

Изучение устойчивости прямоугольных пластин из сплавов с памятью формы при прямом фазовом превращении в концепции фиксированной внешней нагрузки

Научный руководитель – Мовчан Андрей Александрович

Думанский Станислав Александрович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра теории пластичности, Москва, Россия
E-mail: stanislavdym@mail.ru

Сплавы с памятью формы (СПФ) – функциональные материалы, которые способны совершать механическую работу в результате твердотельных фазовых переходов, инициируемые увеличением температуры или уменьшением уровня действующих напряжений, приводящих к неупругому обратимому деформированию [3].

В качестве критерия устойчивости используется статический метод Эйлера, который заключается в изучении возможности существования форм квазистатического равновесия, смежных с исходной, для заданного значения нагрузки. Такой подход позволяет решать задачу в линеаризованной, по отношению к малым приращениям прогиба, постановке.

Принимается справедливой концепция фиксированной внешней нагрузки (ФН), в которой нагрузки во время перехода к смежной форме равновесия не получают приращения. Данный подход основан на модели Кармана, используемой при рассмотрении продольного изгиба упруго-пластического стержня, в котором, предполагается, что после выпучивания объем стержня может быть разделен на две части, в одной из которых происходит дополнительное фазовое превращение, а во второй не происходит. В работах [1] и [2] задача устойчивости во время прямого фазового превращения решена для стержня и тонкой пластины из СПФ, соответственно. Следует отметить, что гипотеза о наличии единственной поверхности разделяющей области наличия и отсутствия дополнительного фазового превращения, применяемая в обеих представленных выше работах, оправдана только в случае первой из них (для стержня). Действительно, как было показано, наименьшая критическая сила в случае стержня соответствует форме прогиба с знакопостоянной кривизной, т.е., с учетом гипотезы плоских сечений, знак вариации напряжения/деформации и, следовательно, вариации параметра фазового состава в любом поперечном сечении не зависит от продольной координаты, чего нельзя сказать о пластине рис. 1, которая, даже в упругом случае может переходить к различным смежным формам равновесия в зависимости от ее геометрии и граничных условий. В данной работе предпринимается попытка обобщения концепции ФН для пластинки, с учетом оговоренных выше особенностей.

Источники и литература

- 1) Мовчан А. А., Думанский С. А. Решение дважды связанной задачи о потере устойчивости стержня из сплава с памятью формы, вызванной прямым термоупругим фазовым превращением // Прикладная механика и техническая физика // Изв. СО АН СССР, Прикладная механика и техническая физика (ПМТФ). — 2018. — Т. 59, № 4. — С. 160–168.
- 2) А.А. Мовчан, Л.Г. Сильченко. Об устойчивости пластины из сплава с памятью формы при прямом термоупругом фазовом превращении // Прикладная математика и механика. 2004. Т. 68. № 1. С. 60-72.

- 3) Dimitris C. Lagoudas., Shape Memory Alloys Modeling and Engineering Applications. Springer Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA. 2008.

Иллюстрации

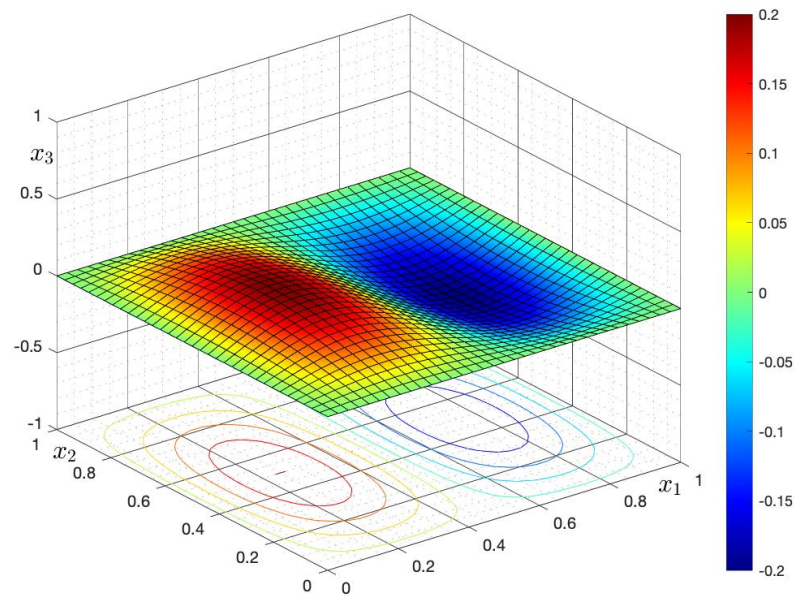


Рис. 1. Вариация прогиба $\delta w = \delta a \sin\left(\frac{m\pi x_1}{a}\right) \sin\left(\frac{n\pi x_2}{b}\right)$, $m = 2, n = 1$