

Разработана методика исследования и расчета бистабильной электромагнитно-механической системы на основе использования метода линеаризации Чебышёва [4], сопоставлены решения нелинейной и линеаризованной задач, получены достоверные результаты. Представлена линеаризованная амплитудно-частотная характеристика механической составляющей. На ней наблюдается явление срыва амплитуды колебаний на частоте 1,33 рад./с и переход на другую в 6 раз меньшую, затем аналогичный процесс возобновляется в отрицательной полуплоскости из-за воздействия внешней периодической силы.

Результатом проведенных исследований является обоснование методики выбора параметров бистабильного харвестера по оптимальному сбору механической энергии на основе оценки энергетических переходов.

Литература

1. Gonzalez, J., Rubio A., Moll F. Human powered piezoelectric batteries to supply power to wearable electronic devices // International journal of the Society of Materials Engineering for Resources. — 2002. — Vol. 10, — no. 1.
2. Lewandowski, B. E. Kilgore, K. L., K. J. Gustafson Feasibility of an implantable, stimulated muscle-powered piezoelectric generator as a power source for implanted medical devices / Springer, — 2009. — Pp. 389-404.
3. U. Feudel, S. Kuznetsov, A. Pikovsky, Strange Nonchaotic Attractors. Dynamics between Order and Chaos in Quasiperiodically Forced Systems, World Scientific Series on Nonlinear Science. — World Scientific, Singapore — Series A, — No. 56, , — 2006.
4. Dokukova N.A. Виброгашение механической системы с нелинейным демпфирующим устройством в гидроопоре/ Бъдещето въпроси от света на науката — 2020: материали за XVI международна научна практична конференция, София, 17-25 декември 2020 г.— София: Бял ГРАД-БГ ООД, 2020. — V. 7. — С. 20 – 23.

КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УПРУГИХ ТЕЛ ИЗ КОМПОЗИТОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАСЧЕТУ НАПРЯЖЕНИЙ И ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ЗУБЬЕВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Киргинцева С.В.¹, Можаровский В.В.², Кузьменков Д.С.³

^{1,2,3}Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины, Гомель, Беларусь
¹kirgintseva.s@mail.ru, ²mozh@gsu.by, ³kuzmenkov@gsu.by

Создание теории расчета на контактную прочность и деформативность элементов деталей машин из композиционных материалов является достаточно важной и актуальной проблемой современной механики. Применение современных волокнистых композитов в инженерной практике, например, в зубчатых передачах, позволяет повысить срок службы зубьев зубчатых колес, т.к. композиты обеспечивают улучшенные механические свойства и более дешевые эксплуатационные расходы. Базируясь на решениях контактных задач [1-7] и других многочисленных исследованиях, разрабатываются теоретические расчеты, которые имеют важное практическое значение при исследовании влияния анизотропии материала зубьев цилиндрических зубчатых колес на их напряженно-деформированное состояние. Рассматривается реализация решений контактной задачи о взаимодействии цилиндрических тел из металла и композиционного волокнистого материала, которые моделируют расчет на контактную прочность зубьев зубчатых колес из волокнистого композиционного материала (ортотропного) и изотропного (металла). В разработанной методике взаимодействия зубьев зубчатых колес используются теории Герца [2] и анизотропной упругости [1].

В работе представлены основные теоретические зависимости (параметры), определяющие контактные напряжения и перемещения взаимодействующих цилиндров, рассчитывается зона контакта и деформации в процессе их сопряжения. Для разработки математических моделей, учитывающих наличие волокон в контактирующих телах, используем математическую

теорию упругости анизотропной среды, применяя концепцию макромеханики. При определении параметров контакта, применяются характеристики материалов – объемное содержание волокна в матрице (считая ее материал изотропным), модули упругости, коэффициент Пуассона и пределы прочности в разных направлениях для волокна. Связь между напряжениями и деформациями осуществляется на основе обобщенного закона Гука. На основании разработанной теории строится расчет зубьев на контактную прочность и создана компьютерная программа определения параметров контактного взаимодействия зубьев зубчатых колес в среде Delphi, позволяющая оптимально выбирать геометрические и физико-механические характеристики материалов для зубьев зубчатых колес. Программа позволяет строить графики зависимостей сближения зубьев, контактных напряжений и прочности от процентного содержания волокон в матрице композиционного материала. Для тестирования программы использовались данные и результаты расчетов из работ [5,7].

Литература

1. Можаровский В.В., Старжинский В.Е. *Прикладная механика слоистых тел из композитов* Минск: Наука и техника, 1988. - 280 с.
2. Bhandari V.B. *Design of machine elements* Tata McGraw-Hill Education, 2010.- 903 p.
3. Джонсон К. *Механика контактного взаимодействия*. М.: Мир, 1989. - 510 с.
4. Можаровский В.В., Москалева М.В., Кузьменков Д.С. *Расчет изгибных перемещений зубьев зубчатых колес из композитов* // Проблемы физики, математики и техники, 2019. - №4(41). - С. 59-65.
5. Khan M.J. , et al. *Contact Stress Analysis of Stainless Steel Spur Gears using Finite Element Analysis and Comparison with Theoretical Results using Hertz Theory* // Int. J. of Engineering Research and Applications, 2015. - Vol. 5, №5. P. 10-18.
6. Иосилевич, Г.Б. *Детали машин*. М.: Машиностроение, 1988. - 368 с.
7. Hossan M. R., Hu Z. *Strength evaluation of polymer composite spur gear by finite element analysis* // International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Boston. - 2008. P. 1-8.

МЕТОД ПОИСКА АСИНХРОННЫХ АВТОРОТАЦИЙ В ПРИМЕНЕНИИ К ЗАДАЧЕ О ДВИЖЕНИИ ВЕТРОТУРБИНЫ

Климина Л.А.

НИИ механики МГУ, Мичуринский проспект 1, 119192 Москва, Россия

klimina@imec.msu.ru

Рассматривается автономная неконсервативная механическая система с тремя вращательными степенями свободы. Требуется описать режимы авторотаций в зависимости от бифуркационного параметра, а также указать значения параметра, которые обеспечивают в системе наличие авторотаций, обладающих заданными свойствами. Авторотационному режиму отвечает близкая к периодической, возможно, квазипериодическая, траектория динамической системы.

Среди методов поиска квазипериодических решений можно выделить подходы, основанные на прямом интегрировании динамических уравнений, проекционные методы, методы усреднения и другие (детальный обзор приведен в [1]). Реализация методов, предназначенных для описания квазипериодических решений, требует, как правило, весьма сложных вычислительных алгоритмов.

В данной работе с некоторой модификацией применяется новый численно-аналитический метод формирования автоколебаний [2], который относительно прост в реализации. Он основан на построении вспомогательных систем второго порядка и формировании предельных циклов этих систем при помощи подхода, опирающегося на критерий Андронова–Понтрягина,