

Б. И. Биргер

**ДИНАМИКА
ЛИТОСФЕРЫ
ЗЕМЛИ**



URSS

Б. И. Биргер

ДИНАМИКА ЛИТОСФЕРЫ ЗЕМЛИ



URSS

МОСКВА

Биргер Борис Исаакович**Динамика литосферы Земли. — М.: ЛЕНАНД, 2016. — 256 с.**

Крупномасштабная тепловая конвекция в мантии Земли формирует в каждой конвективной ячейке верхний холодный пограничный слой, который движется как целое вдоль земной поверхности и почти не испытывает деформаций. Тектоника плит отождествляет эти пограничные слои с литосферными плитами. В литосферных плитах нет крупномасштабного конвективного движения, а имеющийся в них значительный вертикальный градиент температуры приводит к выносу тепла за счет теплопроводности. Напротив, в мантии, подстилающей литосферу, градиент температуры мал, а перенос тепла осуществляется интенсивным конвективным движением, вызывающим большие деформации. Лабораторные эксперименты с образцами горных пород показывают, что при малых деформациях и постоянном напряжении имеет место неустановившаяся ползучесть, при которой рост деформаций со временем хорошо описывается известным законом Андраде, скорость деформации уменьшается, а эффективная вязкость растет со временем. Неустановившаяся ползучесть при переменном напряжении описывается наследственным (имеющим память) линейным интегральным соотношением, которое при постоянном напряжении сводится к закону Андраде. Таким образом, ползучесть литосферы принципиально отличается от ползучести подстилающей мантии, что связано с различием в уровнях деформаций.

Эта книга посвящена исследованию геофизических процессов, происходящих в литосфере. При рассмотрении литосферных процессов необходимо иметь представление и о реологии всей мантии. Течения, вызванные литосферным процессом, проникают в подстилающую мантию, где они накладываются на основное конвективное течение, связанное с большими деформациями и нелинейной установившейся ползучестью. Наложенные течения описываются линейным реологическим уравнением, вид которого зависит от характеристик основного и наложенного течений.

В реологической модели, которая применяется в этой книге и описывает упругость, хрупкость и ползучесть материала, эффективная вязкость зависит от характерной длительности или периодичности рассматриваемого процесса. Эффективные вязкости, характеризующие литосферные процессы различной длительности, рассмотренные в этой книге, отличаются друг от друга на несколько порядков величины, но поскольку используется единая для всех процессов реологическая модель, можно установить соотношения, связывающие эти эффективные вязкости.

Рецензент: член-корр. РАН *С. М. Молоденский*

Формат 60×90/16. Печ. л. 16. Зак. № АЛ-103.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД».

117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, 11А, стр. 11.

ISBN 978-5-9710-3816-0

© ЛЕНАНД, 2016

20163 ID 219425



9 785971 038160

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	
 URSS	E-mail: URSS@URSS.ru
	Каталог изданий в Интернете: http://URSS.ru
	Тел./факс (многоканальный): + 7 (499) 724 25 45

Оглавление

Введение	7
Глава 1. Реология	17
§ 1. Простая жидкость с затухающей памятью	19
§ 2. Неустановившаяся ползучесть горных пород	22
§ 3. Периодические, наложенные и квазистационарные течения	31
§ 4. Реология коры и мантии	35
§ 5. Послеледниковые течения и эффективная вязкость литосферы	39
§ 6. Зависимость толщины упругой коры от длительности процесса	41
§ 7. Применение преобразований Лапласа и Фурье	45
Заключение	49
Глава 2. Затухание сейсмических волн	50
§ 1. Реология Ломнитца	50
§ 2. Сейсмические волны, чандлеровские колебания и приливы в мантии	55
§ 3. Универсальная реологическая модель	63
Заключение	66

Глава 3. Реологическая анизотропия мантии Земли и затухание сейсмических волн.....	68
§ 1. Ползучесть монокристалла	69
§ 2. Анизотропия, вызванная конвективным течением	71
§ 3. Упругие волны в среде с анизотропной реологией	75
§ 4. Анизотропное затухание в монокристалле	80
§ 5. Данные лабораторных исследований ползучести монокристаллов оливина	85
§ 6. Анизотропное затухание сейсмических волн в мантии	87
§ 7. Неустановившаяся диффузионная ползучесть	90
Заключение	95
Глава 4. Конвективная устойчивость литосферы	98
§ 1. Конвективные волны в слое с реологией Андраде.....	100
§ 2. Граничные условия на нижней поверхности литосферы.....	110
§ 3. Неустойчивость неподвижной литосферы, под которой происходит мантийная конвекция	116
§ 4. Неустойчивость неподвижной литосферы с неустановившейся ползучестью	121
§ 5. Мелкомасштабная неустойчивость литосферы.....	126
Заключение	131

Глава 5. Неустановившаяся ползучесть, зависящая от температуры, и формирование осадочных бассейнов на кратонах.....	133
§ 1. Зависимость неустановившейся ползучести от температуры.....	136
§ 2. Граничные условия	140
§ 3. Анализ конвективной устойчивости	145
§ 4. Восстановление изостазии и возбуждение конвективных колебаний в литосфере	149
§ 5. Конвективные волны в кратоновой литосфере.....	157
Заключение	165
Глава 6. Термоконвективные волны в случае слабой надкритичности	169
§ 1. Линейная самомодуляция	170
§ 2. Нелинейная самомодуляция. Групповой солитон	177
Заключение	184
Глава 7. Восстанавливающие изостазию течения в литосфере	186
§ 1. Реологические свойства литосферы при восстанавливающих изостазию течениях	187
§ 2. Использование преобразований Лапласа и Фурье в задаче об изостатических течениях.....	190
§ 3. Точечные начальные возмущения	197
Заключение	203

Глава 8. Складкообразование, вызываемое горизонтальным сжатием.....	206
§ 1. Хрупкость земной коры.....	208
§ 2. Анализ устойчивости течения, вызванного горизонтальным сжатием.....	213
Заключение	227
Глава 9. Накопление упругих деформаций в верхней коре на запертых разломах и тектономагнитный эффект	230
§ 1. Течения в окрестности трансформного разлома.....	232
§ 2. Зависимость упругих деформаций от времени	236
§ 3. Магнитное поле, генерируемое течением в коре	241
Заключение	245
Приложение	246
Литература.....	249