


**Масанов Ж.К.,
Тугельбаева Г.К.,
Кожобеков Ж.Т.**

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГИХ
И УПРУГО-ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИХ
ВОЛН В СЛОИСТЫХ
ПОЛУПРОСТРАНСТВАХ
С ПОЛОСТЬЮ**



МОНОГРАФИЯ

Военный институт Сухопутных войск
Институт механики и машиноведения им. академика
У.А.Джолдасбекова

Масанов Ж.К., Тугельбаева Г.К., Кожобеков Ж.Т.

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГИХ
И УПРУГО-ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИХ
ВОЛН В СЛОИСТЫХ ПОЛУПРОСТРАНСТВАХ
С ПОЛОСТЬЮ**

Монография

Алматы 2020

УДК Б 39.374(035.3)
ББК 22.251
Р 24

Рекомендовано к печати
Ученым советом ВИСВ Протокол №1 от 30 сентября 2020 г.

Рецензенты:

А.А.Баймуханов – доктор физико-математических наук, профессор,
Л.Б.Атымтаева - доктор физико-математических наук, профессор

Р 24 Масанов Ж.К., Тугельбаева Г.К., Кожобеков Ж.Т.
Распространение упругих и упруго-вязкопластических волн
в слоистых полупространствах с полостью. Монография.
– Алматы, 2020. - 292 с.

ISBN 978-601-80592-4-7

В монографии исследовано упругие и упруго-вязкопластические волновые процессы в полупространстве с полостью различной геометрической формы при воздействии динамической нагрузки. Рассмотрены стационарные и нестационарные двумерные осесимметричные задачи при действии подвижной и неподвижной нагрузки для слоистых пространств с полостью. При решении динамических задач применены методы характеристик и «распада-разрыва» С.К.Годунова и разработкой комплекса вычислительных прикладных программ. Результаты исследований позволяют выявить характеристики волновых процессов вокруг полостей и их напряженно-деформированное состояние, которые необходимы для оценки прочности подземных сооружений.

УДК Б 39.374(035.3)
ББК 22.251

ISBN 978-601-80592-4-7

© . Масанов Ж.К., Тугельбаева Г.К.,
Кожобеков Ж.Т., 2020

Введение

Современные достижения динамики деформируемого твердого тела тесно связаны с бурным развитием новых отраслей машиностроения и интенсивным применением взрывных работ в горно-добывающей промышленности, в строительном деле, в том числе в возведении военных сооружений.

Исследование распространения волн напряжений в упругих и упруго-вязкопластических средах является одним из актуальных направлений математической физики и имеет большое прикладное значение. Так как в инженерной сейсмологии и сейсморайонировании большой интерес представляют задачи распространения волн в грунтовых слоях, лежащих на более жестких коренных породах.

Основным источником для исследования и определения глубинных строений в сейсморазведке и в специальных задачах инженерной сейсмологии, где моделируются волновые движения, являлись взрывы. Взрыв, как источник динамического возбуждения, обладает рядом недостатков, к которым относятся наличие большого количества набора частот, содержащихся в колебаниях, и ограничение в соответствии с требованиями охраны окружающей среды.

В связи с этим в последнее время, получили широкое применение невзрывные источники сейсмических колебаний, применяемые для изучения глубинных недр Земли. Они удобны большой мобильностью и желаемыми параметрами. По сравнению с взрывами они являются более безопасными, дешевыми и экологически безвредными. Невзрывные источники колебаний широко применяются при сейсмических зондированиях нефти и газа, тем более что современные технологии требуют соответственно повышенной точности в контроле расчетов.

Реальные процессы, протекающие при возбуждении сейсмических волн невзрывными поверхностными источниками, наиболее точны и полны и описывают задачи, когда на полупространство действует определенная динамическая нагрузка. Исследования закономерностей распространения волн в различных по структуре средах имеют важное фундаментальное и практическое значение.

Содержание

Введение	3
1 Некоторые двумерные осесимметричные задачи динамики упругих упруго-вязкопластических сред	
1.1 Стационарные задачи на упруго-вязкопластической модели Соколовского-Мальверна - Пэжины	
1.1.1 Основные уравнения упруго-вязкопластической среды.....	10
1.1.2 Уравнения характеристик и соотношения на характеристиках и алгоритм счета.....	13
1.1.3 Поведение бесконечной упруго-вязкопластической среды при действии ступенчатых нагрузок.....	18
1.1.4 Напряженное состояние упруго-вязкопластической среды при действии конечной ступенчатой нагрузки.....	30
1.1.5 Напряженное состояние упруго-вязкопластической среды при действии линейно-распределенной нагрузки.....	31
1.2 Стационарные задачи на упруго-вязкопластической модели Ивелера	
1.2.1 Определяющие уравнения упруго-вязкопластической среды.....	53
1.2.2 Характеристики и соотношения на них....	61
1.2.3 Действие полубесконечной ступенчатой и линейно распределенной подвижных нагрузок.....	42
1.3 Нестационарные задачи на упругой модели	
1.3.1 Исходная система уравнений, конечно-разностные уравнения для внутренних и граничных точек (метод Батлера-Клифтона)	53
1.3.2 Действие цилиндрической нагрузки, зависящей от осевой координаты и приложенной на конечном участке полости.....	61
1.3.3 Действие динамической нагрузки, приложенной на конечном и полубесконечном участках полости.....	93
2 Распространение упругопластических волн в слоистых грунтовых основаниях.	
2.1 Нестационарные задачи распространения волн напряжений в упруго-вязкопластических средах (Модель Соколовского-Мальверна-Пэжины)	

2.1.1	Определяющие уравнения упруговязкопластической среды.....	76
2.1.2	Волновое движение полупространства и слоя при действии нормальных усилий.....	78
2.1.3	Волновое движение полупространства при действии сжимающе-сдвигающих усилий.....	86
2.1.4	Колебание слоя, лежащего на жестком основании, при действии сжимающе-сдвигающего усилия (различные формы нагружения).....	91
2.1.5	Колебание слоя, лежащего на упругом основании.....	94
2.2	Отражение и преломление плоских стационарных волн при наклонном падении на границу слоя и полупространства	
2.2.1	Исходная система, характеристики и соотношения на них.....	110
2.2.2	Отражение и преломление продольной волны от границы слоя и полупространства.....	116
2.2.3	Отражение и преломление поперечной волны от границы слоя и полупространства.....	118
2.2.4	Результаты численных расчетов.....	119
2.3	Действие поверхностной динамической нагрузки на слоистое полупространство с полостью.....	122
2.3.1	Постановка задачи и исходная система уравнений.....	123
2.3.2	Вывод основных расчетных соотношений.....	127
2.3.3	Результаты численных расчетов.....	131
3	Распространение упругих волн в изотропном однородном полупространстве с цилиндрической полостью	
3.1	Волновое поле вокруг цилиндрической полости, возникающее при воздействии динамической нагрузки со стороны свободной поверхности	
3.1.1	Постановка задачи и основные уравнения упругого волнового поля вокруг бесконечной цилиндрической полости.....	135
3.1.2	Вывод конечно-разностных уравнений на основе метода «распада разрыва» С.К.Годунова.....	137
3.1.3	Конечно-разностные уравнения волнового поля вокруг бесконечной цилиндрической полости методом «распада разрыва» С.К.Годунова...	143

3.1.4	Численные расчеты распространения волнового поля в упругой однородной среде и их анализ.....	147
3.2	Упругие волновые процессы вокруг конечной составной цилиндрической полости при воздействии динамической нагрузки со стороны свободной поверхности	
3.2.1	Напряженно-деформированное состояние упругого полупространства с конечной цилиндрической полостью.....	159
3.2.2	Конечно-разностные уравнения напряженно-деформированного состояния вблизи конечной цилиндрической полости.....	160
3.2.3	Численные решения значения скоростей и напряжений частиц полупространства с конечной полостью и их анализ.....	168
3.3	Влияние динамической нагрузки, действующей со стороны дневной поверхности на полупространство с конечной составной цилиндрической полостью различного радиуса	
3.3.1	Распространения упругих волн в полупространстве с конечной составной цилиндрической полостью различного радиуса	176
3.3.2	Конечно-разностные уравнения волнового поля упругого полупространства с конечной составной цилиндрической полостью различного радиуса.....	178
3.3.3	Волновое поле вокруг цилиндрической полости и их анализ.....	188
4	Распространения волн в слоистом массиве с полостью	
4.1	Исследования распространения волн в упруго-вязко-пластическом в четверти пространство с полостью	
4.1.1.	Постановка задачи и основные уравнения упруго-вязко-пластических волн в четверти пространство с полостью	196
4.2	Вывод конечно-разностных уравнений на основе метода «распада разрыва» С.К. Годунова.....	219
	Заключение.....	247
	Приложение.....	251
	Список использованных источников.....	

Масанов Ж.К., Тугельбаева Г.К., Кожобеков Ж.Т.

**РАСПРОСТРАНЕНИЕ УПРУГИХ
И УПРУГО-ВЯЗКОПЛАСТИЧЕСКИХ
ВОЛН В СЛОИСТЫХ ПОЛУПРОСТРАНСТВАХ
С ПОЛОСТЬЮ**

Монография

Подписано в печать 01.10.2020 г. Формат 60x84 1/16.
Объем 19,44 п.л. Тираж 500 экз. Заказ №72.



Тиражировано из готовых файлов издательско-полиграфическом сервис
центре "Darkhan" 050063, г. Алматы, Жетысу – 3, дом 15