

ВВЕДЕНИЕ

Задачи механики деформируемого твердого тела, связанные с исследованием волновых полей в анизотропных средах, принадлежат к числу наиболее сложных и важных как в теоретическом отношении, так и с практической точки зрения. Их актуальность вызвана постоянно растущей необходимостью использования результатов новых научных исследований в современных отраслях науки и техники, а также формированием наглядных физических представлений о поведении упругих, термоупругих, пьезоактивных волн в анизотропных средах. В то же время до настоящего времени было известно не так много случаев применения аналитических подходов к решению динамических задач механики сплошных сред, что связано с желанием исследователей освободиться от излишней громоздкости вычислений и результатов. Это привело к значительному отставанию в развитии традиционных методов, каким является метод характеристик (метод слабых разрывов) и метод сильных разрывов. В то же время возможности и средства современной вычислительной техники делают доступным решение динамических задач высокой степени сложности и позволяют математически моделировать волновые процессы в сплошных средах на основе метода характеристик. Это тем более важно, поскольку распространение поверхностей разрыва поля перемещений, температур и других полей в математическом формализме теории упругости отвечает большинству разрывных воздействий на тела, имеющих практическое значение. Настоящая работа посвящена применению метода характеристик и теории разрывных решений к исследованию закономерностей распространения волновых движений в классических и микрополярных упругих средах и вязких жидкостях, возбуждаемых точечными и объемными нестационарными источниками возмущений.

В первой части книги сформулированы определения поверхностей сильного и слабого разрывов, а также представлены результаты реализации

метода характеристик и метода сильных разрывов применительно к системе уравнений движения анизотропной упругой среды. На основании соответствующего уравнения характеристик получены выражения для скоростей распространения квазипродольных и квазипоперечных волн, а также координат точек среды, определяющих геометрию волновых фронтов. Для различных материалов кубической системы симметрии, гексагонально и тригонально анизотропных материалов и ортотропных тел выполнены построения поверхностей обратных скоростей и волновых поверхностей. С учетом особенностей распространения трехмерных фронтов упругих волн сформулирована новая классификация (разбиение на группы с общими свойствами) кубически анизотропных сред.

Во второй части книги представлены результаты применения метода характеристик к определяющим уравнениям и системам уравнения движения классической и гиперболической теории термоупругости, а также теории термоупругости с двумя временами релаксации тепловых возмущений. Здесь также проведен анализ поверхностей обратных скоростей и трехмерных фронтов модифицированных упругих и тепловых волн для кубически и гексагонально анизотропных материалов. Значительное внимание уделено нахождению уравнений характеристик и их решению для систем уравнений движения изотропных, анизотропных и микрополярных сред, учитывающих конечное время релаксации тепловых возмущений.

Основное содержание третьей части составляют результаты исследований влияния эффекта взаимосвязи электрических и механических свойств упругой среды на фазовые и лучевые скорости распространения упругих волн в пьезоэлектрических кубически и тригонально анизотропных материалах. В частности, представлены результаты построения поверхностей обратных скоростей и волновых фронтов для ниобата лития, танталата лития и α -кварца. Кроме этого, в третьей части представлены результаты применения метода характеристик к системе электродинамических уравнений Максвелла в случае анизотропной среды, а также проведен анализ возникновения лакун на фронте одной из электромагнитных волн. Аналогичный анализ выполнен для магнитоупругой среды и магнитной жидкости с идеальной проводимостью.

Четвертая часть книги содержит результаты применения метода характеристик к гиперболическим и параболическим системам дифференциальных уравнений, описывающим сплошные среды со сложными свойствами. В частности, здесь получено уравнение характеристик для системы уравне-

ний движения кубически анизотропной микрополярной среды и с его помощью выполнен анализ влияния одной из микрополярных констант упругости на распространение упругих волн. Проведен анализ распространения трехмерных волновых движений от сосредоточенного источника возмущений для предварительно напряженных сред в случаях, когда влияние начального напряженного состояния можно определить в рамках геометрически линейной теории или нелинейной теории деформированного твердого тела. Аналогичные исследования закономерностей распространения волн деформаций выполнены для сред, описываемых определяющими соотношениями в форме произвольных перекрестных зависимостей между первыми инвариантами тензоров и вторыми инвариантами девиаторов напряжений и деформаций. В качестве конкретных примеров таких зависимостей рассмотрены неупругие материалы с малыми упругопластическими деформациями и среды, обладающие внутренним трением. Также в четвертой части обсуждаются вопросы, связанные с особенностями реализации метода характеристик и метода сильных разрывов применительно к системам уравнений движения, описывающим микрополярную вязкую жидкость, а также полумоментные вязкую и упругую среды.

Полученные результаты могут быть использованы при проведении натуральных экспериментов по определению различных физико-механических констант и корректной интерпретации экспериментальных данных. Сведения об особенностях распространения волновых фронтов могут быть применены для определения ориентации и размеров развивающегося дефекта (типа трещины) по принимаемым акустическим сигналам и развития метода акустической эмиссии, позволяющего выполнять неразрушающий контроль конструкций.