

9. *Ledneva G.V., Bazylev B.A., Ishiwatari A., Hayasaka Y., Sokolov S.D.* Ultramafic-mafic complex of the Pekulney Range (Chukotka, NE Russia): The evaluation of the initial melt composition // *Geochim. Cosmochim. Acta*. 2008. V. 72. No 12S. P. A522.

10. *Müntener O., Kelemen P.B., Grove T.L.* The role of H₂O during crystallization of primitive arc magmas under uppermost mantle conditions and genesis of igneous pyroxenites: an experimental study // *Contrib. Miner. Petrol.* 2001. V. 141. P. 643-658.

11. *Palandzhyan S.A.* Ophiolite belts of the Koryak Upland, northeast Asia // *Tectonophysics*. 1986. V. 127. P. 341-360.

12. *Schmidt M.W., Thompson A.B.* Epidote in calc-alkaline magmas: An experimental study of stability, phase relationships, and role of epidote in magmatic evolution // *American Mineralogist*. 1996. V. 81, P. 462-474.

СТРУКТУРА И СОСТАВ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ МАССИВОВ КАК СВИДЕТЕЛЬСТВО ИХ ПОЛИГЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ

Леснов Ф.П.

*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, Россия
e-mail: felix@uiggm.nsc.ru; lesnovf@academ.org*

STRUCTURE AND CONSTITUTION OF MAFIC-ULTRAMAFIC MASSIFS AS EVIDENCE THEIR POLYGENIC ORIGIN

Lesnov F.P.

*Institute of Geology and Mineralogy SB RAS, Novosibirsk, Russia
e-mail: felix@uiggm.nsc.ru; lesnovf@academ.org*

Author's own and literature materials on the structural position, internal pattern and material constitution of mafic-ultramafic massifs located in the folded regions being mainly ophiolite associations, had been generalized. Ultramafites represented by mantle restites (lherzolites, harzburgites, dunites), form protrusions that later were intruded by gabbroid intrusions, mainly composed by gabbro and gabbronorites. Contact-reaction zones located along the borders between gabbroid intrusive and ultramafic protrusions are composed by hybrid gabbroids (taxitic olivine gabbro, troctolites, etc.) and hybrid ultramafites (wehrlites, clinopyroxenites, websterites, their olivine- and plagioclase-bearing varieties, etc.). Polygenic and polychronic formation model had been substantiated for such complex mafic-ultramafic massifs that are widely spread both in folded and platform regions.

На протяжении последних десятилетий нами обсуждались различные аспекты геологии, петрологии, петрохимии, геохимии, минералогии и металлогении разнотипных мафит-ультрамафитовых массивов, распространенных в складчатых областях и преимущественно относимых к офиолитовым ассоциациям. На основе этих материалов была предложена полигенная модель формирования подобных массивов [1-16,18]. Ниже эти материалы суммированы и несколько дополнены.

Мафит-ультрамафитовые массивы (МУМ), расположенные в пределах, как складчатых областей, так и на платформах, характеризуются широкими вариациями всех своих параметров. На мелкомасштабных структурно-геологических картах обычно наблюдается более или менее отчетливо выраженное линейное расположение МУМ, что хорошо видно, в частности, на глобальной схеме расположения офиолитовых МУМ [17]. Это свойство МУМ обусловлено их тесной структурной связью с зонами долгоживущих глубинных разломов. Большинство МУМ имеют в плане удлиненно-линзовидную форму и трассируют как главные, так и опережающие разломы. Массивы, приуроченные к узлам пересекающихся разломов, нередко имеют субизометричные в плане формы. Первоначальная форма многих массивов осложнена более поздними блоковыми деформациями. Линейные размеры МУМ колеблются от сотен метров до сотен километров по длинной оси, и от десятков метров до десятков километров – по короткой, а площади

обнаженной части МУМ – от долей км² до нескольких тысяч км². При этом соотношения между площадями и, соответственно, объемами участвующих в строении МУМ пород могут изменяться от 100% ультрамафитовых пород до 100% мафитовых пород.

Контактные взаимоотношения между телами ультрамафитовых и мафитовых породами, слагающими МУМ, как тех и других с породами вмещающих толщ, имеют принципиальное значение при решении вопросов петрологии МУМ. Тела ультрамафитов в составе МУМ, как правило, имеют крутопадающие, намного реже пологие тектонические контакты с вмещающими вулканогенно-терригенными и метаморфическими образованиями. Приконтактные зоны ультрамафитовых тел часто подвержены интенсивному динамометаморфизму, часто рассланцованы, иногда в них наблюдается реликтовая плитчатая отдельность. Тела мафитов в составе МУМ обычно приурочены к висячим тектоническим контактам ультрамафитовых тел, реже они локализованы как вдоль висячих, так и вдоль лежащих тектонических контактов ультрамафитовых тел, вдоль последних или внутри их. Тела мафитов с породами вмещающих толщ в общем случае имеют интрузивные контакты, однако нередко они осложнены разрывными нарушениями. Очень часто вблизи главных интрузивных тел мафитов среди вмещающих толщ залегают их сателлиты, представленные силлами, штоками и дайками, а в самих мафитах присутствуют ксенолиты и скиалиты пород вмещающих толщ. В эндоконтактных зонах мафитовых интрузивов, сформированных на значительных глубинах, преобладают амфибол- и кварцсодержащие габбро, диориты. Эндоконтактные зоны малоглубинных мафитовых интрузивов обычно представляют собой зоны закалки, сложенные мелкозернистыми габброидами, при этом в их экзоконтактных зонах вмещающие породы часто преобразованы в роговики. Контактные зоны мафитовых интрузивов с пространственно сближенными ультрамафитовыми протрузиями характеризуются иным строением и петрографическим составом. В глубинных габброидных интрузивах преобладают контактные зоны первого типа, в которых обычно наблюдаются постепенные переходы от пород мафитового состава к ультрамафитовым породам. Это свойство обусловлено частым и обычно незакономерным чередованием разных по протяженности и мощности полосовидных тел, сложенных широко варьирующими по количественно-минеральному составу оливиновыми габбро, троктолитами, анортозитами, верлитами, вебстеритами, клинопироксенитами, их оливиновыми и плагиоклазовыми разновидностями, плагиодунитами, плагиоцерцолитами. Все эти породы очень часто имеют такситовые, в том числе полосчатые текстуры, причем иногда в них присутствуют порфиробласты оливина, пироксенов и плагиоклаза. Менее часто наблюдаются зоны контакта мафитов и ультрамафитов, отнесенные ко второму типу. В этих случаях в эндоконтактах мафитовых интрузивов присутствуют от единичных до многочисленных ксенолиты ультрамафитов различного размера, формы и петрографического состава. В экзоконтактной части подобных зон среди ультрамафитов нередко залегают различные по мощности и протяженности дайки и силлы габброидов, представляющие собой сателлиты главного мафитового интрузива. Размеры ультрамафитовых ксенолитов колеблются от первых сантиметров до многих десятков метров, а их форма варьирует от угловатой до овальной или линзовидной, непосредственные границы ксенолитов с окружающими габброидами – от резких до постепенных. Геологические и петрографические наблюдения показывают, что между контактами первого и второго типов имеются переходные подтипы. Охарактеризованные контактные взаимоотношения ультрамафитов и мафитов в пределах МУМ, прежде всего второй тип, дают основание для вывода о том, что тела мафитов представляют собой генетически автономные интрузивы, которые внедрялись позже, чем пространственно сближенные с ними протрузии ультрамафитов. При этом последние подвергались, как очень интенсивным (абиссальные условия формирования), так и мало интенсивным (близ поверхностные условия формирования) магмо-метасоматическим преобразованиям под влиянием мафитовых расплавов и их флюидов. Контактные зоны с постепенными переходами от мафитов к ультрамафитам, а также с чередованием полосовидных тел различного состава и мощности многими исследователями интерпретируются, как свидетельство генетического единства ультрамафитов и габброидов, т.е. как результат кристаллизационно-гравитационной дифференциации мафитовых расплавов, а все разновидности ультрамафитов и мафитов, слагающих такого рода контактные зоны, определяются в качестве кумулатов. С нашей точки зрения, подобная модель плохо согласуется со многими фактами, которые характеризуют строение и состав МУМ.

Особенности строения зон контактов габброидных и ультрамафитовых тел в составе МУМ, как и их петрографический состав в значительной степени предопределялись характером взаимодействия между мафитовым расплавом и ультрамафитовыми породами. Интенсивность такого взаимодействия находилась в прямой зависимости от таких факторов, как время кристаллизации мафитовых расплавов и их флюидонасыщенность, степень и характер дезинтегрированности контактирующих ультрамафитовых пород и их серпентинизации. Время охлаждения и кристаллизации мафитовых расплавов увеличивалось под влиянием и таких факторов, как их начальная температура, а также степень «термостатированности» интрузивной камеры, причем последняя, очевидно, возрастала в случае залегания интрузивов в абиссальных и мезоабиссальных условиях. В свою очередь, условия возникновения контактовых зон второго типа создавались при кратковременном и слабо интенсивном взаимодействии между мафитовым расплавом и ультрамафитовыми породами, то есть при становлении мафитовых интрузивов в гипабиссальных и близповерхностных условиях. Полосчатые текстуры гибридных габброидов и ультрамафитов из зон контактов между телами ультрамафитов и более поздними интрузивами габброидов интерпретируются нами как следствие просачивания мафитовых расплавов и их флюидов вдоль систем субпаралельных трещин плитчатой отдельности ультрамафитов, изначально присущей периферическим частям многих ультрамафитовых протрузий. Добавим, что нами были получены свидетельства того, что химические составы породообразующих минералов из полосчатых пород контактовых зон, в частности, плагиоклазов, не имеют четко выраженной зависимости от количественно-минерального состава слагаемых ими «полос», что также не согласуется с моделью кумулятивного происхождения пород с полосчатыми текстурами.

В подавляющем большинстве случаев МУМ рассматриваются нами в качестве полигенных и полихронных породных комплексов. В общем случае в составе МУМ выделяются четыре структурные единицы: 1) протрузии ультрамафитов, 2) интрузивы габброидов, 3) контактово-реакционные зоны между габброидными интрузивами и протрузиями ультрамафитов, 4) контактово-реакционные зоны между габброидными интрузивами и породами вмещающих толщ. Протрузии сложены ортомагматическими ультрамафитами, т.е. мантийными реститами, которые обычно образуют перемежающиеся тела лерцолитов, гарцбургитов, дунитов и их серпентинизированных разновидностей. Пространственно сближенные с ультрамафитовыми протрузиями интрузивы сложены ортомагматическими мафитами, которые преимущественно представлены безоливиновыми габбро и габброноритами. Контактново-реакционные зоны, расположенные на границе мафитовых интрузивов с прорываемыми ими протрузиями ультрамафитов, сложены парамагматическими (гибридными) ультрамафитами (верлиты, вебстериты, клинопироксениты и их плагиоклазосодержащие разновидности), а также парамагматическими (гибридными) габброидами (оливиновые габбро и габбронориты, троктолиты, реже анортозиты). Зоны контактов габброидных интрузивов с вмещающими терригенно-вулканогенными и метаморфическими породами сложены другой группой парамагматических (гибридных) габброидов, преимущественно амфибол- и кварцсодержащими габбро, габбро-диоритами и диоритами.

Формирование ультрамафитовых протрузий сопровождалось длительным и многостадийным восходящим перемещением блоков мантийных реститов вдоль зон долгоживущих глубинных разломов. По нашим наблюдениям, некоторые ультрамафитовые протрузии после своего размыва были тектонически перемещены в выше лежащие терригенные толщи, содержащие продукты дезинтеграции ультрамафитов. Предполагается, что в процессе протрудирования первоначальный объем ультрамафитовых протрузий в значительной мере уменьшался вследствие «эрозии» их внешних зон, до этого подвергшихся серпентинизации и дезинтеграции, под влиянием менее пластичных блоковых пород. Преимущественная локализация габброидных интрузивов вдоль зон висячих тектонических контактов ультрамафитовых протрузий, вероятнее всего, была обусловлена лучшей проницаемостью этих зон для внедрявшихся расплавов по сравнению с более «уплотненными» и поэтому менее проницаемыми зонами вдоль лежащих тектонических контактов протрузий. Особенно важным свидетельством полигенного и полихронного формирования МУМ, т.е. более позднего внедрения габброидов по отношению к ультрамафитам, являются следующие три признака: наличие ксенолитов ультрамафитов в составе габброидных интрузивов; наличие секущих тел габброидов (дайки, апофизы) в ультрамафитовых протрузиях; наличие реакционных или закалоч-

ных зон вдоль контактов тел габброидов и ультрамафитов. Предполагается, что формирование мафитовых интрузивов происходило намного позже по отношению ко времени внедрения пространственно сближенных с ними ультрамафитовых протрузий в верхние этажи земной коры.

Предложенная модель полигенного и полихронного формирования МУМ, обоснованная, главным образом, материалами по массивам, входящим в состав офиолитовых ассоциаций, по нашему мнению, применима и при рассмотрении генезиса многих других разновидностей МУМ, расположенных в складчатых областях, в том числе массивов уральско-аляскинского типа, а также концентрически-зональных щелочно-ультрамафитовых массивов, расположенных в пределах платформ, например, Инагли и Кондер.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 09-05-00091-а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балыкин П.А., Кривенко А.П., Конников Э.Г., Леснов Ф.П. и др. Петрология постгабброидных интрузивов Кемпирсайско-Хабарнинской офиолитовой ассоциации (Южный Урал). Свердловск: ИГГ УрО АН СССР, 1991. 160 с.
2. Леснов Ф.П. К вопросу о взаимоотношениях гипербазитов и габброидов в офиолитовых ассоциациях // Офиолиты восточной окраины Азии. Хабаровск: ИТиГ ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 88-90.
3. Леснов Ф.П. Ксенолиты гипербазитов в габброидах и вопросы генезиса полигенных базит-гипербазитовых плутонов // Мантийные ксенолиты и проблемы ультраосновных магм. Новосибирск: Наука, 1983. С. 34-38.
4. Леснов Ф.П. О базит-гипербазитовых ассоциациях Монголии // Геология и магматизм Монголии. М.: Наука, 1979. С. 156-157.
5. Леснов Ф.П. О параллельно-полосчатых текстурах пород полигенных базит-гипербазитовых плутонов складчатых областей // Эволюция офиолитовых комплексов. Миасс, 1980.
6. Леснов Ф.П. О структурно-текстурных критериях воздействия габброидов на гипербазиты в базит-гипербазитовых плутонах складчатых областей // Материалы по генетической и экспериментальной минералогии. Вып. 10. Новосибирск: Наука, 1976. С. 75-80.
7. Леснов Ф.П. Петрология полигенных базит-гипербазитовых плутонов складчатых областей // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1984. № 2. С. 71-78.
8. Леснов Ф.П. Петрохимия полигенных базит-гипербазитовых плутонов складчатых областей. Новосибирск: Наука, 1986. 136 с.
9. Леснов Ф.П. Полигенные базит-гипербазитовые плутоны как особый тип магматогенных образований складчатых областей // Петрология литосферы и рудоносности. VI Всесоюзное петрографическое совещание. Тез. докладов. Л.: ВСЕГЕИ, 1981.
10. Леснов Ф.П. Полигенные базит-гипербазитовые плутоны складчатых областей // Труды Юбилейной научной сессии Ильменского заповедника. Миасс, 1980.
11. Леснов Ф.П. Полигенные базит-гипербазитовые плутоны складчатых областей как химически дискретная ассоциация магматических горных пород // Формационное расчленение, генезис и металлогения ультрабазитов. Свердловск: ИГГ УНЦ АН СССР, 1985. С. 14-16.
12. Леснов Ф.П. Структурно-генетические взаимоотношения гипербазитов и габброидов в офиолитовых поясах Монголии // Вопросы магматизма и металлогении МНР. Новосибирск: ИГиГ, 1981. С. 62-71.
13. Леснов Ф.П., Степашко А.А., Речкин А.Н., Гальварсен В.Г. Структурная позиция, строение и состав мафит-ультрамафитовых массивов Восточно-Сахалинской офиолитовой ассоциации // Тектоника и глубинное строение Востока Азии. Хабаровск: ИТиГ ДВО РАН, 2009. С. 202-205.
14. Пинус Г.В., Агафонов Л.В., Леснов Ф.П. Взаимоотношения членов офиолитовых ассоциаций Центрально-Азиатского складчатого пояса // Геология и геофизика. 1979. № 11. С. 30-36.
15. Пинус Г.В., Велинский В.В., Леснов Ф.П. Взаимоотношения ультраосновных пород и ассоциирующих с ними габброидов в складчатых областях // Проблемы петрологии гипербазитов складчатых областей. Новосибирск: ИГиГ, 1973. С. 44-56.
16. Слодкевич В.В., Леснов Ф.П. Геология и некоторые вопросы петрологии Березовского мафит-ультрамафитового плутона (о. Сахалин) // Материалы по генетической и экспериментальной минералогии. Том 10. Новосибирск: Наука, 1976. С. 53-63.
17. Irvin W.P., Coleman R.G. Preliminary map showing global distribution of alpine-type ultramafic rocks and blueschists. 1972.
18. Lesnov F.P. Multistage formation of mafic-ultramafic plutonic complexes of ophiolite association // Fourth international symp. on geodynamic evolution of paleoasian Ocean. Novosibirsk: UJGGM SB RAS, 1993. P. 97-99.