

*А.Ф. Верлань, И.О. Горошко, Л.О. Митько (Ин-т проблем моделирования в энергетике им. Г.Е.Пухова НАНУ); Х. Эшматов, Б.А. Худояров (Ташкентский институт ирригации и мелиорации); Б.Х. Эшматов (Department of Mechanical and Aerospace Engineering, University at Buffalo)*

## **Моделирование нелинейных колебаний вязкоупругих прямоугольных пластин и цилиндрических панелей**

Предлагается метод и алгоритм решения задач динамики вязкоупругих систем. При помощи предложенного метода рассмотрены задачи о нелинейных колебаниях и динамической устойчивости вязкоупругих прямоугольных пластин и цилиндрических панелей.

Для общего случая, когда динамические задачи вязкоупругости сводятся к решению систем нелинейных интегро-дифференциальных уравнений Вольтерра вида [1-3], применяется двукратное интегрирование системы по  $t$  с учетом начальных условий. При численном решении данной системы используется метод прямой замены интегралов, входящих в систему, конечной суммой по какой-либо квадратурной формуле. Тогда для нахождения приближенного решения системы в узлах интегрирования получим рекуррентную формулу, где числовые коэффициенты, не зависят от выбора подынтегральных функций и принимают различные значения в зависимости от использования квадратурных формул [2].

Полученные результаты свидетельствуют о том, что погрешность вышеописанного метода совпадает с погрешностью использованных квадратурных формул и имеет тот же порядок малости относительно шага интерполяции.

Также предложены методы и алгоритмы решения для численного моделирования нелинейных колебаний вязкоупругих прямоугольных пластин с сосредоточенными массами, параметрических колебаний вязкоупругих прямоугольных пластин с сосредоточенными массами, нелинейного флаттера вязкоупругой пластины по уточненной теории Тимошенко[4-9]. Показана корректность полученных результатов.

[1] Карнаухов В.Г., Сенченков И.К., Гуменюк Б.П. Термомеханическое поведение вязкоупругих тел при гармоническом нагружении. – Киев: Наукова думка, 1985. – 288 с.

[2] Бадалов Ф.Б., Эшматов Х., Юсупов М. О некоторых методах решения систем интегро-дифференциальных уравнений, встречающихся в задачах вязкоупругости // ПММ.- Т. 51 – 1987.- №5.- С. 867–871.

[3] Верлань А.Ф., Эшматов Х., Худояров Б.А., Бобоназаров Ш.П. Численное решение нелинейных задач динамики вязкоупругих систем // Электронное моделирование.- Т. 26. – 2004.- №3.- с.3-14.

[4] Eshmatov B.Kh. Nonlinear vibration analysis of viscoelastic plates based on a refined Timoshenko theory // International Applied Mechanics. – Vol.42. – No.5. – 2006. – P.596-605.

[5] Eshmatov B.Kh., Khodjaev D.A. Non-linear vibration and dynamic stability of a viscoelastic cylindrical panel with concentrated mass // Acta Mechanica. – Vienna, 2007. – №1-4 (190). – P. 165–183.

[6] Eshmatov B.Kh. Dynamic stability of viscoelastic circular cylindrical shells taking into account shear deformation and rotatory inertia // Applied Mathematics and Mechanics. – 28(10). – 2007. – P. 1319–1330.

[7] Вольмир А.С. Нелинейная динамика пластинок и оболочек. М.: Наука, 1972.- 432 с.

[8] Матяш В.И. Параметрические колебания вязкоупругой цилиндрической оболочки // Механика полимеров. – 1974. – № 3. – С. 479–483.

[9] Pourtakdoust S.H., Fazelzadeh S.A. Chaotic analysis of nonlinear viscoelastic panel flutter in supersonic flow // Journal of Nonlinear Dynamics. 2003, № 32, P.387–404.

---