

0.1. Горынин А.Г. Асимптотическое расщепление задачи деформирования композитных цилиндрических оболочек под действием внутреннего давления

Цилиндрические оболочки из однородных изотропных и композиционных материалов являются важнейшими элементами многих современных конструкций, таких как трубопроводы, нефтепроводы и газопроводы, баллоны давления и т.д. При расчете прочности цилиндрических оболочек актуальным является вопрос построения непротиворечивых математических моделей, позволяющих определять напряженно-деформированное состояние оболочки с высокой точностью во всех слоях композита.

Рассматривается задача упругого деформирования композитной цилиндрической оболочки под действием внутреннего давления в осесимметричной постановке. Согласно методу асимптотического расщепления [1,2], решение построено путем разложения компонент тензора напряжений и вектора перемещений по степеням дифференциальных операторов, действующих вдоль оси цилиндра. При этом малым параметром выступает отношение толщины оболочки к длине цилиндра. Такой подход позволяет свести исходную двумерную осесимметричную постановку к последовательному решению одномерных задач, которые в свою очередь допускают аналитическое решение. В случае если получение аналитического решения затруднено, краевые задачи по толщине стенки цилиндра решаются численно с использованием конечно-элементного пакета с открытым исходным кодом FEniCS Project [3]. Произведено сравнение полученных аналитических и численных решений с решением исходной двумерной задачи в конечно-элементном пакете COMSOL, показавшее хорошее совпадение (в пределах 10 %) для различных значений радиуса, длины и толщины цилиндрической оболочки.

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Голушко С.К.

Список литературы

- [1] GORYNIN G., NEMIROVSKY Y. Deformation of Laminated Anisotropic Bars in the Three-dimensional Statement 1. Transverse-longitudinal Bending and Edge Compatibility Condition // *Mechanics of Composite Materials*. 2009. Vol. 45, N. 3, P. 257–280.
- [2] Голушко С.К., Горынин Г.Л., Горынин А.Г. Метод асимптотического расщепления в динамических задачах пространственной теории упругости // *Дифференциальные уравнения и математическое моделирование, Итоги науки и техн. Сер. Современ. мат. и ее прил. Темат. обз.* 2020. Т. 188. С. 43–53.
- [3] ALNAES M., BLECHTA J., HAKE J., JOHANSSON A., KEHLET B., LOGG A., RICHARDSON C., RING J., ROGNES M., WELLS G. The FEniCS Project Version 1.5 // *Archive of Numerical Software*. 2015. Vol. 3. N. 100.