

НЕЛИНЕЙНЫЙ РЕЗОНАНС И ПРОГНОЗ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫПУКЛЫХ ПОЛОГИХ ОБОЛОЧЕК

Грачев В.А., Найштут Ю.С.

Самарский государственный технический университет, Факультет промышленного и гражданского строительства, кафедра металлических и деревянных конструкций,
Россия, 443001, г. Самара, ул. Молодогвардейская 194,
Тел.: (846)339-14-94,
E-mail: neustadt99@mail.ru

Задачи потери устойчивости тонких упругих оболочек опять стали актуальными, так как обнаружены новые факты, связанные с разрушением конструкций [1, 2]. Основное противоречие состоит в следующем: предельные силы, при которых наблюдается потеря устойчивости оболочек (в процессе медленного приложения пропорционально увеличивающейся во времени нагрузки), оказываются меньше тех, которые предсказывает теория, отраженная в стандартах США и Европы. Теоретические предсказания до последнего времени основывались на решениях дифференциальных уравнений, предложенных Карманом и Фепплом. Вычисляется "нижнее критическое значение нагрузки", которое считается предельным при эксплуатации. Такой критерий проверен для многих практически важных загрузок, хотя известно, что он не является универсальным [3]. Новые материалы и условия эксплуатации оболочек требуют уточнения теоретических положений. Физико-математический анализ задачи показывает, что возникшие трудности могут быть преодолены, если учесть влияние динамических факторов в уравнениях Кармана-Феппля [4], а также ограничиться изучением перемещений, нормальных к исходной поверхности. Доказывается существование стоячих волн, основываясь на результатах экспериментального деформирования оболочки пробной нагрузкой и анализе возникающего дифференциального уравнения Дуффинга. Полученные сведения могут быть использованы для прогноза потери устойчивости, предлагается эксперимент, позволяющий найти коэффициент запаса несущей способности в условиях эксплуатации оболочки.

Литература.

1. Hilburger M., Developing the Next Generation Shell Buckling Design Factors and Technologies, 53rd AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics and Materials Conference, Structures, Structural Dynamics, and Materials, 2012 and Co-located Conferences, <https://doi.org/10.2514/6.2012-1686>
2. Lovejoy A., Legley D. C., Hilburger M., Przekop A. Lessons Learned from Large-Scale Aerospace Structural Testing, AIAA SciTech 2021 Forum 11–15 & 19–21 January 2021 VIRTUAL EVENT, <https://doi.org/10.2514/6.2021-1619>
3. Ворович И.И., Математические проблемы нелинейной теории пологих оболочек, — М.: Физматгиз. 1980.
4. Lewicka M., Mora M.G., Pakzad M.R., Shell theories arising as low energy Γ -limit of 3d nonlinear elasticity, Ann.Sc. Norm. Super. Pisa, Cl. Sci. (5) 9 (2) (2010) 253–295.