

**0.1. Горынин А.Г. Математическое моделирование стесненного кручения композитных тонкостенных стержней методом асимптотического расщепления**

Тонкостенные композитные стержни используются в различных отраслях промышленности, в частности в авиастроении, где они выступают типовыми элементами конструкций, таких как лопасти, лонжероны и стрингеры. Известно, что эффект стесненного кручения значительно влияет на напряженно-деформированное состояние в тонкостенных стержнях [1]. Одной из основных трудностей построения теории расчета композитных тонкостенных стержней является выбор гипотез, позволяющих корректно описать возникающее напряженно-деформированное состояние в конструкции.

В работе получена математическая модель, позволяющая рассчитывать тонкостенные композитные стержни открытого профиля с учетом стесненного кручения. Разрешающая система уравнений получена методом асимптотического расщепления [2], где решение для компонент тензора напряжений и вектора перемещений ищется в асимптотическом смысле, как конечные суммы дифференциальных операторов по продольной переменной, что позволяет учесть в решении все компоненты в асимптотическом смысле и отказаться от введения гипотез. Проведена оценка точности разработанной математической модели относительно решения исходной трехмерной постановки задачи. Исходная задача решалась методом конечных элементов с использованием гексаэдральных элементов. Разрешающая система уравнений решалась численно с помощью метода коллокаций с использованием процедуры `bvpsolve` [3] библиотеки `Scipy` на языке `Python`. Для однородных стержней проведено сравнение полученных результатов с теорией тонкостенных стержней Власова [1]. Показано, что разработанная модель свободна от ограничений, накладываемых гипотезами Власова, и позволяет учитывать эффект стесненного кручения для более широкого класса конструкций, таких как композитные тонкостенные стержни и стержни уголкового типа.

*Работа выполнена в рамках реализации Программы Центра НТИ НГУ «Моделирование и разработка новых функциональных материалов с заданными свойствами».*

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

**Список литературы**

- [1] Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни / М.: Физматгиз, 1959. 568 с.
- [2] Горынин Г.Л., Немировский Ю.В. Пространственные задачи изгиба и кручения слоистых конструкций. Метод асимптотического расщепления / Новосибирск: Наука, 2004. 409 с.

- [3] KIERZENKA J., SHAMPINE L. F. A BVP Solver Based on Residual Control and the Matlab PSE // ACM Trans. Math. Softw. 2001. Vol. 27. N. 3. P. 229–316.