

Я.П. Шепелева, С.В. Горский

СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

e-mail: shepelevayap@mail.ru

e-mail: krause17@mail.ru

ПЕТРОГРАФИЯ ЛАМПРОФИРОВ ЕНДЕГЕЧЧУЙСКОЙ ПЛОЩАДИ ЯНА-АДЫЧАНСКОГО ОЛОВОРУДНОГО РАЙОНА

Аннотация. В работе рассматриваются особенности петрографического состава дайки лампрофиров, отнесенной к Хунхадинскому комплексу поздне мелового возраста, установленной на возвышенности Ондэгёччу в Яно-Адычанском оловорудном районе, расположенном в Адычанской тектонической зоне. Породы имеют порфировое строение, в их составе выделены минеральные образования собственномагматического этапа, магматического, метасоматического и позднего гидротермально-метасоматического замещений. Характерной особенностью данных пород являются сферолиты концентрически-зонального строения, покрытые скорлупой чешуйчатого или пластинчатого графита в зависимости от размера сферолитов, равномерно распределенные по всей породе, которые изучены впервые и не установлены в других магматических породах, широко развитых в районе. Изучение сферолитов является важной петрологической задачей, позволяющей выявить механизмы их образования и причины возникновения, может указать на условия формирования и источники вещества вмещающих их пород. Также большой информативностью обладает морфология графита, его распределение и характер взаимоотношения с окружающими минералами для установления первичной природы графита и эпигенетических изменений вмещающих пород в результате различных гидротермально-метасоматических процессов, что возможно благодаря способности углеродистого вещества перераспределяться в породе при воздействии на них различных сил, а не выноситься из нее.

Ключевые слова: Адычанская магматическая зона, Ендегеччуйская площадь, дайки, лампрофиров, петрография, структура, метасоматические процессы, сферолиты, графит, флюид.

Ia. P. Shepeleva, S. V. Gorsky

M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

e-mail: shepelevayap@mail.ru

e-mail: krause17@mail.ru

PETROGRAPHY OF LAMPROPHYRES OF THE ENDEGECHU AREA OF THE YANA-ADYCHA TIN ORE REGION

Abstract. The article considers the features of the petrographic composition of the lamprophyre dyke, attributed to the kHunkhadi complex of Late Cretaceous age, established on the Endegechchu hill in the Yano-Adycha tin ore region located in the Adycha tectonic zone. The rocks have a porphyry structure, and mineral formations of their own magmatic stage, magmatic, metasomatic and late hydrothermal-metasomatic substitutions are isolated in their composition. A characteristic feature of these rocks are spherulites of concentric-zonal structure, covered with a shell of scaly or lamellar graphite, depending on the size of the spherulites, evenly distributed throughout the rock, which were studied for the first time and have not been established in other igneous rocks widely developed in the area. The study of spherulites is an important petrological task, which makes it possible to identify the mechanisms of their formation and causes, can indicate the conditions of formation and sources of matter of the rocks containing them. The morphology of graphite, its distribution and the nature of its relationship with surrounding minerals are also very informative for establishing the primary nature of graphite and epigenetic changes in host rocks as a result of various hydrothermal-metasomatic processes, which is possible due to the ability of carbonaceous matter to redistribute in the rock when exposed to various forces, rather than being removed from it.

Keywords: Adycha magmatic zone, Endegechchu area, dykes, lamprophyres, petrography, structure, metasomatic processes, spherulites, graphite, fluid.

Введение

Среди обильного проявления позднемелового дайкового магматизма в Адычанской магматической зоне, пространственно соответствующей Адыча-Эльгинской складчато-глыбовой системе, наиболее широким распространением пользуются дайки лампрофиров [1]. Они, совместно с массивами и малыми телами монцодиоритов, дайками монцонитов, монцонит-порфиров, кварцевых монцонит-порфиров и сиенитов, ийолитов, щелочных сиенит-порфиров, граносиенит-порфиров, диорит-порфиров, долеритов, трахидолеритов и андезибазальтов, преимущественно северо-восточного простирания, протяженностью от первых сотен метров до 2-5 км и мощностью от первых дециметров до 20 м, образуют хунхадинский лампрофир-монцодиоритовый комплекс (рис. 1). Лампрофиры комплекса по минералогическому составу, согласно современным классификациям лампрофиров [2, 3], разделяются на камптониты, мончикиты, керсантиты, минетты, спессартиты и одиниты (табл. 1). Данные породы обладают характерными насыщенно порфировыми структурами с вкрапленниками темноцветных минералов – амфибола, биотита, оливина и клинопироксена, погруженных в зеленовато-темно-серую, черную, нередко осветленную, мелко- и тонкозернистую основную массу, за редким исключением наблюдаются афировые мелко-, тонкозернистые разности пород. Основная масса гипидиоморфнозернистой структуры состоит из идиоморфных плагиоклаза, амфибола, авгита, биотита и ксеноморфного щелочного полевого шпата с аксессуарными сфеном, апатитом, магнетитом, рутилом. В мончикитах присутствует вулканическое стекло.

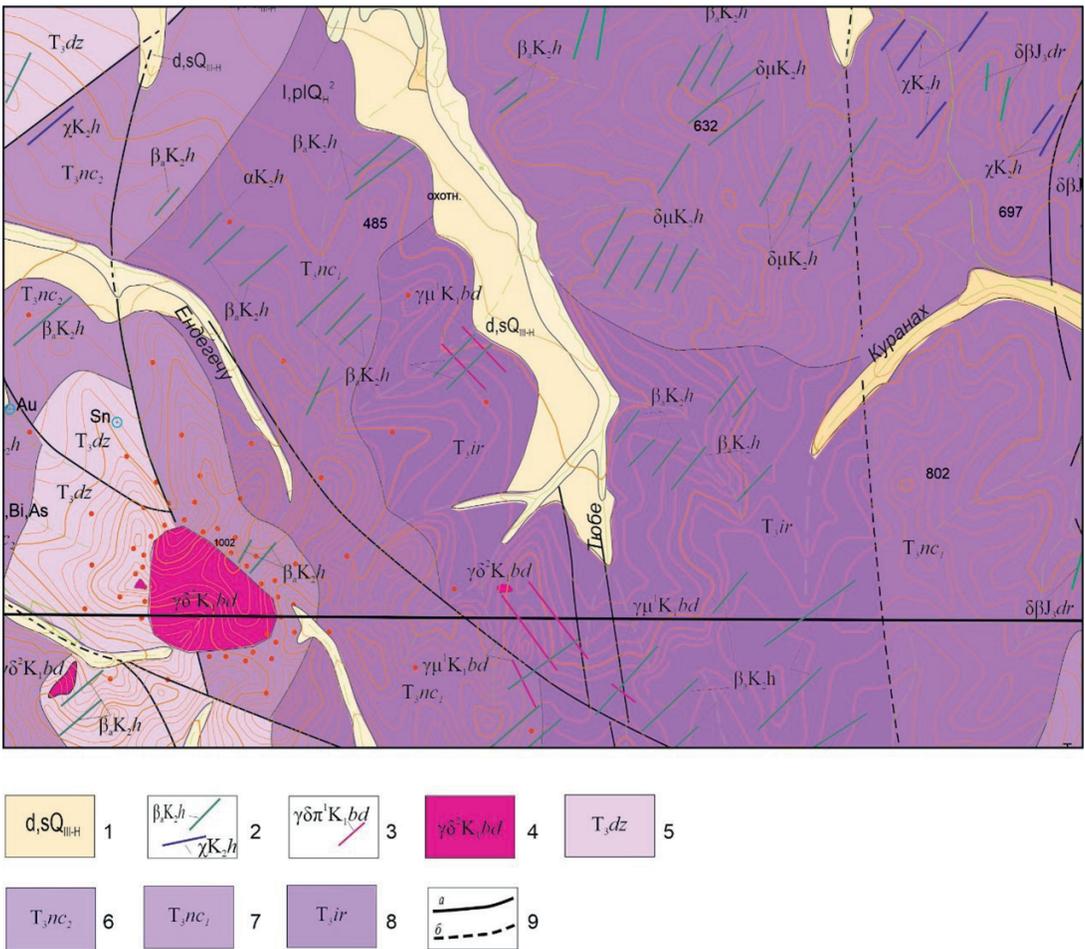


Рис. 1. Геологическая карта Ендегеччуйской площади

Условные обозначения: 1- делювиальные, солифлюкационные отложения; 2 – дайки хунхадинского магматического комплекса: $\beta\alpha$ – долерит, χ – лампрофиры, α – андезиты; 3, 4 – бакы-дербекинский магматический комплекс: 3 – массивы амфибол-биотитовых гранодиоритов второй фазы, 4 – дайки гранодиорит-порфиров первой фазы; верхнетриасовые отложения: 5 – Джаргинская свита. Чередование алевролитов и аргиллитов; пласты, линзы песчаников, конгломератов; олистолиты, конкреции (1050 м); 6 – Нильчанская свита. Верхняя подсвита. Чередование песчаников с алевролитами; линзы конгломератов (450 м). 7 – Нильчанская свита. Нижняя подсвита. Алевролиты разнозернистые и аргиллиты с редкими пластами песчаников (560 м). 8 – Ирекенская свита. Алевролиты и аргиллиты, в верхней части с пластами песчаников (500 м); 9 – Сиркуновская свита. Вверху алевролиты с пластами песчаников, внизу – алевролиты, аргиллиты, прослой с конкрециями 540 м); 10 – разрывные нарушения: а) достоверные, б) скрытые под чехлом четвертичных отложений

Fig. 1 Geological map of the Endegechchu area

Symbols: 1 – deluvial, soliflucation deposits; 2 – dikes of the kHunkhadi magmatic complex: $\beta\alpha$ – dolerite, χ – lamprophyres, α – andesites; 3, 4 – baky-Derbekinsky magmatic complex: 3 – arrays of amphibole-biotite granodiorites of the second phase, 4 – dikes of granodiorite porphyries of the first phase; Upper Triassic deposits: 5 – Jarginsky suite. Alternation of siltstones and mudstones; layers, lenses of sandstones, conglomerates; olistolites, concretions (1050 m); 6 – Nilchana formation. Upper sublight. Alternation of sandstones with siltstones; lenses of conglomerates (450 m). 7 – The Nilchana suite. The lower sublight. Siltstones are mixed-grained and mudstones with rare layers of sandstones (560 m). 8 – Ireken suite. Siltstones and mudstones, in the upper part with sandstone layers (500 m); 9 – Sirkun formation. Above are siltstones with sandstone layers, below are siltstones, mudstones, interlayers with nodules of 540 m); 10 – discontinuous faults: a) reliable, b) hidden under the cover of quaternary deposits

Таблица 1 – Минеральный состав лампрофиров Хунхадинского комплекса

	Вкрапленники					Матрикс						
	Амф	Пл	Бт	Ол	Пир	Пл	КПШ	Амф	Пир	Ол	Бт	В.с.
Камптониты	+	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-
Мончикиты	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
Керсантиты	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-
Минетты	-	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-
Спессартиты	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	-	-
Одиниты	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-

Примечание: Амф – амфибол (керсутит, буро-зеленая роговая обманка), Бт – биотит, Ол – оливин, Пир – клинопироксен (в основном авгит), Пл – плагиоклаз, КПШ – калиево-натриевый полевоы шпат, В.с. – вулканическое стекло

Лампрофиры часто встречаются в золоторудных районах и месторождениях и с ними ассоциируют рудные тела постмагматических гидротермальных месторождений. Непосредственно с лампрофирами хунхадинского комплекса связаны повышенные содержания цинка, стронция, бария и серебра, ртути [1]. Целью данной работы является изучение петрографических особенностей лампрофиров Ендегеччуйской площади Яна-Адычанского оловорудного района для определения общей последовательности их становления и последующего постмагматического изменения.

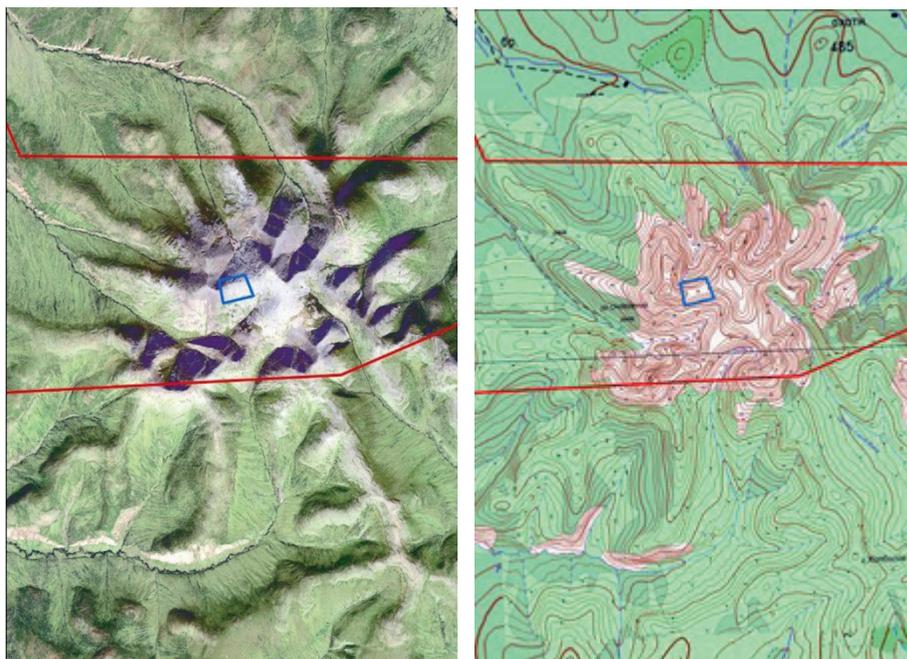


Рис. 2. Возвышенность Ондёгёччу Ендегечуйская площадь, Верхоянский улус.
Выход дайки обозначен контуром

Fig. 2. Elevation of Endegechu Endegechui square, Verkhoyansky district. The output of the dyke is indicated by a contour

Материалы и аналитические методы

Каменный материал для петрографического изучения был отобран в 2022 г. на возвышенности Ондёгёччу в верховьях одноименной реки, где был установлен выход дайки лампрофиров видимой мощностью 0,3-0,4 м и длиной естественного обнажения 2,5 м (рис. 2), прорывающей Ондёгёччюнский массив амфибол-биотитовых гранодиоритов, относящийся к диорит-гранодиорит-гранитовому бакы-дербекинскому комплексу раннемезозойского возраста, поэтому взаимоотношению дайка нами была соотнесена с лампрофирами хунхадинского комплекса позднего мела, прозрачные шлифы изучались с помощью поляризационного микроскопа AXIO IMAGER M1.

Результаты и обсуждения

Изучаемые породы имеют зеленовато-темно-серый цвет, характерную лампрофировую структуру с псевдоморфозами хлорита по идиоморфным фенокристаллам темноцветных минералов, кроме того наблюдаются сферолитовые и оцеллярные структуры; текстура основной массы пятнисто-такситовая, обусловленная неравномерным распределением составных частей. Отличительным признаком лампрофиров является наличие среди вкрапленников ксенокристов (мегакристов) полевых шпатов и ксенолитов (рис. 3). Содержание ксенокристов небольшое – 6-7 %, преобладают плагиоклазы зонального и полисинтетически сдвойникового строения размером до 6-7 мм, таблитчатого или почти квадратного округленного сечения. Зональный плагиоклаз соответствует андезин-лабрадору (An_{45-60}), полисинтетический – олигоклазу (An_{25-30}), отличаясь составом от лейст плагиоклазов основной массы, соответствующих An_{5-15} . Мегакристы щелочных полевых шпатов наблюдаются в виде единичных округлых резорбированных зерен ортоклаза до 0,5 мм. Мегакристы являются явными чужеродными образованиями по отношению к вмещающей лампрофировой породе в виде корродированных неравновесным раствором зерен полевых шпатов с широкой зональной тонкозернистой реакционной каемкой, состоящей из карбонат-хлорит-альбитового агрегата (рис. 3). Фенокристы полевых шпатов в наблюдае-

мых лампрофирах не были обнаружены в силу специфики лампрофировых водосодержащих расплавов, богатых летучими компонентами, в которых полевые шпаты растут медленно и подавляются до последних стадий кристаллизации [4; 5]. Также в лампрофирах присутствуют округлые ксенокристы мозаичного кварца до 1 мм, вокруг которых развиты реакционные каймы, состоящие из тонкозернистого кварца, карбоната, хлорита. Литокласты в лампрофирах представлены обломками осадочно-вулканогенных пород, состоящих из окатанных зерен кварца, полевых шпатов и кристаллокластов, сцементированных апостекловатой основной массой. Содержание их небольшое.

Практически полное замещение вкрапленников фемических минералов хлоритом не позволяет определить разновидность лампрофиров, но по преобладанию плагиоклазов и отсутствию фельдшпатоидов и вулканического стекла можно предположить, что это керсантиты или спессартиты.

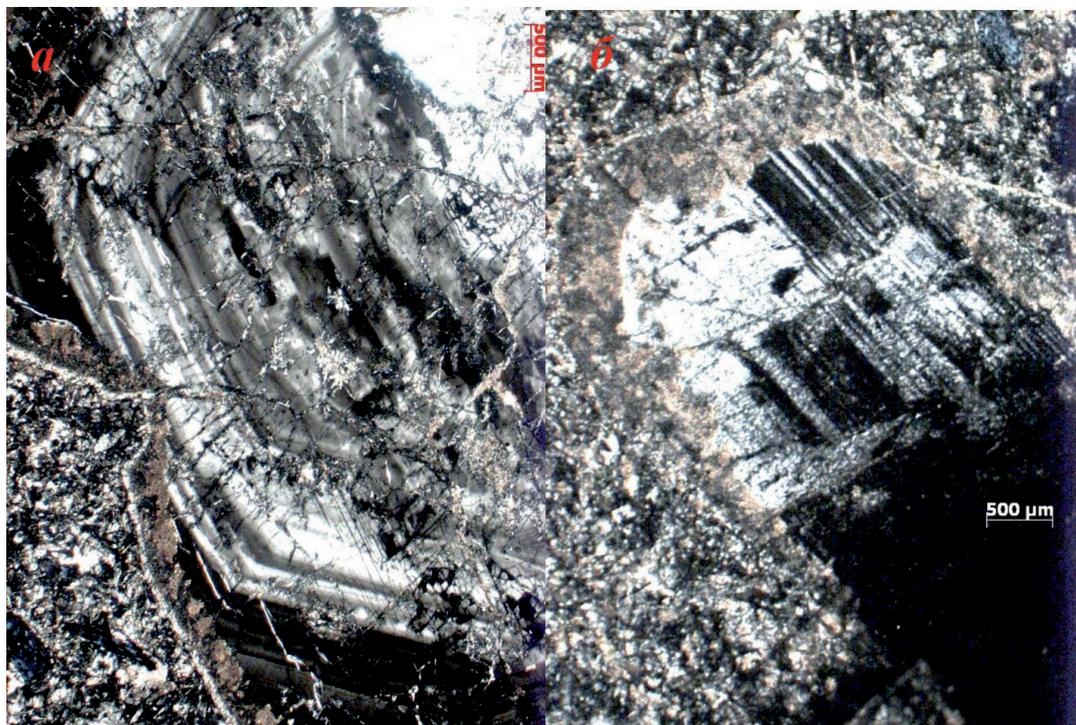


Рис. 3. Резорбированные мегакристы зонального (а) и полисинтетически сдвойникового (б) плагиоклазов, окруженные широкой реакционной каймой магматического замещения

Fig. 3 Resorbed megacrysts of zonal (a) and polysynthetic twinned (b) plagioclases surrounded by a wide reaction border of magmatic substitution

Компоненты основной массы лампрофиров разделяется на три группы. Первая группа образована минералами, кристаллизованными непосредственно из лампрофировой магмы, представленными лейстами плагиоклаза двойникового строения (An_{5-15}), идиоморфными чешуйками слюды, иглочками роговой обманки и изометричными зернами пироксена, ксеноморфными – щелочного полевого шпата, карбоната, титаномагнетита, сфена и апатита, составляющими микрофитовую и ориентированную трахитоидную микроструктуру. Вторую группу представляют чешуйки графита, пронизывающие всю массу лампрофиров, вытягиваясь субпараллельно вдоль зерен карбоната в результате метасоматического воздействия флюидов на твердую фазу. Третья группа в изученных лампрофирах проявлена очень широко в виде обильного замещения хлоритом темноцветных минералов основной массы, также образованию прожилков серпенти-

на, карбоната, развития серицита и тонкозернистого кальцита по плагиоклазу и обильных зерен кварца, сформировавшимся в результате поздних метасоматически-гидротермальных преобразований.

Характерным для лампрофиров является широкое развитие сферолитов, равномерно распределенных до 20 % породы, размером от долей миллиметра до 3-5 мм (рис. 4). Состав и строение сферолитов отличается в зависимости от размеров, так, мелкие сферолиты представляют собой округлые образования, состоящее из ткани основной массы покрытой оболочкой мелко-чешуйчатого графита. Более крупные сферолиты имеют зональное строение, в ядре наблюдается мозаичный или радиально-лучистый кварц, окруженный кальцитом и покрытый оболочкой пластинчатого графита, иногда в сферолитах кварц-хлорит-кальцитовые оцелле окружены основной массой со скорлупой из графита (рис. 5). Самые крупные сферолиты состоят из кварца с оболочкой графита. Также присутствуют сферолиты, в которых центральная часть выполнена изотропным кремнеземом, переходящим в мелко мозаичный кварц, окруженным кальцитом или хлоритом с оболочкой графита, иногда в ядре наблюдается скопления пирита.



Рис. 4. Кварц-графитовые сферолиты скорлуповатого строения.

Пластинчатый графит покрывает круглые выделения бесцветного кварца

Fig. 4. Quartz-graphite spherulites of shell structure. Lamellar graphite covers the round discharge of colorless quartz

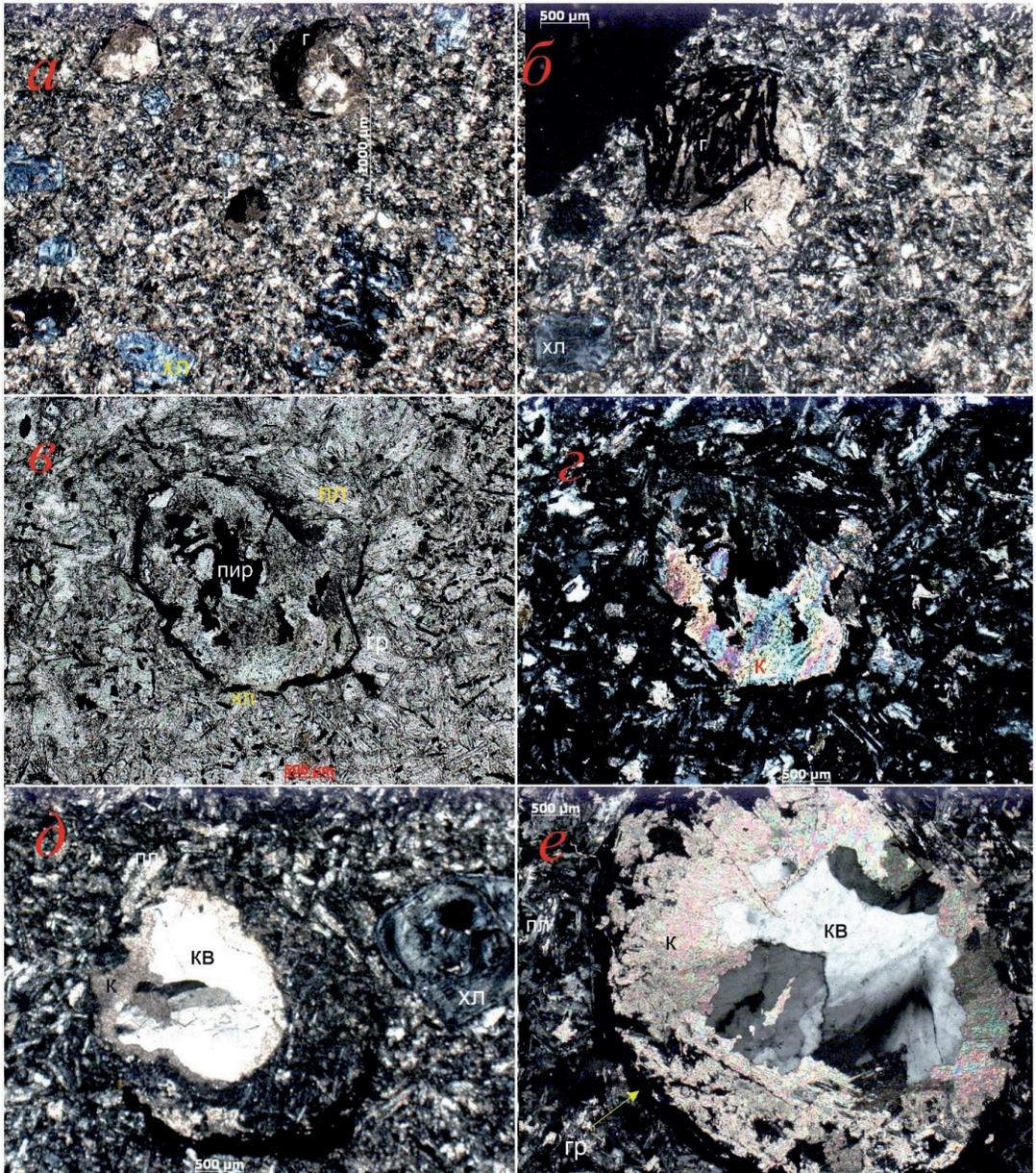


Рис. 5. Сферолиты зонально-скорлуповатого строения в лампрофиров

- a) сферолиты различного состава и размера распределены в матрице лампрофиров, увел. 5, николи X;
 б) пластинки графита нарастают на карбонатный оцелле, увел. 10, николи X; в, г) хлорит-карбонатный сферолит с пиритовым ядром и угловатым зерном кварца; увел. 10 при || и X николях; д) сферолит, состоящий из основной массы с оболочкой графита с кварц-карбонатным оцелле, увел. 10, николи X;
 е) зональный сферолит кварц-карбонатного состава со скорлупой графита, увел. 10, николи X

Fig. 5. Spherulites of zonal-shell structure in lamprophyres

- a) spherulites of various composition and size are distributed in the matrix of lamprophyres, uvel. 5, nicoli X;
 b) graphite plates grow on carbonate ocelli, uvel. 10, nicoli X; c, d) chlorite-carbonate spherulite with pyrite core and angular quartz grains; uvel. 10 at || their nichols; e) spherulite, consisting of a bulk with a graphite shell with a quartz-carbonate coating, has been removed. 10, nicoli X; f) zonal spherulite of quartz-carbonate composition with graphite shell, uvel. 10, nicoli X

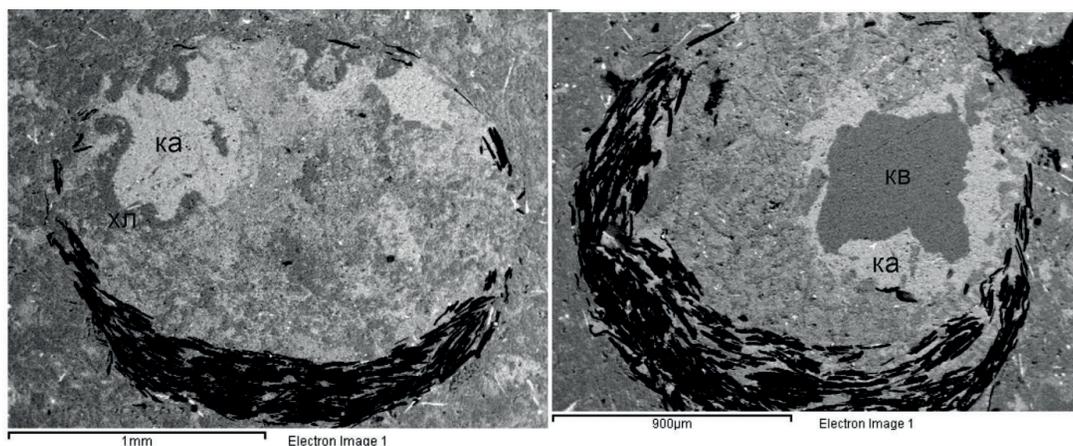


Рис. 6. Кальцит-хлоритовый и кварц-кальцитовый оцелле в сферолитах, состоящих из основной массы лампрофиров с оболочкой графита в отраженном свете электронного сканирующего микроскопа
Fig. 6. Calcite-chlorite and quartz-calcite compounds in spherulites consisting of the bulk of lamprophyres with a graphite shell in the reflected light of an electron scanning microscope

Графит имеет чешуйчатую форму в мелких сферолитах, в более крупных – пластинчатый, в шлифах в срезе обнаруживает игольчатые разрезы. В отраженном свете графит серый с металлическим блеском. Он покрывает оцелле в лампрофирах и концентрируется максимально только с одной стороны в виде серпа или полумесяца, на противоположной стороне образуя лишь тонкую корочку (рис. 6), что обусловлено фронтальным распределением углерода при движении флюида. В более крупных сферолитах графит образует тонкую равномерную оболочку.

Оцелле в наблюдаемых породах встречаются разного минерального состава. Небольшие лейкократовые участки в основной массе породы состоят из скоплений табличек плагиоклаза или, наоборот, скоплений, замещенных хлоритом темноцветных минералов в виде сегрегаций. Чаше наблюдаются хлорит-кальцитовые или хлорит-кварц-карбонатные оцелле, также и чисто кварцевые глобулы. Также в оцелле содержатся мелкие включения пирита, галенита, апатита. По петрографическим признакам оцелле можно разделить на кристаллизованные из флюидно-силикатного расплава, образованные за счет метасоматического замещения под действием флюида и в результате низкотемпературного гидротермально-метасоматического преобразования.

Заключение

Результатом несмешиваемости силикат-силикатного расплава является присутствие в породах глобулярных структур, сложенных агрегатами полевошпатового и фемического состава

Наличие оцелле в лампрофирах указывает на содержание в первичном расплаве большого количества карбонатно-щелочно-водного флюида. Образование оцеллярных структур в лампрофирах обусловлено силикатно-карбонатной несмесимостью насыщенного водными и карбонатными компонентами расплава,

Кристаллизация оцелле из флюидно-силикатной жидкости происходило одновременно с кристаллизацией остаточного расплава основной массы породы. В свою очередь хлорит-карбонатные, кварц-карбонатные оцелле стали в лампрофирах центрами кристаллизации графита с образованием сферолитовых структур на заключительных стадиях метасоматического замещения.

Источником углерода возможно служили также изначальные флюиды, обогащенные углекислотой из которого образовались сами оцелле. Дальнейшее изучение изотопного состава углерода графита, температуры его кристаллизации позволит установить его первичную природу и источники флюидов.

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1: 1 000 000 (третье поколение). Серия Верхояно-Колымская. Лист Q-53 – Верхоянск. Объяснительная записка / Протопопов Р. И., Трущелев А. М., Протопопов [и др.] – СПб. : Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2015. – 437 с. + 9 вкл. – Текст электронный.
2. Le Maitre, R.W. Igneous rocks: a classification and glossary of terms / R.W. Le Maitre, A. Streckeisen, B. Zanettin [et al.] ; editor R.W. Le Maitre. – Cambridge University Press, 2009. – 254 p. – Text : electronic.
3. Rock, N.M.S. Lamprophyres / N.M.S. Rock – Blackie, Glasgow, 1991. -294p. – Text : electronic.
4. Rock, N.M.S. The effect of CO₂ on the liquid relations of alkali basalts and its relevance to the nephelinite problem: a preliminary investigation / N.M.S. Rock. – NERC (UK) Prog. Exptl.Petrol. Publ. Ser. D. 11, 1978. – 164-170.
5. Yoder, H.S. & Tilley, C.E. 1962. Origin of basalt magmas. J. Petrol 3, 343-532.

Referenses

1. Gosudarstvennaja geologicheskaja karta Rossijskoj Federacii. Masshtab 1: 1 000 000 (tret'e pokolenie). Serija Verhojano-Kolym'skaja. List Q-53 – Verhojansk. Ob#jasnitel'naja zapiska / Protopopov R. I., Trushhelev A. M., Protopopov [i dr.] – SPb. : Kartograficheskaja fabrika VSEGEI, 2015. – 437 s. + 9 vkl. – Tekst jelektronnyj.
2. Le Maitre, R.W. Igneous rocks: a classification and glossary of terms / R.W. Le Maitre, A. Streckeisen, B. Zanettin [et al.] ; editor R.W. Le Maitre. – Cambridge University Press, 2009. – 254 p. – Text : electronic.
3. Rock, N.M.S. Lamprophyres / N.M.S. Rock – Blackie, Glasgow, 1991. -294p. – Text : electronic.
4. Rock, N.M.S. The effect of CO₂ on the liquid relations of alkali basalts and its relevance to the nephelinite problem: a preliminary investigation / N.M.S. Rock. – NERC (UK) Prog. Exptl.Petrol. Publ. Ser. D. 11, 1978. – 164-170.
5. Yoder, H.S. & Tilley, C.E. 1962. Origin of basalt magmas. J. Petrol 3, 343-532.

Сведения об авторах

ШЕПЕЛЕВА Яна Петровна – к.г.-м.н., доцент кафедры прикладной геологии ГРФ СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail: shepelevayap@mail.ru

SHEPELEVA Iana Petrovna – Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor, Department of Applied Geology, Faculty of Geology and Survey, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: shepelevayap@mail.ru

ГОРСКИЙ Сергей Владиславович – студент геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail: krause17@mail.ru

GORSKY Sergey Vladislavovich – student, Faculty of Geology and Survey, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail: krause17@mail.ru