

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ
НЕОДНОРОДНЫХ ОБОЛОЧЕК ВРАЩЕНИЯ
ПРИ БОЛЬШИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯХ И УГЛАХ ПОВОРОТА НОРМАЛИ**

*В. Г. ДМИТРИЕВ, О. В. ЕГОРОВА, А. Р. ПОПОВА
Московский авиационный институт (НИИ), Российская Федерация*

Рассматривается осесимметричное нелинейное деформирование в общем случае многослойных оболочечных конструкций переменной толщины h под действием статической системы поверхностных нагрузок общего или локального характера. Напряженно-деформированное состояние произвольных оболочек вращения при больших перемещениях точек координатной поверхности и неограниченных углах поворота нормали к ней описывается через изменения декартовых координат x, y в процессе упругого деформирования. Разработанная математическая модель аналогична классической модели Кирхгофа – Лява с использованием гипотезы «жесткой» нормали. Рассматриваются оболочки вращения при осесимметричном нагружении как «следающими», так и консервативными нагрузками, а также оболочки, замкнутые в полюсе. Для многослойного пакета в целом принимаются условия жесткого контакта слоев без взаимного отрыва и проскальзывания. На краях оболочки рассматриваются варианты граничных условий в виде жесткого защемления и шарнирного закрепления.

При построении дискретного аналога исходной существенно нелинейной краевой задачи используется метод конечных разностей (МКР) с построением вычислительного алгоритма решения сеточных уравнений на основе квазидинамической формы метода установления путем замены сеточных аналогов уравнений равновесия на нестационарные уравнения, совпадающие по форме с уравнениями движения оболочки в вязкой среде, характеризуемой искусственным коэффициентом вязкости ε . Параметры итерационного процесса – удельные вязкости искусственной среды ε и шаг по времени Δt – определяются из условия ускорения сходимости и устойчивости разностной схемы путем оценки наименьших и наибольших собственных чисел для соответствующих разностных операторов в МКР. Построена корректная конечно-разностная схема для расчета оболочек, замкнутых в полюсе, а также разработаны вычислительные алгоритмы для исследования особенностей деформирования неоднородных оболочек вращения при действии как для консервативных, так и «следающих» нагрузок.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 19-01-00675).

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО
ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭЛЕМЕНТЫ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

*М. С. ЕГОРОВА, О. В. ТУШАВИНА
Московский авиационный институт (НИИ), Российская Федерация*

Рассматриваются физико-математические основы функционирования теплозащитных композиционных материалов (КМ) в условиях аэрогазодинамического нагрева гиперзвуковых летательных аппаратов, а также в условиях точечного воздействия высокоэнергетических излучений. На основе новых законов разложения связывающих КМ и нелинейной фильтрации предложена комплексная физико-математическая модель тепломассопереноса в анизотропных КМ с учетом связанностей полей деформации и температуры, пригодная для исследований большинства КМ, используемых в качестве теплозащитных элементов современных летательных аппаратов (ЛА). Разработана методология численного решения всей комплексной проблемы на основе экономичных абсолютно устойчивых