

УДК 539.383

Влияние начальных несовершенств на величину критической силы потери устойчивости вафельных цилиндрических оболочек при осевом сжатии

Журавлев Михаил Юрьевич

zhuravlev_mihail_2002@mail.ru

Журавлев Валерий Юрьевич

valera10042002@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена потеря устойчивости вафельных цилиндрических оболочек при осевом сжатии. Созданы конечно-элементные модели вафельных оболочек в программном комплексе Abaqus с учетом начальных несовершенств. Проведено моделирование потери устойчивости вафельных цилиндрических оболочек при осевом сжатии в программном комплексе Abaqus. Рассмотрено влияние начальных несовершенств на устойчивость вафельных цилиндрических оболочек при осевом сжатии. Представлены графики влияния размера начальных несовершенств на величину критической силы потери устойчивости вафельной оболочки при осевом сжатии. Сделаны выводы о влиянии начальных несовершенств на потерю устойчивости вафельных цилиндрических оболочек при осевом сжатии.

Ключевые слова: устойчивость, цилиндрическая вафельная оболочка, бифуркация, начальные несовершенства, критическая сила потери устойчивости, конечный элемент

Введение. В качестве элементов конструкции ракетно-космической техники зачастую используются цилиндрические оболочки, например, для топливных баков, сухих межбаковых отсеков в силу конструктивной особенности данных изделий. При этом расчетным случаем будет являться сжатие оболочки осевой силой, в результате оболочка может потерять устойчивость. Использование вафельных оболочек позволяет увеличить значение критической силы потери устойчивости по сравнению с гладкими оболочками. При этом вафельные оболочки менее чувствительны к начальным несовершенствам по сравнению с гладкими оболочками. В ходе данного исследования проведено влияние начальных несовершенств на величину критической силы потери устойчивости.

Методы и материалы; результаты. Для анализа влияния начальных несовершенств на величину критической силы потери устойчивости вафельных оболочек были рассмотрены три оболочки: TA01, TA07 и STA8.1 [1–3]. Экспериментальные значения силы потери устойчивости при осевом сжатии данных оболочек были получены в ходе эксперимента NASA. Также были получены размеры и формы начальных несовершенств данных оболочек. Для каждой из трех оболочек в программном комплексе Abaqus были созданы конечно-элементные модели оболочек переменной толщины с использованием конечных элементов типа S4. В модели были добавлены начальные несо-

вершенства, формы которых были получены в экспериментах NASA. После этого был проведен расчет на устойчивость при осевом сжатии данных оболочек в линейной и нелинейной постановке. При этом амплитуда начальных несовершенств варьировалась с целью получения совпадения расчетных и экспериментальных значений критической силы потери устойчивости.

Заключение. Проведено моделирование потери устойчивости вафельных оболочек при осевом сжатии с учетом влияния начальных несовершенств. В результате моделирования получено совпадение расчетных и экспериментальных значений критической силы. Сделан вывод о величине влияния начальных несовершенств на значение критической силы потери устойчивости вафельных оболочек при осевом сжатии.

Список источников

- [1] Hilburger M.W., Waters W.A., Haynie W.T. *Buckling Test Results from the 8-Foot-Diameter Orthogrid-Stiffened Cylinder*. Report Number: NASA/TP-2015-218785, 2015, с. 1–62.
- [2] Rudd M.T., Hilburger M.W., Lovejoy A.E., Lindell M.C., Gardner N.W., Schultz M.R. Buckling Response of a Large-Scale, Seamless, Orthogrid-Stiffened Metallic Cylinder. *Proceedings of the AIAA SciTech Forum*. Kissimmee, FL, United States, AIAA Paper no. 2018-1987, 2018. <https://doi.org/10.2514/6.2018-1987>
- [3] Hilburger M.W., Lindell M.C., Waters W.A., Gardner N.W. Test and Analysis of Buckling-Critical Stiffened Metallic Launch Vehicle Cylinders. *Proceedings of the AIAA SciTech Forum*. Kissimmee, FL, United States, AIAA Paper No. 2018-1697, 2018. <https://doi.org/10.2514/6.2018-1697>