

## Решение предельного состояния многослойных вязко-упругих стержней

Л.Ф. Фатуллаева\*

\* НИИ Прикладной Математики  
Бакинского Государственного Университета

В работе исследуется предельное состояние сжатых многослойных стержней при комбинированном закреплении, реологическое поведение которых записывается посредством линейных соотношений наследственной теории упругости, которая достаточно хорошо описывает поведение полимерных материалов, армированных пластиков и даже металлов при умеренных напряжениях. В этой связи, наша цель выявить влияние краевого условия, соответствующее комбинированному закреплению на критическое время устойчивости.

Введем в рассмотрение прямоугольный в плане стержень длиной  $l$  и толщиной  $2h$ . Пусть теперь осуществляется случай комбинированного закреплении. Положим, что при  $x = l$  стержень жестко закреплён, а при  $x = 0$  осуществляется шарнирное опирание. Тогда соответствующие краевые условия примут вид:

$$w(l) = 0; \quad w_{,x}(l) = 0; \quad M(l) \neq 0; \\ w(0) = 0; \quad M(0) = 0.$$

Для описания свойств материала стержня конкретизируется вид функций ползучести. Они задаются в экспоненциальной форме [1]:

$$F'_{k+1}(t - \tau) = \frac{A_{k+1}}{E_{k+1}} e^{-\alpha(t-\tau)},$$

где  $E_{k+1}$ ,  $k = 0, 1, \dots, (s-1)$  — модуль упругости,  $A_{k+1}$  — коэффициент ползучести, а показатель ползучести  $\alpha$  одинаков для всех слоев пакета. Отметим, что слои стержня жестко сцеплены между собой. Поставленные в работе задачи решаются вариационным методом смешанного типа в сочетании с методом Релея-Ритца. В качестве примера, для трехслойного стержня, когда крайние слои имеют одинаковые толщины и изготовлены из одинаковых материалов, численно выявлено влияние физико-механических и геометрических параметров на критическое время устойчивости. При этом время службы стержня (критическое время) определяется из условия достижения прогибом величины, равной половине толщины. А начальное условие находится из решения соответствующей линейно-упругой задачи. Основываясь на полученные численные результаты, установлено, что возрастание отношения модуля упругости крайних слоев к величине модуля упругости среднего слоя приводит к существенному увеличению несущей способности стержня.

## Литература

1. Амензаде Р.Ю., Ахундов М.Б. Вариационный метод механики гетерогенных нелинейно вязко-упругих твердых тел. Доклады РАН, 2006, т.410, № 1, с.45-48.