij}_k + \Gamma^i_{nk} \tau^{nj} + \Gamma^j_{nk} \tau^{in}. \quad (4)$$

Для осесимметричной задачи, полагая производные по φ нулю, получим из (3) и (4) уравнения равновесия

$$(\tau^{11}_u + \tau^{12}_v) uv(u^2+v^2) - \tau^{22} vu^2 + \tau^{12} u(u^2+3v^2) + \tau^{11} v(2u^2+v^2) - \tau^{33} v(u^2+v^2) = 0,$$

$$(\tau^{12}_u + \tau^{22}_v) uv(u^2+v^2) - \tau^{11} uv^2 + \tau^{12} v(3u^2+v^2) + \tau^{22} u(u^2+2v^2) - \tau^{33} u(u^2+v^2) = 0,$$

$$(\tau^{13}_u + \tau^{23}_v) uv(u^2+v^2) + \tau^{23} u(2u^2+3v^2) + \tau^{13} v(3u^2+2v^2) = 0.$$

Уравнения равновесия в физических компонентах напряжения σ_{ij} получаются, если произвести замену $\tau^{ij} = \sigma_{ij} \sqrt{g^{ii}/g_{jj}}$ (здесь по индексам i и j не суммировать). С учетом (1) и (2) имеем

$$\tau^{11} = \sigma_{uu}/(u^2+v^2), \quad \tau^{12} = \sigma_{uv}/(u^2+v^2), \tau^{22} = \sigma_{vv}/(u^2+v^2),$$

$$\tau^{33} = \sigma_{\varphi\varphi}/(u^2 v^2), \tau^{13} = \sigma_{u\varphi}/\sqrt{uv(u^2+v^2)}, \tau^{23} = \sigma_{v\varphi}/\sqrt{uv(u^2+v^2)}.$$

В заключении заметим, что располагая полученой системой дифференциальных уравнений, численный расчет конструкции проводится по стандартной схеме и не представляет принципиальной трудности. Переменные коэффициенты несколько усложняют решение, однако при наличии известных численных методов задача становится чисто технической.

Литература

1. Интернет ресурс: http://anisco.ru/mex_par.htm
2. Грин А., Адкинс Дж. Большие упругие деформации и нелинейная механика сплошной среды. М: Мир, 1965. 456 с.
3. Лурье А.И. Теория упругости. М.: Наука, 1970. — 940 с
4. Кирсанов М. Н. Maple и Maplet. Решение задач механики. СПб.:Изд-во Лань, 2012. 512 с.