

МЕТОДОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ КРАЕВЫХ ЗАДАЧ ДЛЯ УПРОЧНЯЮЩИХСЯ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКИХ ТЕЛ С КОНЦЕНТРАТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЙ

В.А. Нифагин

БНТУ, Я. Коласа 24, 220000 Минск, Беларусь
VladNifagin@gmail.com

Разработана методология решения физически нелинейных пространственных краевых задач неголономной теории пластичности. Определяющие соотношения таких теорий, учитывающие эффект упрочнения материала, записываются в форме с приращениями, в силу чего основными методами их решения являются численные. В то же время качественный анализ напряженно-деформированного состояния пластических сред с концентраторами напряжений невозможен без получения аналитических решений основных задач. Рассматривается вариант метода возмущений, позволяющий представить нелинейную краевую упругопластическую задачу в виде последовательности связанных между собой линейных задач с фиктивными массовыми усилиями, определяемыми на каждом этапе. Для решения последовательности упругих задач на каждом этапе, применяется метод перевода исходной трехмерной задачи в четырехмерную, с последующей ее интерпретацией в двумерном комплекснозначном пространстве. Структуры матричных переменных и функций [1] позволяют дать математически и механически корректные описания и решения основных упругопластических задач, которые проверяемы, так как при вырождении в одномерное пространство возникают уже известные уравнения и решения, соответствующих плоских краевых задач. Полученные решения модельных задач обнаруживают хорошее соответствие расчетных и аналитических результатов [2]. Предлагаемый подход к построению конформного отображения пространственных областей с кусочно-гладкой границей на сферу, состоящий в математическом плане, в линеаризации системы нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, для сопряженных гармонических функций позволяет распространить предлагаемые методы на решение достаточно значимого класса прикладных задач.

Данные задачи решаются с помощью рекуррентных соотношений для напряжений и перемещений, найденных на основе специальных представлений функций нескольких комплексных переменных. Возникающая пространственная задача сопряжения редуцируется к связанным плоским задачам по проекциям пространственного сечения на координатные плоскости. Решения плоских задач сопряжения позволяют восстановить решение внутри трехмерной области.

На основе полученных представлений решена задача о шаровом концентрате напряжений в упругопластическом пространстве, при равномерном внешнем нагружении. На ее основе с использованием конформного отображения шара на эллипсоид решена задача о напряженно-деформированном состоянии в окрестности эллипсоидной полости. Проведен многопараметрический анализ состояния среды в окрестности полости. Сделаны выводы о перераспределении напряжений в непосредственной окрестности полости за счет более полного учета упругопластических свойств, в сравнении с нелинейной упругостью и деформационной пластичностью. Коэффициенты концентрации напряжений уменьшается пропорционально кривизне граничной кривой.

Литература

1. Богашов Ф.А. О представлении пространственных задач теории упругости в функциях комплексных переменных // Прикл. проб. прочн. и пластич. ГГУ, 1989. Вып. 41. С. 110–118.
2. Нифагин В.А. Методы функций многих комплексных переменных в пространственных задачах математической теории пластичности. Мн.: БНТУ, 2008. 191 с.