

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

Рецензенты:

кандидат физико-математических наук *С.И. Жаворонок*, ведущий научный сотрудник
отдела «Механика адаптивных и композиционных материалов и систем»
ФГБУН «Институт прикладной механики Российской Академии наук» (ИПРИМ РАН);
профессор, академик РААСН *В.И. Андреев*

Монография рекомендована к публикации научно-техническим советом НИУ МГСУ

Турусов, Роберт Алексеевич.

Т88

Механика фронтально растущих тел [Электронный ресурс] : монография / Р.А. Турусов ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, кафедра сопротивления материалов. — Электрон. дан. и прогр. (6,0 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2022 (Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ). — URL: <http://lib.mgsu.ru>. — Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-5-7264-3106-2 (сетевое)

ISBN 978-5-7264-3107-9 (печатное)

Фронтальный рост тел часто сопровождается изменением фазового состояния вещества, приводящего к превращению свойств и плотности, что в свою очередь приводит к возникновению или изменению напряженно-деформированного состояния растущего тела. Примеры тому: твердение больших металлических отливок, выращивание и твердение бетонных изделий и зданий, аддитивные технологии, намоточные толстостенные изделия из армированных анизотропных полимеров, выращивание кристаллов и многоцентровое отверждение (например поликристаллы), растущая кора и развитие планет при действии гравитации, рост скелетов живых организмов и т.п. В книге применяется теория в двух вариантах (дискретная и континуальная), в компетенции которых входят указанные выше практически важные проблемы. Эти теории способны описать кинетику НДС указанных разнообразных фронтально растущих твердых растущих тел, включая при необходимости гравитационное сжатие и разрушение атома.

Для научных работников, аспирантов, инженеров строительной области.

Научное электронное издание

© ФГБОУ ВО «НИУ МГСУ», 2022

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Механические явления при фронтальном отверждении массивных изделий из различных материалов. Представление фронта.....	9
Глава 1. ДИСКРЕТНЫЙ ПОДХОД В МЕХАНИКЕ ФРОНТАЛЬНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ.....	10
1.1. Отверждение сферы при движении фронта от внутренней поверхности к периферии. Изотропный материал.....	10
1.2. Отверждение шара при движении фронта от внешней поверхности к центру. Изотропный материал.....	15
Глава 2. КОНТИНУАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ МЕХАНИКИ ФРОНТАЛЬНОГО ОТВЕРЖДЕНИЯ.....	21
2.1. Условия сильного разрыва на фронте отверждения.....	21
2.2. Краевая задача и принципы соответствия при фронтальном отверждении упругих тел и идеальной жидкости.....	29
2.3. Фронтальное отверждение первоначально вязких тел.....	33
Глава 3. ОРТОТРОПНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ ЦИЛИНДР.....	38
3.1. Отверждение намоточного композита ортотропной структуры фронтом, движущимся от внешней поверхности к оправке. Дискретный подход.....	38
3.2. Континуальный подход к решению задачи об отверждении ортотропного цилиндра на оправке фронтом, движущимся от внешней поверхности к внутренней. Сравнение результатов по обеим теориям.....	42
Глава 4. О ЗАКОНЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ РАСТУЩИХ В ВЯЗКОЙ СРЕДЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ. ПЛОСКАЯ ЗАДАЧА В БИПОЛЯРНЫХ КООРДИНАТАХ.....	48
Глава 5. МЕХАНИЧЕСКОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДВУХ РАСТУЩИХ В ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ ТВЕРДЫХ ШАРОВ. ЗАДАЧА В БИСФЕРИЧЕСКИХ КООРДИНАТАХ.....	57
5.1. Модель фронтального отверждения и силы взаимодействия двух растущих сферических тел.....	60
5.2. Расчет вязкого течения и силы притяжения для системы двух растущих сферических глобул.....	62
5.3. Специальные координаты.....	64
5.4. Нахождение величины давления в жидкой фазе между растущими глобулами.....	68
Глава 6. НАМОТКА ОРТОТРОПНОГО ЦИЛИНДРА ИЗ ВОЛОКНИСТОГО ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА БЕЗ ОПРАВКИ И С ОПРАВКОЙ.....	73
6.1. Намотка без оправки.....	73
6.2. Намотка на упругую изотропную оправку.....	78

Глава 7. ЭКСПЕРИМЕНТ. НАМОТКА НЕТКАНОГО ХОЛСТА ДЛЯ КОМПОЗИТА ИПРЕСКОНА, ПОЛУЧАЕМОГО ПО ЧЕСАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ С ИГЛОПРОБИВАНИЕМ.....	90
7.1. Исследуемый материал и технологии получения цилиндрических изделий.....	90
7.2. Представление модели.....	92
7.3. Экспериментальная часть и численный расчет. Испытания полотна на растяжение.....	95
7.4. Анализ полученных результатов	99
Глава 8. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ КРИТЕРИЙ ГАРАНТИРОВАННОЙ МОНОЛИТНОСТИ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНОГО ЦИЛИНДРА	101
8.1. Создание толстостенного ортотропного цилиндра из армированного полимера	101
8.2. Оценка взаимодействия кольца и оправки. Эксперимент и теория. Послойное отверждение	110
Глава 9. ПРИМЕР АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ. ОДНОМЕРНАЯ ЗАДАЧА ФРОНТАЛЬНО РАСТУЩЕГО ТЕЛА НА УПРУГОЙ ПОДЛОЖКЕ ПЛЮС КОНТАКТНЫЙ СЛОЙ	114
9.1. Абсолютное адгезионное взаимодействие наращиваемого материала с подложкой	114
9.2. Фронтальный одномерный рост с контактными слоями.....	116
Глава 10. КАПИЛЛЯРНАЯ МОДЕЛЬ КОМПОЗИТА.....	125
10.1. Постановка и решение задачи	125
10.2. Экспериментальное исследование кипения (разрывов) жидкостей в капилляре.....	129
Глава 11. ВЛИЯНИЕ РАСТУЩЕЙ ТВЕРДОЙ КОРЫ НА РАЗВИТИЕ ПЛАНЕТЫ (МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ НАПРЯЖЕННО- ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛАНЕТЫ)	134
11.1. Введение	134
11.2. Основные гипотезы образования и роста твердой коры планеты. Кинетика напряженно-деформированного состояния растущей коры. Сравнение давлений в Земле и Пангее.....	136
11.3. Отверждение планеты при движении фронта от внешней поверхности к центру	140
11.4. Напряженно-деформированное состояние растущей твердой коры планеты при действии гравитации.....	148
11.5. Напряжения в планете от совместного действия растущей твердой коры и гравитации	153
Глава 12. ГРАВИТАЦИОННОЕ СЖАТИЕ АТОМА ВОДОРОДА.....	158
Заключение.....	165
Библиографический список	167