

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАТРОННЫХ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ R-ФУНКЦИЙ

GEOMETRY MODELING OF MECHATRONIC GYRO SYSTEMS ELEMENTS BY THE R-FUNCTIONS METHOD

В.А. Матвеев, М.А. Басараб

*(Московский Государственный Технический Университет (МГТУ) им. Н.Э. Баумана,
Научно-учебный комплекс «Информатика и системы управления» (НУК ИУ)
e-mail: bmic@mail.ru)*

В настоящее время к чувствительным элементам (ЧЭ) мехатронных гироскопических систем предъявляются все более жесткие требования по таким параметрам как точность, ресурс работы, массогабаритные характеристики, стоимость и т.д. В свою очередь, расчет характеристик и оптимизация конструкции ЧЭ как правило приводят к необходимости решения различных типов краевых задач математической физики (электродинамики, упругости, теплопроводности) в соответствующих двух- и трехмерных областях сложной геометрии. Данное обстоятельство накладывает существенные ограничения на использование аналитических методов и требует привлечения численных алгоритмов решения: методов сеток, конечных и граничных элементов и т.д. Разработанный академиком В.Л. Рвачевым метод R-функций (RFM) относится к классу численно-аналитических бессеточных (meshless) подходов к решению краевых задач различной физической природы в областях произвольной формы. Суть метода заключается в использовании аппарата алгебры логики и специальных алгебраических операций (R-функций) для построения в виде единой формулы неявного уравнения границы сложной области, составленной из элементарных сегментов. Далее конструируется специальная структура решения, строго удовлетворяющая заданным краевым условиям, а затем, в комбинации с одним из численных методов (коллокации, Рунге, Бубнова-Галеркина и др.), осуществляется решение дифференциального уравнения внутри области. Метод R-функций удачно сочетает в себе преимущества аналитических и численных методов решения краевых задач и в настоящее время интенсивно используется в практике технического моделирования. В докладе впервые рассматривается применение RFM для исследования физических процессов в ЧЭ мехатронных гироскопических систем нового поколения. Среди возможных задач в данной области, решение которых может быть эффективно реализовано с использованием RFM, необходимо отметить следующие: расчет тепловых полей в системе корпус-подвес-ЧЭ, исследование параметров упругих переемычек (торсионных) сложного поперечного сечения, расчет динамики осесимметричных оболочек вращения со сложной формой образующей и др. Кроме того, RFM позволяет осуществить аналитическое компьютерное моделирование и визуализацию геометрии ЧЭ, на несколько порядков ускорить передачу параметров ЧЭ по каналам связи за счет отказа от громоздкого сеточного представления. Ряд отмеченных вопросов проиллюстрирован в докладе на примерах моделей ЧЭ волнового твердотельного гироскопа (ВТГ) и микромеханического вибрационного гироскопа (ММВГ).