

УДК 624.04/5393

Б. Г. Попов, К. П. Баслык,  
И. Н. Кваратхелия**ЧЕТЫРЕХУГОЛЬНЫЙ ДЕВЯТИУЗЛОВОЙ  
СУПЕРЭЛЕМЕНТ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ  
СТАТИКИ, ДИНАМИКИ И УСТОЙЧИВОСТИ  
МНОГОСЛОЙНЫХ ПЛАСТИН**

*Рассмотрена проблема построения четырехугольного суперэлемента плоской многослойной пластины на базе треугольного шестиузлового конечного элемента смешанного типа с 30 степенями свободы. При построении кинематических и деформационных соотношений принимались гипотезы С.П. Тимошенко. Предложен прием построения приведенных матриц масс и устойчивости суперэлемента путем введения аппроксимирующих функций непосредственно на четырехугольнике.*

**Quadrangular Nine-Node Superelement for Solving Problems in Statics, Dynamics and Stability of Multilayer Plates / B.G. Popov, K.P. Baslyk, I.N. Kvaratskhelia // Vestnik MGTU. Mashinostroenie. 2002. No. 4. P.30–44.**

A problem of construction of the quadrangular superelement of a flat multilayer plate on the basis of the triangular six-node finite element of a mixed type with 30 degree-of-freedom is considered. Kinematic and deformation relations are derived with the adoption of Timoshenko's hypotheses. A technique to construct reduced matrices of the superelement mass and stability by means of introducing approximation functions immediately on the quadrangle is suggested. Refs.6. Figs.5. Tabs.1.

---

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Попов Б. Г. Расчет многослойных конструкций вариационно-матричными методами: Уч. пос. – М.: Изд-во МГТУ, 1993. – 294 с.
2. Guan R. J. Reduction of stiffness and mass matrices // AIAA J. – 1965. – № 3. – P. 380.
3. Irons B. M. Structural eigenvalue problems: elimination of unwanted variables // AIAA J. – № 3. – P. 961–962.
4. Алфутов Н. А. Основы расчета на устойчивость упругих систем. – М.:Машиностроение, 1991. – 336 с.
5. Reid R. E. Comparison of methods in calculating frequencies of corner supported rectangular plates // NASA TN D-3030.

Борис Глебович Попов родился в 1948 г., окончил МВТУ им. Н.Э.Баумана в 1972 г. Д-р техн. наук, профессор кафедры “Аэрокосмические системы” МГТУ им. Н.Э.Баумана. Имеет более 60 научных работ в области численных методов расчета тонкостенных конструкций.

B.G. Popov (b. 1948) graduated from the Bauman Moscow Higher Technical School in 1972. D.Sc. (Eng.), professor of Airspace System Department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 60 publications in the field of numerical methods of thin walled structures analysis.

Константин Петрович Баслык родился в 1968 г., окончил в 1994 г. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Младший научный сотрудник НИИСМ МГТУ им. Н.Э.Баумана. Специализируется в области численных методов расчета конструкций из композиционных материалов.

K.P. Baslyk (b. 1968) graduated from the Bauman Moscow State Technical University in 1994. Junior researcher of Scientific Research Institute of Special Machine Building of Bauman Moscow State Technical University. Specializes in the field of numerical methods of structural analysis of constructions from composite materials.

Ираклий Нугзариевич Кварацхелия родился в 1973 г., окончил в 1997 г. МГТУ им. Н.Э.Баумана. Автор 3 научных работ в области численных методов расчета конструкций на прочность.

I.N. Kvaratskhelia (b. 1973) graduated from the Bauman Moscow State Technical University in 1997. Author or 3 publications in the field of numerical methods of structural analysis of constructions.