

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ
И ГЕОХИМИИ



О. А. Богатиков
В. И. Коваленко
Е. В. Шарков

Магматизм, тектоника, геодинамика Земли



НАУКА

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГЕОЛОГИИ
РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ,
ПЕТРОГРАФИИ, МИНЕРАЛОГИИ
И ГЕОХИМИИ
(новая серия)

Вып. 3

О.А. Богатиков
В.И. Коваленко
Е.В. Шарков

Магматизм, тектоника, геодинамика Земли

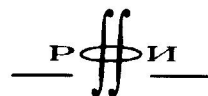
Связь во времени и в пространстве

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
член-корреспондент РАН В.В. ЯРМОЛЮК



МОСКВА НАУКА 2010

УДК 551.1
ББК 22.654.1
Т78



*Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
по проекту № 09-05-07051-д*

Труды Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии : новая серия / Ин-т геологии руд. месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН. – М., 1995–.

Вып. 3 : Магматизм, тектоника, геодинамика Земли : Связь во времени и в пространстве / О.А. Богатиков, В.И. Коваленко, Е.В. Шарков ; отв. ред. В.В. Ярмолюк. – М. : Наука, 2010. – 606 с. – ISBN 978-5-02-036923-8 (в пер.).

Книга представляет собой синтез современных данных о развитии тектономагматических процессов в истории Земли. Приведены многочисленные примеры взаимоотношений магматизма и тектоники на территории бывш. СССР, а также других регионов мира, характеризующие главные этапы геологической истории Земли. Показано, что Земля представляет собой саморазвивающуюся систему, прошедшую несколько стадий развития. Проведено сравнение эволюции тектономагматической активности на Земле и на Луне, что имеет важное значение для разработки современной теории развития планет земной группы. Приведены справочные данные о магматизме, геодинамике, тектонике, внутреннем строении, среднем составе магматических пород Земли, а также сведения о химизме пород Луны, Марса и Венеры.

Для геологов широкого профиля, занимающихся вопросами петрологии, геохимии и тектоники, специалистов в области планетологии, преподавателей и студентов вузов.

По сети “Академкнига”

ISBN 978-5-02-036923-8

- © Российская академия наук и издательство “Наука”, продолжающееся издание “Труды Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН”, 1995 (год основания), 2010
- © Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, 2010
- © Богатиков О.А., Коваленко В.И., Шарков Е.В., 2010
- © Редакционно-издательское оформление. Издательство “Наука”, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	11
Глава 1	
Геодинамика Земли	14
1.1. Общие сведения о глубинном строении современной Земли.....	14
1.1.1. Земная кора	15
1.1.2. Верхняя мантия	19
1.1.3. Глубокая мантия Земли	23
1.1.4. Ядро Земли	24
1.2. Геодинамические и тектонические процессы.....	25
1.2.1. Геосинклинальная модель	25
1.2.2. Тектоника литосферных плит.....	26
1.2.3. Концепция мантийных плюмов.....	27
1.2.4. Современная глубинная геодинамика Земли по геофизическим данным	29
1.3. Главные принципы петрологического анализа магматических образований	32
1.3.1. Представление о магматических системах.....	32
1.3.2. Роль процессов затвердевания в петрогенезисе магматических горных пород	38
1.4. Ассоциации и серии магматических горных пород.....	42
1.4.1. Понятие магматических ассоциаций и формаций.....	43
1.4.2. Серии магматических горных пород	45
1.4.3. Критерии выделения серий магматических горных пород.....	48
1.4.4. Общая характеристика соотношений эффузивных и интрузивных образований ..	56
Выводы	57
Глава 2	
Современные тектонические обстановки	59
2.1. Магматизм конструктивных обстановок	62
2.1.1. Петролого-геохимические особенности магматических пород	64
2.1.2. Начальные стадии развития океанского спрединга (Красноморский рифт)	69
2.2. Магматизм деструктивных (конвергентных) обстановок.....	70
2.2.1. Островодужный магматизм	72
2.2.2. Магматизм активных континентальных окраин	83
2.2.3. Задуговые бассейны.....	88
2.2.4. Магматизм зон коллизий	90
2.3. Внутриплитный магматизм	94
2.3.1. Геологические критерии выделения мантийных плюмов	94
2.3.2. Строение и магматизм континентальных рифтов.....	101
2.3.3. Внутриплитный магматизм океанов	106
2.4. Сложные тектонические обстановки	109
2.4.1. Альпийский фрагмент Альпийско-Гималайско-Индонезийского коллизионного пояса.....	110

2.4.2. Глубинные процессы под депрессиями Альпийского пояса	111
2.5. Общие черты магматизма современных тектонических обстановок	113
2.5.1. Зональность магматизма	115
2.5.2. Эволюция магматизма в главных современных тектонических обстановках ...	117
2.5.3. Эволюция магматизма при формировании крупных геологических структур	122
Выводы	124

Глава 3

Складчатые пояса фанерозоя	127
3.1. Океаническая стадия	127
3.1.1. Офиолитовая ассоциация	128
3.2. Образования переходного этапа	137
3.2.1. Ранняя базальт-андезитовая ассоциация	137
3.2.2. Плагиигранит-плагиириолитовая ассоциация	138
3.2.3. Поздняя базальт-андезитовая ассоциация	139
3.2.4. Дунит-пироксенит-габбровая ассоциация	139
3.2.5. Базальт-риолитовая ассоциация	142
3.2.6. Габбро-плагиигранитная ассоциация	143
3.2.7. Гранит-мигматитовая ассоциация	144
3.2.8. Габбро-гранитная ассоциация	145
3.3. Орогенная (континентальная) стадия	146
3.3.1. Раннеорогенная стадия	147
3.3.2. Позднеорогенная стадия	148
3.4. Магматизм в формировании Центрально-Азиатского складчатого пояса	149
3.4.1. Геодинамическая модель эволюции ранних каледонид ЦАСП	149
3.4.2. Магматизм океанической и переходной стадий	153
3.4.3. Магматизм континентальной стадии (внутриплитная активность)	155
3.4.4. Состав и эволюция внутриплитного магматизма ЦАСП	160
Выводы	168

Глава 4

Магматизм анорогенных областей	169
4.1. Магматизм палеорифтов	169
4.2. Покровные базальты (траппы) континентов и океанов	173
4.2.1. Траппы континентов	175
4.2.2. Океанические аналоги континентальных траппов (подводные плато)	188
4.3. Щелочные провинции	190
4.3.1. Щелочно-ультраосновные зональные (конфокальные) комплексы	191
4.3.2. Маймеча-Котуйская провинция	195
4.3.3. Карело-Кольская щелочная провинция	200
4.4. Кимберлитовые провинции	204
4.4.1. Геохимические особенности кимберлитов	207
4.4.2. Якутская кимберлитовая провинция	214
4.4.3. Архангельская кимберлитовая провинция	218
4.4.4. Глубинные ксенолиты в кимберлитах	218
4.5. Алмазоносные лампроиты	219
4.6. Кислые анорогенные породы	221
Выводы	221

Глава 5

Магматизм и геодинамика палео- и мезопротерозоя	223
5.1. Тектономагматические процессы раннего палеопротерозоя Балтийского щита (2.5–2.35 млрд лет назад)	224
5.2. Магматизм раннего палеопротерозоя	226
5.2.1. Вулканизм раннего палеопротерозоя	227

5.2.2. Расслоенные мафит-ультрамафитовые интрузивы.....	234
5.2.3. Диспергированный мафит-ультрамафитовый интрузивный магматизм промежуточных подвижных зон	238
5.2.4. Анортозиты автономного типа.....	242
5.2.5. Тектономагматические процессы раннего палеопротерозоя на других щитах	243
5.2.6. Высококальциевые породы раннего палеопротерозоя	245
5.3. Тектономагматические процессы середины палеопротерозоя (2.3–2.05 млрд лет назад)	247
5.3.1. Тектономагматические процессы середины палеопротерозоя на Балтийском щите.....	247
5.3.2. Тектономагматические процессы на других щитах	251
5.4. Тектономагматические процессы второй половины палеопротерозоя (2.05–1.8 млрд лет назад).....	252
5.4.1. Тектономагматические процессы Свеккофеннского эпизода на Балтийском щите.....	252
5.5. Тектономагматические процессы эпохи стабилизации древних платформ (1.8–1.5 млрд лет назад).....	268
5.5.1. Геология анортозит-рапакивигранитных комплексов	271
5.5.2. Геохимические особенности анортозит-рапакивигранитных комплексов	276
5.5.3. Условия формирования анортозит-рапакивигранитных комплексов	279
5.5.4. Аналогичные процессы на других щитах	280
5.5.5. Тектоническая позиция анортозит-рапакивигранитных комплексов	281
5.6. Тектономагматические процессы мезопротерозоя (1.6–1.0 млрд лет назад).....	282
5.6.1. Магматизм начала мезопротерозоя (1.5–1.3 млрд лет назад).....	283
5.6.2. Магматизм конца мезопротерозоя (1.3–1.1 млрд лет назад)	285
Выводы	288

Глава 6

Магматизм и геодинамика архея	291
6.1. Гранит-зеленокаменные области	296
6.1.1. Строение Карельской ГЗО, Балтийский щит.....	297
6.1.2. Ассоциация архейских гранито-гнейсов (ТТГ комплексы, “серые гнейсы”).....	298
6.1.3. Магматизм зеленокаменных поясов архея	300
6.1.4. Особенности мафит-ультрамафитовых вулканических ассоциаций архея на примере некоторых зеленокаменных поясов архея	310
6.1.5. Архейские расслоенные мафит-ультрамафитовые интрузивы.....	318
6.1.6. Позднеархейские внутриконтинентальные осадочные бассейны (на примере структуры Витватерсранд, Южная Африка)	319
6.2. Гранулитовые пояса архея	321
6.2.1. Магматизм гранулитовых поясов	322
6.2.2. Кольско-Норвежский гранулитовый пояс	326
6.2.3. Анабарская гранулит-гнейсовая область	327
6.2.4. Пояс Лимпопо	329
Выводы	330

Глава 7

Общие особенности тектономагматической эволюции в истории земли	332
7.1. Сравнительный анализ магматизма современных тектонических обстановок и их палеоаналогов в складчатых поясах и анорогенных областях неогей	332
7.1.1. Ранние стадии развития складчатых поясов неогей	332
7.1.2. Орогенные стадии развития складчатых областей неогей	337
7.2. Особенности тектономагматических процессов в раннем докембрии	340
7.2.1. Петрогеохимическая и изотопная эволюции мафит-ультрамафитового магматизма в архее и палеопротерозое	340
7.2.2. Особенности эволюции мафит-ультрамафитового магматизма в архее и палеопротерозое на примере Балтийского щита.....	346
7.3. Проблема первичной земной коры	347

7.4. Главные стадии эволюции тектономагматических процессов в истории Земли.....	351
7.4.1. Догеологическая стадия.....	351
7.4.2. Нуклеарная стадия.....	352
7.4.3. Кратонная стадия.....	356
7.4.4. Континентально-океаническая стадия.....	357
7.4.5. Тектономагматические процессы в глобальных областях растяжения и сжатия.....	363
7.4.6. Общие особенности тектономагматического развития Земли.....	374
Выводы.....	379
Глава 8	
Происхождение магм.....	381
8.1 Процессы генерации магм в мантии.....	381
8.1.1. Мантийные субстраты, их геохимическая типизация и роль в образовании мантийных магм.....	381
8.1.2. Вещественные типы мантийных пород и главные особенности их состава.....	382
8.1.3. Мантийные субстраты и генезис подкорковых магм.....	394
8.1.4. Мантийное магмообразование в фанерозое.....	397
8.1.5. Особенности мантийного магмообразования в раннем докембрии.....	406
8.2. Магмообразование в земной коре.....	408
8.2.1. Коровое магмообразование в фанерозое.....	411
8.2.2. Коровое магмообразование в раннем докембрии.....	417
8.3. Процессы мантийно-корового магмообразования.....	425
8.3.1. Мантийно-коровое магмообразование в фанерозое.....	425
8.3.2. Мантийно-коровое магмообразование в раннем докембрии.....	437
Выводы.....	442
Глава 9	
Эволюция тектономагматических процессов в развитии планет земной группы.....	444
9.1. Догеологическая история земных планет.....	445
9.1.1. Формирование Солнечной системы и планет земной группы.....	445
9.1.2. Формирование планет земной группы.....	446
9.2. Строение и развитие Луны.....	448
9.2.1. Главные особенности тектономагматического развития Луны.....	449
9.3. Тектономагматическое развитие других планет земной группы.....	467
9.3.1. Тектономагматическое развитие Венеры.....	467
9.3.2. Тектономагматическое развитие Марса.....	470
9.3.3. Тектономагматическое развитие Меркурия.....	474
9.4. Общие особенности развития планет земной группы.....	474
9.4.1. Земля и Луна как пример двойной планетной системы.....	474
9.4.2. Сходства и различия в исходном составе земных планет.....	476
9.4.3. Сходства и различия в тектономагматическом развитии земных планет.....	477
9.4.4. Причины необратимого тектономагматического развития земных планет.....	479
9.4.5. Внутреннее развитие Земли.....	481
9.4.6. Воздействие эволюции эндогенных процессов на развитие атмосферы, гидросферы и биосферы в истории планет земной группы.....	483
Выводы.....	486
Заключение.....	488
Литература.....	493
Приложение.....	521
Сокращения.....	522
Средние химические составы магматических горных пород.....	524
Предметный указатель.....	598