

# **Идентификация предварительных напряжений в круглых и кольцевых вязкоупругих пластинах Тимошенко**

*Богачев Иван Викторович, к.ф.-м.н.,  
научный сотрудник ИМММКН им. И.И.Воровича ЮФУ  
[bogachev89@yandex.ru](mailto:bogachev89@yandex.ru)*

*Тезисы доклада на семинаре 26.08.2022г.*

Новые материалы со сложной неоднородной структурой активно применяются во многих областях современной науки и производства. Среди них можно выделить функционально-градиентные материалы (ФГМ) и современные композиты, которые используются в авиастроении, космических технологиях, при разработке "умных" систем, при протезировании в медицине. К главным преимуществам таких материалов относится возможность их проектирования с широким диапазоном заранее определенных свойств, которые, в зависимости от практического предназначения, могут значительно изменяться по объему образцов. При этом важно учитывать тот фактор, что большинство технологических процессов изготовления ФГМ и композитов предполагают появление в них полей предварительных напряжений (ПН), оказывающих существенное влияние на надежность и работоспособность изделий. Процессы полимеризации, кристаллизации и охлаждения готового изделия, а также последующей ползучести и релаксации, характерные для вязкоупругих тел, являются причинами возникновения и определяют уровень и распределение предварительно напряженно-деформированного состояния в изделиях. Наличие ПН, например, часто проявляется в полимерных композитах, при изготовлении которых используется технология автоклава с последующим отверждением полученного материала. Такая технология, с одной стороны, позволяет избежать появления микродефектов, трещин и отслоений в композите, с другой стороны, это приводит образованию остаточных напряжений и деформаций, которые существенно влияют на механические характеристики композита. С учетом этих факторов особую практическую важность имеют обратные задачи идентификации ПН в объектах при контрольных процедурах после изготовления и в процессе эксплуатационного мониторинга. Для решения таких задач требуются специальные диагностические неразрушающие методики, отвечающие требованиям по быстродействию, точности и простоте практической реализации, например, методики, основанные на акустическом подходе.

В докладе будет представлено развитие исследования предварительно напряженных круглых и кольцевых неоднородных пластин в рамках гипотез Тимошенко с учетом наличия у них вязкоупругих (реологических) свойств. Для описания реологических свойств и затухания была использована трехпараметрическая модель стандартного вязкоупругого тела (в состав которой входят мгновенный и длительный модули, а также время релаксации). Построены модели установившихся колебаний рассматриваемых пластин, для чего был использован принцип соответствия Вольтерра, позволяющий заменить упругие модули в ранее полученных постановках для упругих пластин на комплексные модули, зависящие от радиальной координаты и частоты колебаний. Ранее разработанная методика решения прямых задач расчета колебаний на основе метода Галеркина была соответственно адаптирована с учетом того, что функции, входящие в состав постановок, являются комплекснозначными. Была проанализирована точность предложенной методики по сравнению с аналитическим решением в случае однородных пластин. Также был проведен анализ влияния как уровня ПН, так и времени релаксации на амплитудно-частотные характеристики и функции прогиба. В рамках полученных постановок для вязкоупругих пластин были сформулированы новые обратные задачи об определении ПН по информации об акустическом отклике. Для решения этих обратных задач был адаптирован разработанный ранее специальный проекционный подход. Представлены результаты соответствующих вычислительных экспериментов по решению прямых и обратных задач.