

нестандартной реологии, подгонки стандартных моделей с использованием лазерной интерферометрии [2], метода нанометок [2,4] и др., использования данных, полученных на сходных тканях, органах, организмах [5,6].

4. Нагрузки БС сосредоточенными и распределенными силами, создаваемыми мышцами с разными типами крепления к костям скелета и мягким тканям, а также использованием данных миографии, морфометрических измерений, регистрации напряжений тензометрическими датчиками, пленками, стельками и пр.

5. Валидации модели путем сравнения расчетов с результатами измерений *in vivo*, на образцах и имплантатах *in vitro* и с аналитическими распределениями для упрощенных геометрических форм.

В работе дан краткий обзор и приведены примеры использования МКЭ в биомеханике

- твердых тканей, травматологии и ортопедии, стоматологии и ортодонтии;
- сердечно-сосудистой системы, включая систему микроциркуляции;
- дыхательной системы;
- роста и морфогенеза;
- мягких тканей, имплантатов и заменителей;
- органов чувств – глаза, уха и др.

В настоящее время МКЭ стал одним из самых мощных и широко используемых методов исследования в биомеханике и медицине. Он позволяет исследовать напряженно-деформированное состояние клеток и внутриклеточных структур, тканей, органов и организмов с учетом их реальной геометрии, механических свойств и действующих нагрузок. Он позволяет генерировать и тестировать самые разные биомеханические гипотезы, конструировать и оптимизировать форму и размер эндопротезов, фиксаторов и других ортопедических устройств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chi Y.K., Choi D.O., Kim J.S. et al The application of 3-D X-ray microtomography with FEM analysis for trabecular bone/cement interface. // IEEE Nuclear Science Symposium. Conference Record. – 2003. – V.4. P.3009–3013.
2. Verrue V, Dermaut L, Verheghe B. Three-dimensional finite element modelling of a dog skull for the simulation of initial orthopaedic displacements. // Eur. J. Orthod. – 2001. – v.23,N5. – P.517–527.
3. Silva M.J., Brodt M.D., Hucker W.J. Finite element analysis of the mouse tibia-estimating endocortical strain during three-point bending in SAMP6 osteoporotic mice. // Anat. Rec. – 2005. – v.283A. – P.380–390.
4. Yoder K.B., Ahuja S., Dihn K.T., et al Nanoindentation of Viscoelastic Materials: Mechanical Properties of Polymer Coatings on Aluminum Substrates. // Fundamentals of Nanodentation and Nanotribology. Symposium. Mater. Res. Soc. Warrendale, PA, USA 1998. –P.205–10.

5. Rayfield E.J. Cranial mechanics and feeding in *Tyrannosaurus rex*. // Proc. Royal Soc. Lond. Ser.B. – 2004. – v.271. – P.1451–1459.

6. Rayfield E.J. Using finite element analysis to investigate suture morphology – a case study using large, carnivorous dinosaurs. // Anat. Rec. – 2005. – v.283A. – P.349–365.

МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ РАДИОПУЛЬСАРОВ, ОПРЕДЕЛЯЕМЫЕ ПО ВЫСОКОЧАСТОТНОМУ ОБРЫВУ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ

Конторович В.М.

ХНУ им. В.Н.Каразина, Харьков, Украина,
РИ НАНУ, Харьков, Украина

Пульсары представляют собой быстро вращающиеся замагниченные нейтронные звезды, магнитные поля которых на поверхности звезды достигают величин $B \sim 10^{12}$ Гс и являются важнейшей характеристикой пульсаров. В случае рентгеновских пульсаров эти поля удается измерить по электронной циклотронной линии в спектрах излучения, попадающей в таких магнитных полях в рентгеновский диапазон. В случае радиопульсаров прямых методов измерения магнитных полей не существует и они определяются косвенно в предположении о магнитодипольном характере энергетических потерь. В этом случае магнитное поле B (его поперечная ось вращения компонента) вычисляется по измеряемым значениям периода вращения P и его производной по времени \dot{P} и определяются произведением $B \propto \sqrt{P \cdot \dot{P}}$. Эти значения поля фигурируют во всех каталогах пульсаров. Между тем уже давно высказывались опасения, что эти значения поля не соответствуют действительности, т.к. существует ряд потерь, превышающих магнитодипольные. Об этом свидетельствует также индекс торможения, существенно отличающийся от магнитодипольного значения у многих пульсаров [1]. Особенно актуальной эта проблема стала после открытия перемежающихся радиопульсаров, в которых время от времени происходит смена механизма излучения с изменением величины \dot{P} .

Предлагается использовать для определения магнитного поля высокочастотный обрыв спектра излучения, наблюдаемый у пульсаров Пушинской выборки, содержащей около 40 мощных пульсаров [2,3]. Физический механизм, лежащий в основе такого определения поля, связан с ускоряющим электрическим полем, своим происхождением обязанным магнитному полю и вращению. Механизм излучения за счет продольного ускорения в нарастающем от нуля электрическом поле преобладает для достаточно сильного электрического поля в узком полярном зазоре под магнитосферой открытых силовых линий. Обрыв спектра связан с выключением данного процесса излучения по достижении электроном

релятивистских скоростей [4]. Положение обрыва зависит от отношения напряженности магнитного поля к периоду пульсара. Критерием применимости может служить существование корреляции высокочастотного обрыва и низкочастотного завала [3], связанной с особенностями ускорения в зазоре [5] при свободном выходе электронов с поверхности звезды.

Выражение для напряженности магнитного поля B (его продольной относительно оси вращения компоненты) в терагауссах через период P в секундах и частоту обрыва спектра ν_{cf} в гигагерцах, согласно [6], имеет вид $B = P \cdot \nu_{cf}^2$. Безразмерный численный коэффициент порядка единицы допускает уточнения. Сравнение с данными для Пушинской выборки показывает, что значения поля имеют нужный порядок величины (несколько терагаусс).

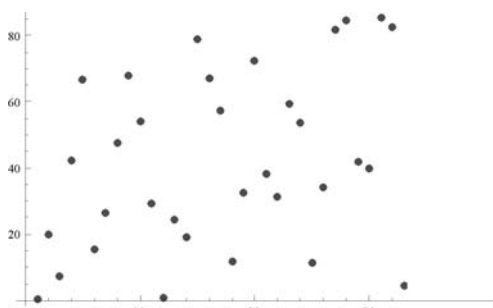


Рис. 1. Углы между осями для Пушинской выборки.

В случае магнитодипольных потерь данный метод позволяет определить такую важнейшую характеристику пульсаров как угол между осью вращения и магнитной осью (Рис.1). При этом необходимо учитывать вклад эффектов ОТО [7], что связано с близостью радиуса нейтронной звезды к её гравитационному радиусу и с керровским увлечением пространства-времени вращающейся массой звезды. Сопоставление с данными об интеримпульсах делает сомнительным исходное предположение о потерях. В случае токовых потерь [7] данный метод позволяет получить информацию о продольном токе, протекающем через магнитосферу, который является в этом случае её определяющим параметром.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малов И.Ф. О магнитных полях и диаграмме dotP–P в радиопульсарах // Астрон.журн. –2001. –т. 78. –С. 452–458
2. Malofeev V. M. Pulsar Radio spectra. In *Pulsars: Problems and Progress*, Ed. by S. Johnston, M. A. Walker, and M. Bailes. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, California, United States. – 1996. – P. 271–277.
3. Малов И.Ф. Радиопульсары. М.: Наука. – 2004. – 190 с.
4. Kontorovich V.M., Flanchik A.B. High-frequency cutoff and change of radio emission mechanism in pulsars // *Astrophys Space Sci.* – 2013. – v. 345, N1. – P.169–175; astro-ph/1201.0261

5. Kontorovich V.M., Flanchik A.B. О связи спектра радиоизлучения пульсаров с особенностями ускорения частиц в полярном зазоре // *ЖЭТФ.* – 2013. – т. 143, №1. – С.92–99; astro-ph/1210.2858

6. Kontorovich V.M. Аналогии резонатора земля-ионосфера в теориях радиоизлучения пульсаров // *EMES'2012.* – С.106–108.

7. Beskin, V.S.: *MHD Flows in Compact Astrophysical Objects.* Springer, Berlin. – 2010. – 425 p.

К ОБОБЩЁННОЙ ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧ АНАЛИЗА ЭВОЛЮЦИИ СОБСТВЕННЫХ ФОРМ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Король Е.З.

НИИ механики МГУ, Москва, Россия

К указанным многопараметрическим механическим системам относятся, в частности, оболочки вращения и круговые пластинки, которые в критических состояниях до или после потери устойчивости или в состоянии свободных колебаний принимают сложные модулированные собственные формы различных видов. Выделяются четыре типа задач: спектрального анализа минимальной несущей и модулирующей частот (или длин волн) и всего спектра частот (или длин волн) осцилляций определённого (заданного) вида модуляции при заданной траектории нагружения; анализа собственных форм осцилляций определённого (заданного) вида модуляции при заданной траектории нагружения; комбинаторного анализа спектра частот и собственных форм осцилляций различных (не заданных) видов модуляции и произвольных (допустимых) траекториях нагружения и анализа оптимальных траекторий нагружения при заданных (допустимых) видах модуляции, собственных формах и спектре частот (длин волн) осцилляций. Линейные дифференциальные операторы (ЛОД) разрешающих уравнений (ЛОДУ) эйлера, бесселева или гипергеометрического типа четвёртого и выше порядков

Дифференциальное уравнения форм записывается в нескольких разных видах: в виде операторных полиномов обобщённых дифференциальных операторов Лапласа и Эйлера второго порядка, в виде полиномов обобщённых операторов Эйлера, в виде произведений обобщённых операторов Бесселя второго порядка. Для классификации видов модуляции используется пространство «коэффициентов жёсткости», в котором задаётся траектория нагружения и определены области К-разбиения, в которых указаны каждая из возможных модуляций, характерные линии раздела модуляций (ЛРВМ), семейства изопараметрических линий уровня частот (ЛУЧ) и точки их пересечения (точки бинарности). Для их определения установлены соотношения связности «коэффициентов жёсткости» или «коэффициентов бесселевых добавок» и структурных параметров (частот, сдвигов фазы и т.п.).