

Ф.П. Леснов

**ПЕТРОЛОГИЯ ПОЛИГЕННЫХ
МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ
МАССИВОВ
ВОСТОЧНО-САХАЛИНСКОЙ
ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ**



RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN BRANCH
V.S. SOBOLEV INSTITUTE GEOLOGY AND MINERALOGY



F.P. LESNOV

**PETROLOGY OF POLYGENIC MAFIC-ULTRAMAFIC
MASSIFS OF EASTERN-SAKHALIN
OPHIOLITE ASSOCIATION**

Scientific editor
Professor *V.N. Sharapov*



NOVOSIBIRSK
ACADEMIC PUBLISHING HOUSE "GEO"
2015

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ им. В.С. СОБОЛЕВА



Ф.П. ЛЕСНОВ

**ПЕТРОЛОГИЯ ПОЛИГЕННЫХ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ
МАССИВОВ ВОСТОЧНО-САХАЛИНСКОЙ
ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ**

Научный редактор
д-р геол.-мин. наук, профессор *В.Н. Шарапов*



НОВОСИБИРСК
АКАДЕМИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО "ГЕО"
2015

УДК 552: 552.321.6(5)+550.4+550.93+571.64

ББК 26.31

Л504

Леснов, Ф.П. Петрология полигенных мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации / Ф.П. Леснов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние; Ин-т геологии и минералогии им. В.С. Соболева. – Новосибирск : Академическое изд-во “Гео”, 2015. – 240 с. – ISBN 978-5-906284-92-1 (в пер.).

Представлены результаты исследований петрологии мафит-ультрамафитовых массивов, входящих в состав Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации. Обобщены и интерпретированы значительные по объему и преимущественно оригинальные данные по геологии, петрографии, петрохимии, геохимии пород, минералогии и геохимии породообразующих и акцессорных минералов, по хромитоносности, платиноносности, а также изотопному возрасту пород из типичных мафит-ультрамафитовых массивов этой ассоциации – Березовского, Шельтингского, Комсомольского и Южно-Шмидтовского. В габброидах из Березовского массива выявлены ксенолиты ультрамафитов. Ультрамафиты местами секутся жилами габброидов и пироксенитов. В строснии исследованных массивов выделены три пространственно сближенных, но генетически автономных тела: протрузия верхнемантийных реститогенных ультрамафитов (гарцбургиты, лерцолиты, дуниты); прорывающий ее интрузив ортомагматических габброидов (габбронориты, габбро, нориты); контактно-реакционная зона, расположенная вдоль границ габброидного интрузива и ультрамафитовой протрузии, сложенная гибридными ультрамафитами (верлиты, вебстериты, клинопироксениты и их оливин- и плагиоклазсодержащие разновидности) и гибридными габброидами (мелано- и мезократовые оливиновые габбронориты и габбро, троктолиты). Гибридные ультрамафиты и габброиды являются продуктом взаимодействия мафитовых расплавов и реститогенных ультрамафитов. С учетом более позднего формирования габброидных интрузивов по отношению к протрузиям ультрамафитов изученные массивы определены как полигенные. Представление об их полигенном формировании подкреплено данными об изотопном возрасте цирконов из пород Березовского массива. В монографии получила дополнительное развитие предложенная автором концепция полигенного формирования мафит-ультрамафитовых массивов, входящих в состав офиолитовых ассоциаций.

Для широкого круга петрологов и геологов-практиков, а также студентов старших курсов и аспирантов университетов, изучающих проблемы мафит-ультрамафитового магматизма.

The monograph contains the results of studies on the petrology of mafic-ultramafic massifs being part of East-Sakhalin Ophiolitic Association. It generalizes and interprets a vast array of mainly original data on geology, petrography, petrochemistry and geochemistry of rocks; mineralogy and geochemistry of rock-forming and accessory minerals; chromite- and platinum-bearing as well as isotopic age rocks from typical mafic-ultramafic massifs of the above association – Beriozovka, Shel'ting, Komsomol'sk and South-Schmidt massifs. The gabbroids from Beriozovka massif have been found to contain xenoliths of ultramafites. Ultramafites are locally cut by gabbroid and pyroxenite veins. Three spatially close but genetically autonomous bodies had been found in the structure of the massifs under study: protrusion of upper-mantle restite ultramafites (harzburgites, lherzolites, dunites); intrusive of orthomagmatic gabbroids that protrudes it (gabbronorites, gabbro, norites); contact-reaction zone, located along the borders between gabbroid intrusive and ultramafic protrusion, and formed by hybrid ultramafites (verhlites, websterites, clinopyroxenites and their olivine- and plagioclase-bearing varieties) and hybrid gabbroids (melano- and mesocratic olivine gabbronorites and gabbro, troctolites). Several traditional and contemporary analytical methods have been used in this study. Hybrid ultramafites and gabbroids are the product of interaction between mafic melts and restitogenic ultramafites. Taking into account the later formation of gabbroid intrusive as compared to ultramafites protrusions, the massifs in question were determined to be polygenic ones. The idea of polygenic formation of the massifs is supported by the data on the polychronous of zircons from the Beriozovka rocks. In this monograph additional development had been made for the author proposed concept of polygenic formation of mafic-ultramafic massifs included in ophiolitic associations. The monograph is addressed to a wide circle of petrologists and practicing geologists as well as senior-year students and post-graduates studying the problems of mafic-ultramafic magmatism.

Рецензенты:

д-р геол.-мин. наук, профессор *А.И. Червишов*
д-р геол.-мин. наук, профессор *Г.Б. Ферштатер*

ISBN 978-5-906284-92-1

© Ф.П. Леснов, 2015

© ИГМ им. В.С. Соболева СО РАН, 2015

© Оформление. Академическое изд-во “Гео”, 2015

Оглавление

От научного редактора	5
Введение	6
Глава 1. Актуальные проблемы петрологии мафит-ультрамафитовых массивов.	9
Глава 2. Структурная позиция мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации	15
Глава 3. Геологическое строение мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации	20
3.1. Березовский массив	–
3.2. Шельтингский массив	25
3.3. Комсомольский массив	28
3.4. Южно-Шмидтовский массив.	–
Глава 4. Петрография мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации	31
4.1. Реситогенные (ортомагматические) ультрамафиты	–
4.2. Гибридные (парамагматические) ультрамафиты.	32
4.3. Ортомагматические габброиды	36
4.4. Гибридные (парамагматические) габброиды из эндоконтактных зон с ультрамафитами.	37
4.5. Гибридные (парамагматические) габброиды из эндоконтактных зон с вмещающими породами	38
Глава 5. Петрохимическая характеристика пород из мафит-ультрамафитовых массивов Восточно- Сахалинской офиолитовой ассоциации	40
5.1. Вариации содержаний главных химических компонентов в петрогенетических группах пород	44
5.2. Сравнительная характеристика петрогенетических групп пород на основе значений их петрохимических параметров	47
5.3. О систематике ультрамафитовых и габброидных пород на основе нормированных значений петрохимических параметров	51
5.4. О зависимости химического состава ультрамафитовых реситов от степени частичного плавления верхнемантийных источников	53
Глава 6. Геохимия пород из мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации	55
6.1. Распределение Са, К и некоторых элементов-примесей в породах из Березовского массива (по данным метода РФА-СИ)	–
6.2. Геохимические параметры пород из Березовского массива (по данным метода РФА-СИ)	60
6.3. Распределение редкоземельных элементов в породах из мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации	62
6.3.1. Методы анализа редкоземельных элементов в породах	–
6.3.2. Распределение редкоземельных элементов в реситогенных ультрамафитах	63
6.3.3. Распределение редкоземельных элементов в гибридных ультрамафитах	65
6.3.4. Распределение редкоземельных элементов в ортомагматических габброидах	–
6.3.5. Распределение редкоземельных элементов в гибридных габброидах	67
Глава 7. Рубидий-стронциевые изотопные системы пород из мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации.	71
Глава 8. Химический состав породообразующих и акцессорных минералов из пород мафит- ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации.	75
8.1. Породообразующие минералы	–
8.1.1. Оливины	–
8.1.2. Ортопироксены.	86
8.1.3. Клинопироксены.	92
8.1.4. Плагиоклазы	98
8.1.5. Амфиболы	102
8.2. Коэффициенты распределения химических компонентов между сосуществующими породообразующими минералами	105
8.3. О температурах химического равновесия сосуществующих оливинов, ортопироксенов и клинопироксенов из ультрамафитовых реситов Березовского массива	113

8.4. Аксессуарные минералы	114
8.4.1. Цирконы	–
8.4.2. Хромшпинели	116
8.4.3. Магнетиты	120
Глава 9. Распределение редкоземельных элементов в породообразующих минералах из пород мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации	123
9.1. Ортопироксены	–
9.2. Клинопироксены	127
9.3. Плагноклазы	131
9.4. О коэффициентах распределения редкоземельных элементов между сосуществующими клинопироксенами, ортопироксенами и плагноклазами	132
Глава 10. Изотопно-геохронологическая и геохимическая систематика цирконов из пород Березовского мафит-ультрамафитового массива	136
10.1. Описание коллекции цирконов из пород Березовского массива	–
10.2. Методы изотопного датирования и микроэлементного анализа цирконов	137
10.3. Морфологические и оптические свойства цирконов	–
10.4. Изотопный возраст цирконов	–
10.5. Геохимия цирконов	152
10.6. О некоторых особенностях изотопного датирования пород из мафит-ультрамафитовых массивов по цирконам	168
Глава 11. О проявлениях хромититов в мафит-ультрамафитовых массивах о. Сахалин	174
11.1. Проявления хромититов в Березовском и Южно-Шмидтовском массивах	–
11.2. Химический состав хромититов	175
Глава 12. Геохимия элементов платиновой группы и рения в породах и хромититах из мафит-ультрамафитовых массивов о. Сахалин	177
12.1. Геохимия элементов платиновой группы и рения в породах	–
12.1.1. О некоторых особенностях распределения элементов платиновой группы и рения в породах различного состава	–
12.1.2. Спектры распределения содержаний элементов платиновой группы и рения, нормированных на примитивную мантию	181
12.1.3. О параметрах распределения элементов платиновой группы и рения в породах	–
12.1.4. Ковариации содержаний иридия и других элементов платиновой группы в породах	–
12.1.5. О соотношениях между содержаниями элементов платиновой группы и редкоземельных элементов в ультрамафитах и габброидах	183
12.2. Геохимия элементов платиновой группы и рения в хромититах	188
12.3. О минералах-концентраторах платиноидов в хромититах из Березовского массива	189
Глава 13. Основы концепции полигенного формирования мафит-ультрамафитовых комплексов в составе офиолитовых ассоциаций	194
Заключение	212
Литература	216
Предметный указатель	228

Contents

Foreword of the Editor	5
Introduction	6
Chapter 1. Actual problems of petrology of the mafic-ultramafic massifs	9
Chapter 2. Structure position of the mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolite association	15
Chapter 3. Geological structure of the mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolite association	20
3.1. Beriozovska massif	—
3.2. Shel'ting massif	25
3.3. Komsomol'sk massif	28
3.4. South-Shmidt massif	—
Chapter 4. Petrography description of rocks from the mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolite association	31
4.1. Restite (orthomagmatic) ultramafites	—
4.2. Hybrid (paramagmatic) ultramafites	32
4.3. Hybrid (paramagmatic) gabbroids from the endomorphic zones with ultramafites	36
4.4. Orthomagmatic gabbroids	37
4.5. Hybrid (paramagmatic) gabbroids from the endomorphic zones with country rocks	38
Chapter 5. Petrochemical description of rocks from the mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolite association	40
5.1. Variations of main chemical component contents in the petrogenetic groups of rocks	44
5.2. Comparative characteristics of the petrogenic group of rocks based on the values of their petrochemical parameters	47
5.3. On the taxonomy of ultramafic and gabbroid rocks on the based of normalized values of petrochemical parameters	51
5.4. On the relationship of the chemical composition of ultramafic restites with a degree of partial melting of the underlying sources	53
Chapter 6. Geochemistry of rocks from the mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolite association	55
6.1. Distribution of Ca, K and other trace elements in the rocks from the Beriozovska massif (data of RFA-SR method)	—
6.2. Geochemical parameters of rocks from the Beriozovska massif (data of RFA-SR method)	60
6.3. Distribution of rare earth elements in the rocks of mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolite association	62
6.3.1. Methods of determination rare earth elements in rocks	—
6.3.2. Regularities of distribution of rare earth elements in the ultramafic restites	63
6.3.3. Regularities of distribution of rare earth elements in the hybrid ultramafic rocks	65
6.3.4. Regularities of distribution of rare earth elements in the orthomagmatic gabbroids	—
6.3.5. Regularities of distribution of rare earth elements in the hybrid gabbroids	67
Chapter 7. Rubidium-strontium isotopic systems of rocks from the mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolitic association	71
Chapter 8. Chemical composition of rock-forming and accessory minerals from rocks of the mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolite association	75
8.1. Rock-forming minerals	—
8.1.1. Olivines	—
8.1.2. Orthopyroxenes	86
8.1.3. Clinopyroxenes	92
8.1.4. Plagioclases	98
8.1.5. Amphiboles	102
8.2. Distribution coefficients between chemical components of coexisting rock-forming minerals	105
8.3. On estimates of the temperature of the chemical equilibrium of coexisting olivine, orthopyroxene and clinopyroxene from ultramafites of Beriozovska massif	113
8.4. Accessory minerals	114
8.4.1. Zircons	—
8.4.2. Chromspinels	116
8.4.3. Magnetites	120

Chapter 9. The distribution of trace elements in rock-forming minerals from rocks of the mafic-ultramafic massifs of the Eastern-Sakhalin ophiolite association.	123
9.1. Orthopyroxenes	—
9.2. Clinopyroxenes.	127
9.3. Plagioclases	131
9.4. On the distribution coefficients of rare earth elements between coexisting rock-forming minerals	132
Chapter 10. Isotope-geochronological and geochemical systematization of zircon from the rocks of Beriozovskiy mafic-ultramafic massif.	136
10.1. Description of the collection of zircons from rocks of Beriozovska massif	—
10.2. Isotopic dating and trace elements analyses of zircons methods	137
10.3. Morphological and optical properties of zircons	—
10.4. Isotopic age of zircons	—
10.5. Geochemistry of zircons.	152
10.6. On some peculiarities of isotopic dating of rocks from mafic-ultramafic massifs using zircons.	168
Chapter 11. On the manifestations of chromitites in the mafic-ultramafic massifs of Sakhalin Island	174
11.1. The manifestations of chromitites in the Beriozovska and South-Shmidt massifs	—
11.2. The chemical composition of chromitites.	175
Chapter 12. Geochemistry of platinum group elements and rhenium in rocks and chromitites from the mafic-ultramafic massifs of Sakhalin Island	177
12.1. Geochemistry of platinum group elements and rhenium in rocks	—
12.1.1. On the some singularities of the distribution of platinum group elements and rhenium in the rocks of different composition	—
12.1.2. The patterns of distribution of normalized to primitive mantle the contents of platinum group elements and rhenium	181
12.1.3. On the parameters of distribution of platinum group elements and rhenium in the rocks.	—
12.1.4. The co variations of contents of iridium and other platinum group elements in rocks	—
12.1.5. On the relationship between of the contents of the element platinum group and rare earth elements in ultramafic rocks and gabbros	183
12.2. Geochemistry of platinum group elements and rhenium in chromitites	188
12.3. On mineral-concentrators of platinum group elements in chromitites from Beriozovska massif	189
Chapter 13. The foundations of the concept of polygenic formation of mafic-ultramafic complexes as part of the ophiolite associations	194
Conclusion	212
References	216
Subject Index	228

Научное издание

Феликс Петрович Леснов

**ПЕТРОЛОГИЯ ПОЛИГЕННЫХ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ МАССИВОВ
ВОСТОЧНО-САХАЛИНСКОЙ ОФИОЛИТОВОЙ АССОЦИАЦИИ**

Утверждено к печати Ученым советом Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

Редактор *В.И. Варламова*
Художественный и технический редактор *Н.Ф. Суранова*
Корректор *И.А. Митарновская*
Компьютерная верстка *Н.М. Райзвих*

Подписано в печать 22.10.15. Формат 60×84/8. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 27.9. Уч.-изд. л. 24.2. Тираж 250 экз. Заказ № 10.10/15-329.

ООО "Академическое издательство "Гео", 630055, Новосибирск, ул. Мусы Джалиля, 3/1
тел. 8(383) 328-31-13; <http://www.izdatgeo.ru>

Отпечатано в типографии ООО "Печатный дом-НСК"
630084, Новосибирск, ул. Лазарева, 33/1, тел. (383) 271-01-30