

УДК 629.7.02:539.4

Л.М.Савельев, В.А.Торопицын

### ПРИМЕНЕНИЕ СОБСТВЕННЫХ ВЕКТОРОВ МАТРИЦЫ ЖЕСТКОСТИ К СТАТИЧЕСКОМУ РАСЧЕТУ КОНСТРУКЦИИ

При расчете конструкций методом конечных элементов задача сводится к отысканию вектора узловых перемещений  $V$ . Следуя методу Рунца, этот вектор отыскивается в виде

$$V = a_1 V_1 + a_2 V_2 + \dots + a_r V_r = \tilde{V} a,$$

где  $\tilde{V} = [V_1, V_2, \dots, V_r]$ ,  $a = \{a_1, a_2, \dots, a_r\}$ .

Здесь  $V_i$  - базисные векторы,  $a_i$  - некоторые коэффициенты. Минимизация полной потенциальной энергии по параметрам  $a_i$  приводит к системе уравнений  $\tilde{k} a = \tilde{P}$ , где  $\tilde{k} = \tilde{V}^T k \tilde{V}$ ,  $\tilde{P} = \tilde{V}^T P$ ,  $k$  - матрица жесткости конструкции,  $P$  - вектор узловых сил.

Если в качестве базисных векторов взять первые  $r$  собственных векторов матрицы жесткости, то матрица  $\tilde{k}$  будет диагональной, и отыскание вектора  $a$  сводится к элементарным операциям. Несмотря на значительные затраты времени, связанные с отысканием необходимого числа собственных векторов матрицы  $K$ , такой подход может оказаться экономичным, если число расчетных случаев достаточно велико.

Для проектировочных расчетов в качестве  $V_i$  предлагается брать собственные векторы матрицы жесткости некоторой другой конструкции, близкой к данной (например, прототипа). В этом случае матрица  $\tilde{k}$  будет полностью заполнена, но ее размер значительно меньше размера матрицы  $K$ . Располагая системой базисных векторов  $V_i$ , можно легко оценивать влияние тех или иных изменений в конструкции на ее прочность.

Дается описание программы, реализующей указанный подход. Исследуется влияние числа собственных векторов на точность результатов. Приведены результаты числовых расчетов, позволяющие получить представление об эффективности и возможностях метода.