

## **О проекционном методе идентификации характеристик функционально-градиентных пластин в рамках гипотез Кирхгофа и Тимошенко**

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

*Тезисы доклада на семинаре 27.11.2020г.*

В современной механике новые модели пластин, изготовленных из функционально-градиентных материалов, часто применяются при решении задач, связанных с техническими объектами: пластинами с напылением из различных материалов, используемых при изготовлении лезвий и режущих дисков, мембранными датчиками давления, фланцами труб, поршневыми системами. В связи с этим, весьма актуальны задачи идентификации их характеристик, в том числе компонент тензора упругих характеристик и плотности, являющихся функциями пространственных координат. Для их решения требуется разработка эффективных методов неразрушающего контроля, основанных на акустическом подходе, как одном из наиболее простых в практической реализации и в связи с этим имеющем ряд преимуществ.

Данный доклад является развитием ранее проведенных исследований по моделированию неоднородных круглых пластин в рамках моделей Кирхгофа и Тимошенко. При этом в этих исследованиях и для модели Кирхгофа и для модели Тимошенко плотность считалась известной и постоянной, что, вообще говоря, для функционально-градиентных материалов не всегда выполняется. Однако, при использовании итерационного подхода из одного эксперимента восстановить сразу две функции не представляется возможным. При этом в задаче о колебаниях пластины в рамках модели Тимошенко для решения обратной задачи был разработан иной подход – проекционный. Он заключается в том, неизвестные функции механических характеристик, в частности, цилиндрической жесткости, а также прогиба и угла поворота нормали представлялись в виде разложений по некоторым системам линейно независимых функций, и затем последовательно решаются системы линейных и нелинейных уравнений относительно коэффициентов этих разложений. Позднее было выяснено, что ввиду того, что при использовании проекционного метода поиск решения осуществляется в некотором заданном классе функций, за счет чего происходит регуляризация исходной некорректной обратной задачи, данную методику можно использовать для идентификации сразу двух и более неизвестных функций.

В данной работе сформулированы две новые постановки обратных задач об одновременной идентификации функций цилиндрической жесткости и плотности при анализе установившихся колебаний круглой неоднородной по радиальной координате функционально-градиентной пластины в рамках моделей Кирхгофа и Тимошенко. Колебания возбуждаются приложенной к верхней грани пластины равномерно распределенной нагрузкой. Пластина считается симметричной по угловой координате и жестко защемленной по контуру. На основе вычислительных экспериментов по расчету колебаний пластин выявлено существенное влияние обеих искомым функций на амплитудно-частотные характеристики, что позволило в качестве входной информации для обратных задач использовать акустический отклик в некоторой точке пластины в заданном наборе частот. Для обеих постановок выведены слабые постановки задач, на основе которых построена обобщенная проекционная методика решения обратных задач. Ввиду наибольшей практической значимости задачи идентификации уровня и характера монотонности законов изменений жесткости и плотности пластины, которые в реальных объектах чаще всего являются монотонными функциями, идентификация искомым функций проводилась в классе линейных функций. Это позволило значительно облегчить вычислительную схему и увеличить скорость выполнения расчетов, в результате чего построенная методика позволяет проводить идентификацию на порядок быстрее, чем разработанные ранее итерационные подходы. Результаты идентификации с использованием разработанной методики проиллюстрированы наборами вычислительных экспериментов.