

АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ В УПРУГИХ ТЕЛАХ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ПРИ УСЛОВИЯХ ИДЕАЛЬНОГО КОНТАКТА И СКОЛЬЖЕНИЯ*

Н.В. Чертова, Ю.В. Гриняев

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

Исследуется деформированное состояние на границе раздела в контактирующих телах при условиях идеального контакта и скольжения тел. Рассматриваемые граничные условия реализуются на границах раздела многофазных и структурно неоднородных упругих тел в процессах трения, распространения поверхностных волн и используются при решении многих задач. Исследование деформированного состояния на границе раздела упругих тел проводится в рамках задачи прохождения упругой волны через границу раздела. Полученные аналитические выражения для коэффициентов Френеля позволяют рассчитать их зависимости и зависимости амплитуд деформаций в контактирующих телах от угла падения волны на границу раздела при условиях идеального контакта и скольжения. Проанализировано влияние граничных условий, свойств контактирующих тел и характера внешнего воздействия, определяемого типом падающей волны, на деформированное состояние на границе.

Ключевые слова: упругие волны, граница раздела, граничные условия, коэффициенты отражения и преломления, амплитуды деформаций.

Введение

Научные исследования по созданию новых конструкционных материалов ведутся постоянно на протяжении многих лет. Большинство перспективных материалов представляют собой композиты, которые обладают значительными преимуществами по сравнению с однородными материалами [1–3]. В числе преимуществ композиционных материалов отмечают высокую прочность и жесткость, усталостную долговечность. В процессе изготовления композитов могут быть также улучшены износостойкость, теплопроводность, термоизоляция и другие механические свойства. Отличительной особенностью композитов является структурная неоднородность, определяемая элементами армирования, и наличие большого числа внутренних границ раздела. Внутренние границы раздела являются важной функциональной подсистемой в деформируемом твердом теле и существенно влияют на физические и эксплуатационные свойства композиционных материалов [4–6].

Цель данной работы – изучение деформированного состояния в контактирующих упругих телах при граничных условиях идеального контакта и скольжения. Граничные условия идеального контакта предполагают непрерывность компонент вектора смещений и тензора напряжений на границе. При условии идеального скольжения на границе раздела непрерывны нормальные компоненты вектора смещения и тензора напряжения, компоненты касательных напряжений равны нулю [7]. Оба граничных условия реализуются в действительности и используются при описании границ раздела матрицы и армирующего элемента композиционного материала [2]. Поскольку напряженно-деформированное состояние является результатом распространения, взаимодействия и затухания упругих и упруго-пластических волн, рассмотрим задачу прохождения волны через плоскую границу раздела двух упругих полупространств с целью исследования деформаций в контактирующих телах на границе. Плоская граница раздела соответствует структуре слоистых твердотельных композитов и в локальном приближении может описывать границы раздела композитов, армированных дисперсными частицами и волокнами [8–9].

Классическая задача, целью которой являются закономерности распространения волн через границу раздела, рассматривается во многих работах [10–11]. При решении этой задачи находятся коэффициенты Френеля и потоки энергии первичной и вторичных волн. Коэффициенты отражения и преломления позволяют определить компоненты деформаций на границе [11–13]. Поведение волн и напряженно-деформированное состояние на границе раздела упругих тел при условии идеального контакта подробно рассмотрено в [12], результаты анализа деформаций на границе при условии скольжения контактирующих тел представлены в [13]. Деформированное состояние на границе в каждом из контактирующих тел в работах [12, 13] не исследовалось. Амплитуды де-

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW-2021-0002.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>