

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕОДНОРОДНОГО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В АНИЗОТРОПНОМ СЛОЕ

Дударев В. В.¹

Предварительные напряжения – особый вид напряжений, которые существуют в теле при отсутствии внешних механических или температурных нагрузках. Подобные напряжения возникают в результате большинства производственных процессов (литья,ковки, крутки и т.п.), также они содержатся в различных тканях живой материи [1-3]. Предварительные напряжения носят скрытый характер и играют важную роль при наложении критических нагрузок на объект, обычно приводя к преждевременному разрушению.

Представлена общая постановка задачи о колебаниях упругого тела при наличии предварительного напряженного состояния (ПНС) [4]. В качестве конкретного примера исследована задача об антиплоских колебаниях предварительно напряженного анизотропного слоя. Для упрощения задачи использовано интегральное преобразование Фурье по продольной координате. Представлены задачи нулевого, первого и второго приближения, соответствующие степеням параметра преобразования. Рассмотрение прямых задач об отыскании трансформант смещения при известном законе изменения ПНС сведено к решению интегральных уравнений Фредгольма второго рода. Для численного решения этих уравнений использован метод коллокаций, основанный на составной квадратурной формуле трапеции. Дана оценка точности составленных вычислительных схем. Исследовано влияние уровня предварительных напряжений на амплитудно-частотные характеристики слоя.

Сформулированы обратные задачи об отыскании законов изменения компонент тензора предварительных напряжений в рамках акустического метода [5]. В качестве способа решения этих задач предложен метод построения итерационного процесса. Представлены необходимые соотношения для отыскания неизвестных поправок в виде интегральных уравнений Фредгольма первого рода. Численное решение этих уравнений реализовано с помощью метода Тихонова А. Н. с автоматическим выбором параметра регуляризации [6].

¹Южный математический институт, Владикавказ, Россия; Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия;

Проведены вычислительные эксперименты по восстановлению неоднородного закона изменения ПНС в слое. Представлен анализ полученных результатов. Даны практические рекомендации по выбору частотных диапазонов и режимов нагружения для организации наиболее эффективной процедуры реконструкции.

Автор выражает благодарность своему научному руководителю Ватulyanu A. O. за предложенные пути решения представленной задачи.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 10-01-00194) и в рамках реализации ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009-2013 годы (госконтракт № П596).

Литература

1. Чернышев Г. Н., Попов А. Л., Козинцев В. М., Пономарев И. И. Остаточные напряжения в деформируемых твердых телах. — М: Наука, 1996. С. 356.
2. Биргер И. А. Остаточные напряжения.—М.: Машгиз, 1963.—С. 232.
3. Guillou A., Ogden R. W. Growth in soft biological tissue and residual stress development // Continuum Mechanics and Thermodynamics.—2007.—Vol. 19, № 5.—P. 47–62.
4. Гузь А. Н. Упругие волны в сжимаемых материалах с начальными напряжениями и неразрушающий ультразвуковой метод определения двухслойных остаточных напряжений // Прикладная механика.—1994.—Т. 30, № 1.—С. 3–17.
5. Dudarev V. V., Vatulyan A. O. On restoring of the pre-stressed state in elastic bodies // ZAMM - Journal of Applied Mathematics and Mechanics.—2011.—V. 91, № 6.—P. 485–492.
6. Тихонов А. Н., Арсенин В. Я. Методы решения некорректных задач. — М.: Наука, 1979. С. 288.