

Об определении предварительных напряжений в круглых неоднородных сплошных и кольцевых пластинах в рамках гипотез Тимошенко

*Богачев Иван Викторович, к.ф.-м.н.,
научный сотрудник ИМММКН им. И.И.Ворovich ЮФУ*
bogachev89@yandex.ru

Тезисы доклада на семинаре 29.10.2021г.

Актуальным направлением современного математического моделирования является разработка и совершенствование моделей неоднородных материалов, в том числе функционально-градиентных (ФГМ), учитывающих наличие в них характерных полей предварительных напряжений (ПН). Подобные материалы широко используются в современной наукоёмкой промышленности, в частности, в приборостроении, авиационной и космической отраслях, производстве компонентов ядерных реакторов. Причинами градиентности характеристик ФГМ могут быть неоднородности структуры химического состава, микроструктуры или атомного порядка, возникающие из-за особенностей их изготовления. Природой возникновения ПН в них чаще всего являются технологические температурные обработки с последующим остыванием, используемые в производстве ФГМ. Стоит отметить эксплуатационные проблемы, возникающие при использовании ФГМ, которые могут повлиять на прочностные характеристики, в частности, хрупкость и восприимчивость к экстремальным режимам эксплуатации, вызванные возможным развитием дефектов и концентраторов остаточных напряжений. Другой проблемой является необходимость верификации соответствия значений механических свойств заданным на этапе проектирования. В связи с этим особую важность имеют обратные задачи идентификации характеристик таких материалов – как механических свойств, так и ПН, как для проверки данных материалов на этапе изготовления, так и для текущей эксплуатационного мониторинга.

В докладе будет представлена модель неоднородных по радиальной координате круглой сплошной и кольцевой пластин в рамках гипотез Тимошенко, находящихся под действием плоского поля неоднородных предварительных напряжений. Рассмотрен случай осесимметричных установившихся изгибных колебаний, вызванных нормальной нагрузкой, приложенной к поверхности. Постановки задач записаны на основе общей линеаризованной модели предварительно напряженно-деформированного упругого тела. Для рассматриваемых гипотез Тимошенко в цилиндрической системе координат получены выражения для компонент несимметричного тензора напряжений Пиолы, а также для изгибающих моментов и перерезывающей силы, в состав которых входят функции предварительных напряжений. Построена схема решения прямых задач расчета колебаний пластин, основанная на методе Галеркина. С ее помощью был проведен анализ влияния компонент предварительных напряжений на амплитудно-частотные характеристики (АЧХ), определено, что наибольшим образом оно проявляется в окрестности резонансных частот. Сформулированы новые обратные задачи об определении ПН в пластинах на основе дополнительной информации о значениях АЧХ в некоторых точках пластин (акустическом отклике). Для решения обратных задач разработана специальная методика, основанная на предложенном ранее проекционном подходе. Представлены результаты соответствующих вычислительных экспериментов по решению прямых и обратных задач.