

Микрочешуйчатый маргарит наблюдается в виде пойкилобластовых включений в кальците и рубине. В кальците он образует псевдогексагональные, псевдопризматические и расщеплённые кристаллы (рис. 2). Для рубина типичны очень мелкие, неправильной формы выделения маргарита. Микрочешуйчатый маргарит по химическому составу не отличается от крупночешуйчатого. Однако в некоторых случаях, маргарит внутри рубина содержит больше Na_2O , чем CaO : соответственно 4,85 и 4,73 мас. % [11].

Образование маргаритовой минерализации, на основе пространственных выделений минералов, рассматриваются нами как одновременное с рубином.

Термодинамические условия их генезиса мы связываем с региональными метаморфическими событиями двух циклов [1, 6, 10]. Время первого метаморфического цикла лежит в границах 1,9—1,6 млрд. лет [2, 10]. Он проявился в высокотемпературной амфиболитовой фации ($T = 700\text{—}750^\circ\text{C}$, $P = 800\text{—}900$ МПа). Второй цикл проявился 0,1—0,02 млрд. лет назад. Он соответствует мел-кайнозойскому времени. Метаморфизм этого цикла проявился зонально [2, 4]: $T = 800^\circ\text{C}$ и $P = 900$ МПа (зона полного плавления) и через эпидот-амфиболитовую фацию к зеленосланцевой с 350°C и 400 МПа.

Рассмотренные P - T условия образования метаморфических пород музкольской серии и её составной части — сарыджилгинской свиты, мы распространяем на месторождение Снежное [8]. Породообразующие минералы, в том числе маргарит, образовались на прогрессивной стадии первого цикла метаморфизма, т. е. обусловлены температурой $700\text{—}750^\circ\text{C}$ и давлением 800—900 МПа. Последующие эндогенные процессы существенно не изменили минеральный фон месторождения Снежное, включая и маргаритовую минерализацию.

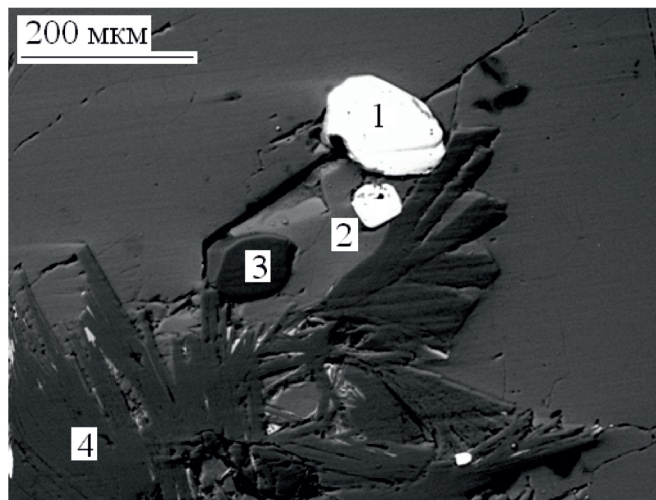


Рис. 2. Расщеплённые чешуйки маргарита (4) в массе кальцита; 1 — рутил, 2 — пирит, 3 — плагиоклаз

Установленный нами маргарит (особенно его хром-содержащая разновидность) может быть использован как поисковый признак рубиновой минерализации. Кроме того, исследование маргарита позволяет производить более тесные корреляции месторождения Снежное с однотипными объектами, а также создать более достоверную генетическую модель.

ЛИТЕРАТУРА

- Буданова К.Т. Метаморфические формации Таджикистана. Душанбе: Дониш, 1991. 336 с.
- Буданов В.И., Буданова К.Т. Геолого-петрологическая характеристика обнаженного кристаллического фундамента // Земная кора и верхняя мантия Таджикистана. Душанбе: Дониш, 1981. С. 56—112.
- Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Породообразующие минералы. М.: Мир, 1966. Т. 3. 316 с.
- Дюфур М.С., Котов Н.В. Термодинамические условия проявления метаморфизма и метасоматоза в породах восточной части Центрального Памира // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1972. №10. С. 24—36.
- Литвиненко А.К. Нуристан-Южнопамирская провинция докембрийских самоцветов // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46. № 4. С. 305—312.
- Литвиненко А.К. Реакционные взаимоотношения доломитов с бескарбонатными кристаллическими сланцами на Центральном Памире // ЗВМО. 1998. № 3. С. 65—72.
- Литвиненко А.К. Минералогия драгоценных камней Нуристан-Южнопамирской провинции. Germany: Palmarium academic publishing, 2012. 325 с.
- Литвиненко А.К., Насреддинов З.З. Геммологические свойства рубинов из месторождения Снежное, Центральный Памир // Изв. вузов. Геология и разведка. 2014. № 4. С. 22—26.
- Насреддинов З.З. Геолого-минералогические признаки, определяющие качественные кондиции кристаллосырья месторождения Снежное. Дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 2013. 128 с.
- Расчленение стратифицированных и интрузивных образований Таджикистана. Душанбе: Дониш, 1976. 207с.
- Сорокина Е.С. Онтогенез и качество ювелирного рубина месторождений Центральной и Юго-Восточной Азии. Дис. ... канд. геол.-мин. наук. М., 2011. 164 с.

УДК 549.621.14+552.323 (517.3)

ДВОЙНИКИ ПРОРАСТАНИЯ ОЛИВИНА В ЩЕЛОЧНЫХ МЕЛАНОКРАТОВЫХ БАЗАЛЬТАХ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ Н.М. ПРЖЕВАЛЬСКОГО

Е.В. ПУТИНЦЕВА¹, Э.М. СПИРИДОНОВ²

¹СПбГУ, Институт наук о Земле,
199034, Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская наб. 7-9, e-mail: e.putintseva@spbu.ru;

²Московский государственный университет,
117939, Россия, г. Москва, Воробьевы горы, д. 1, e-mail: ernstspiridon@gmail.com

Описаны чрезвычайно редкие двойники прорастания оливина по (031) и по (011) в щелочных меланократовых базальтах Восточной Монголии из коллекции знаменитого учёного-путешественника Н.М. Пржева-

льского, которая хранится в музее кафедры петрографии Санкт-Петербургского государственного университета. Рассмотрены возможные причины появления ростовых двойников оливина.

Ключевые слова: щелочные меланократовые базальты, магнезиальный оливин, двойники срастания, двойники прорастания.

PENETRATION TWINS OF OLIVINE IN ALKALINE MELANOCRATIC BASALTS FROM THE COLLECTION OF N.M. PRZHEVALSKY

E.V. PUTINTSEVA¹, E.M. SPIRIDONOV²

¹ *SPbGU, Institute of Earth sciences
199034, Russia, St. Petersburg, Universitetskaya nab., 7-9, e-mail: e.putintseva@spbu.ru;*

² *Lomonosov Moscow State University
119234, Russia, Moscow, Leninskie Gory, 1, e-mail: ernstspiridon@gmail.com*

The extremely rare penetration twins of olivine for (031) and (011) in alkaline melanocratic basalts of East Mongolia from the collection of the famous scientist-traveller N.M. Przhevalsky, which is stored in the museum of the department of petrography of St. Petersburg state university. The possible reasons for the appearance of growth twins of olivine are examined.

The keywords: alkaline melanocratic basalts; magnesia olivine; interpenetration twins; penetration twins.

Коллекция Н.М. Пржевальского включает шлифы щелочных меланократовых базальтов Восточной Монголии с чрезвычайно редко встречающимися двойниками прорастания оливина. Как эти препараты оказались в Петербургском университете? В период первых экспедиций Н.М. Пржевальского начал свою деятельность выдающийся учёный-геолог А.А. Иностранцев. Он первым в России применил микроскопический метод изучения горных пород, заложил основы русской петрографической школы. Созданная и руководимая А.А. Иностранцевым кафедра геологии в Петербургском университете стала передовым краем геологической науки. Именно сюда учёные-путешественники: Н.М. Пржевальский, Г.Н. Потанин, М.В. Певцов, Карл фон Фрич, И.А. Лопатин и другие привозили свои геологические коллекции. Поэтому шлифы горных пород, собранных Н.М. Пржевальским, находятся в Петербургском университете, где бережно хранятся в петрографическом музее СПбГУ.

Великий русский путешественник Николай Михайлович Пржевальский (1839—1888 гг.) — генерал-майор русской армии, почётный член Санкт-Петербургского университета, в 39-летнем возрасте избранный почётным членом Российской Академии наук. Британское Королевское географическое общество назвало Николая Пржевальского самым выдающимся путешественником мира. Профессиональный военный, Н.М. Пржевальский все свои маршруты (в Центральной Азии протяжённость их составила более 30 тыс. км) проложил на карте, при этом топография, съёмки были выполнены с поразительной точностью. Наряду с этим проводились комплексные научные изыскания: метеорологические наблюдения (по мнению А.И. Воейкова, Н.М. Пржевальский был одним из крупнейших климатологов XIX в.), собирались коллекции по зоологии, ботанике, геологии, сведения по этнографии. Научные отчёты Н.М. Пржевальского содержат яркие описания природы, рельефа, климата, рек, озёр, растительности и животного мира. Он установил направление основных хребтов Центральной Азии, открыл новые, уточнил границы Тибетского нагорья, где Пржевальский был первым европейцем, попавшим в эти края. Собранные им обширные зоологические (7,5 тыс. экз. млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб), ботанические (гербарий — 15 тыс. экз., в том числе 218 новых видов и семь родов) и минералогические коллекции составляют гордость отечественных музеев [5, 11]. Николай Михайлович Пржевальский стал примером для многих поколений путешественников и учёных всего мира. До сих пор трудно объяснить, как этот человек при весьма серьезных, требовавших времени и

труда служебных занятиях, при всех затруднениях, встречавшихся ему в Азии на каждом шагу, мог настолько блестяще выполнять задачи натуралиста. В любых условиях каждый день Пржевальский вёл дневник, лёгший в основу всех его книг. В зрелом возрасте Николай Михайлович был абсолютно безразличен к званиям, чинам и наградам, предпочитая одинокую жизнь скитальца всем благам цивилизации. Ему принадлежат замечательные слова: «Мир прекрасен потому, что можно путешествовать».

Двойники прорастания оливина. Судя по личному опыту авторов и иных сотрудников кафедр петрографии и минералогии Санкт-Петербургского и Московского университетов, ни один из которых ни разу не наблюдал ростовые двойники оливина, и по литературным данным [2, 3, 8; 15], двойники прорастания оливина — крайне редкие образования в эффузивных горных породах нашей планеты и не известны в интрузивных горных породах. Двойники прорастания оливина не известны в базальтах Луны [9] и в метеоритах [14]. Двойники прорастания оливина по (011), реже по (012) и по (031) описаны как вкрапленники

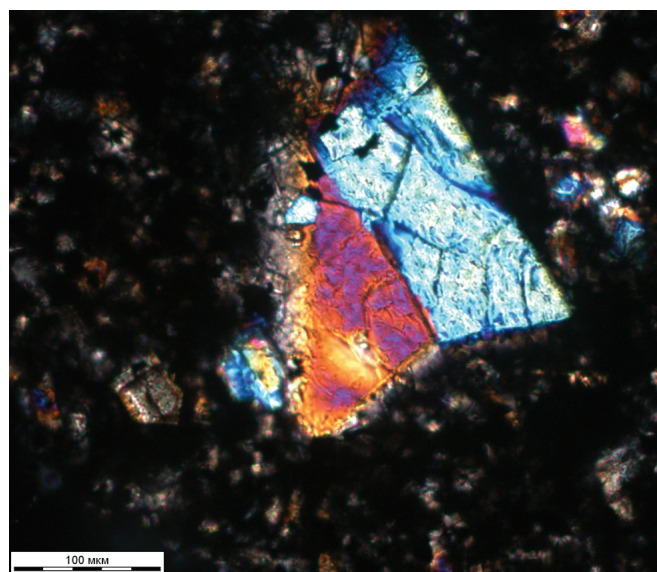


Рис. 1. Вкрапленник оливина — двойник срастания; щелочные меланократовые базальты Монголии, в проходящем свете, с анализатором

магнезиального оливина Fo_{90-84} в щелочных базальтах Новой Зеландии и других регионов [1, 12, 13]. По наблюдениям С. Burti (ссылки на его работы даны в статье Э.М. Бонштедт-Куплетской, 1972), двойники прорастания характерны для оливина щелочных базальтов, обогащённых кальцием, — анкаратритов и мелилитовых базальтов. Изредка в них наблюдались и тройники прорастания магнезиального оливина.

Коллекция шлифов щелочных базальтов Монголии Н.М. Пржевальского. Коллекция Н.М. Пржевальского включает 10 шлифов вулканитов Восточной Монголии (коллекция № 14 музея кафедры петрографии СПбГУ). Поражает прекрасная сохранность препаратов, свидетельствующая о высочайшем качестве их изготовления более века тому назад. Коллекция состоит из шлифов щелочных меланократовых и мезократовых базальтов, гиалобазальтов, анкармитов, принадлежащих Прибайкальскому ареалу кайнозойских щелочных базальтоидов в области растяжения континентальной земной коры при формировании Байкальского рифта [4].

Двойники срастания оливина — вкрапленники в щелочных меланократовых базальтах Монголии. В шлифах щелочных меланократовых базальтов, отобранных на берегу озера Далай-Нор в Восточной Монголии, среди вкрапленников преобладают монокристаллы магнезиального оливина. Изредка встречаются вкрапленники оливина — двойники срастания (рис. 1). Их сопровождают мелкие вкрапленники авгита и лабрадора, погруженные в стекловатую цементирующую массу.

Двойники прорастания оливина — вкрапленники в щелочных меланобазальтах Монголии. В тех же шлифах щелочных меланократовых базальтов среди небольших по размеру вкрапленников магнезиального оливина не мало двойников прорастания двух типов. Несколько более распространены крестообразные двойники прорастания по (031) (рис. 2, 3).

Эти двойники оливина сходны с двойниками ставролита. Менее распространены вкрапленники оливина своеобразной формы с чётко выраженными входящими углами между гранями кристаллов — двойники прорастания по (011) (рис. 4).

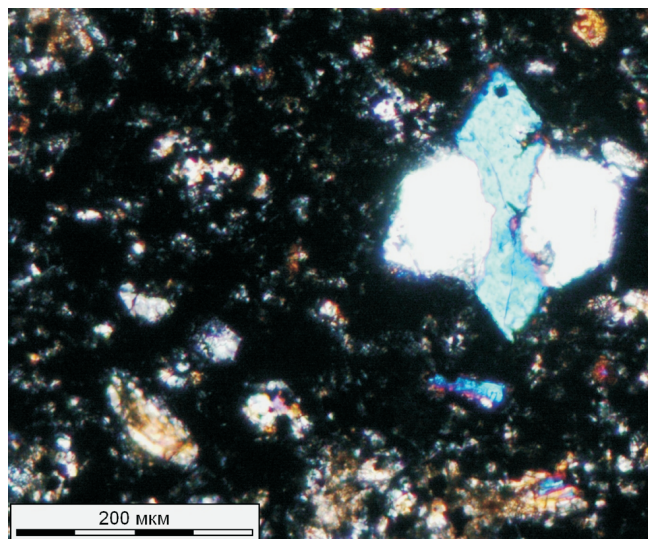
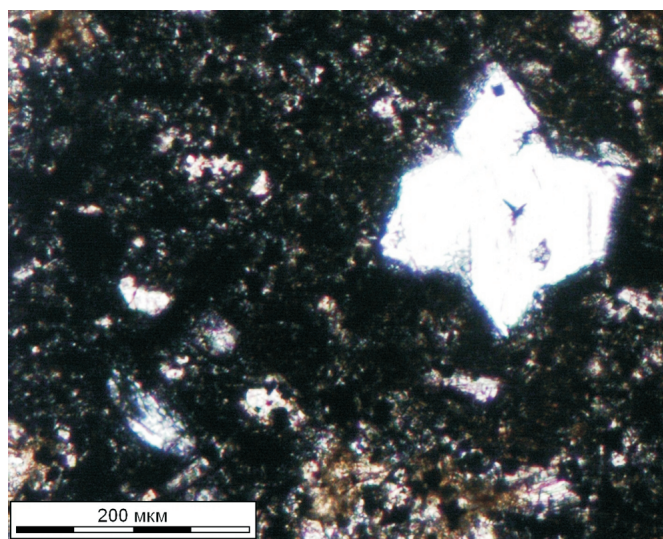


Рис. 2. Вкрапленник оливина — крестообразный двойник прорастания по (031); щелочные меланократовые базальты Монголии, в проходящем свете: слева — без анализатора, справа — с анализатором

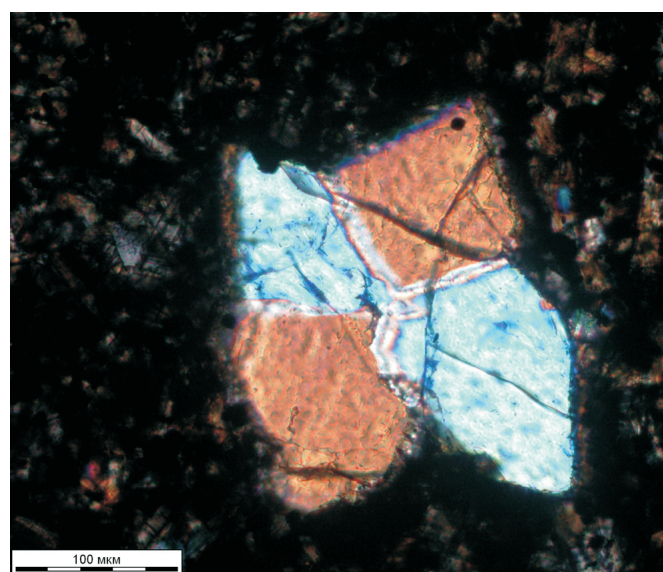


Рис. 3. Вкрапленник оливина — крестообразный двойник прорастания по (031); щелочные меланократовые базальты Монголии; в проходящем свете, с анализатором

О возможных причинах появления ростовых двойников оливина. Ю.О. Пунин показал, что существуют три наиболее важных фактора — предпосылки двойникования:

1. Фактор структуры — в данной кристаллической постройке найдётся одна или несколько кристаллографических плоскостей, как правило, с простыми индексами, которые могут с минимальными искажениями геометрии прилегающих к ней координационных полиэдров служить плоскостью ростового двойникования (пограничным слоем, двойниковым швом). Термин «пограничный слой» предпочтительнее, чем «плоскость двойникования», так как двойникование может осуществляться как с помощью плоскости, так и с помощью осей и центра инверсии.

2. Химический фактор — наличие в химической системе, в которой растёт данный кристалл, химических элементов, подходящих по своим кристаллохимическим параметрам (заряд, радиус, поляризуемость) для специфических позиций вблизи и на плоскости пограничного слоя. Иногда эту роль играют химические элементы, входящие в структуру монокристалла, чаще — элементы-примеси. Роль примесных химических элементов в формировании пограничного слоя может быть решающей.

3. Фактор физико-химических параметров роста кристалла. Ростовые двойники обычно возникают при кинетическом режиме кристаллизации. Выявлена связь между ярко выраженной секториальностью и сильным ростовым двойникованием [6, 7].

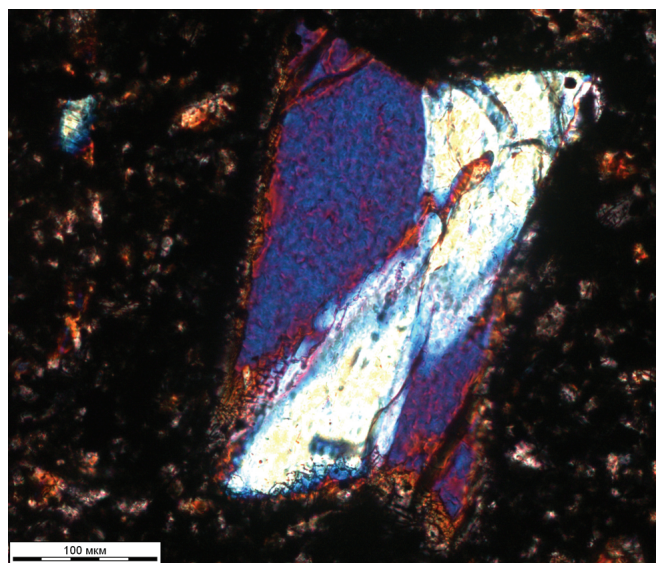
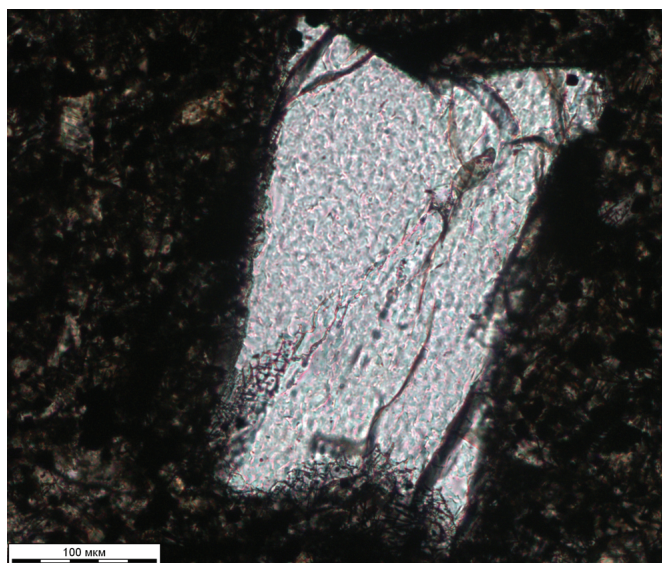


Рис. 4. Вкрапленник оливина — двойник прорастания по (011); щелочные меланократовые базальты Монголии, в проходящем свете, слева — без анализатора, справа — с анализатором

Судя по крайней редкости ростовых двойников оливина, 1 фактор можно исключить. По-видимому, наиболее важен 2-й фактор, поскольку оливины щелочных базальтоидов содержат существенное количество кальция — 0,5—1 мас. % СаО, тогда как оливины низкощелочных магматитов бедны кальцием (0,05—0,2 % СаО). По-видимому, ростовые двойники оливина могут присутствовать и в щелочных базальтоидах, богатых меллитом, — кудритах Маймеча-Котуйской щелочной провинции на севере Восточно-Сибирской платформы [10] оливин вкрапленников в кудритах настолько богат кальцием, что в оливине развиты пластинчатые ламеллы распада монтichelлита $\text{CaMg}[\text{SiO}_4]$. В щелочных магматитах, крайне богатых Са, — кимберлитах и иных — развиты монтichelлит и меллит, а также магматические кальцит и доломит, которые связывают «избыточный» Са.

Для описанных выше щелочных меланократовых базальтов Монголии нельзя исключить и роль 3-го фактора — кинетического режима кристаллизации, о вероятности которого может свидетельствовать скелетная форма некоторых вкрапленников оливина (рис. 5).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 13-05-00839).

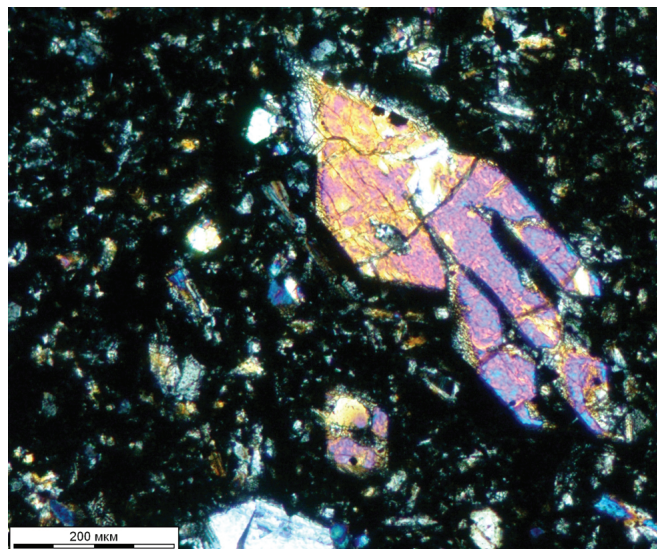


Рис. 5. Вкрапленник оливина скелетной формы; щелочные меланократовые базальты Монголии, в проходящем свете, с анализатором

ЛИТЕРАТУРА

1. Бонштедт-Куплетская Э.М. Оливин // Минералы. Справочник. Т. III. Вып. 1. Силикаты с одиночными и двойными кремнекислородными тетраэдрами. М.: Наука, 1972. С. 172—198.
2. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусманн Дж. Породообразующие минералы. Т. I. М.: Мир, 1965. 413 с.
3. Заварицкий А.Н. Изверженные горные породы. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 480 с.
4. Кепежинская В.В. Кайнозойские щелочные базальтоиды Монголии и их глубинные включения. М.: Наука, 1979. 308 с.
5. Петров М.П. Региональные исследования Географического общества: Центральная Азия // Географическое общество за 125 лет. Л.: Наука, 1970. С. 88—108.
6. Пунин Ю.О. О подобии процессов первичного расщепления и ростового двойничкования // Тр. Ленинград. общества естествоиспытателей. 1986. № 2. С. 109—116.
7. Пунин Ю.О. Патология минеральных индивидов // Минерал. журнал. 1989. Т. 11. № 1. С. 92—98.
8. Розенбуш Г. Описательная петрография. М.: ОНТИ, 1934. 700 с.
9. Фрондел Д. Минералогия Луны. М.: Мир, 1978. 334 с.
10. Шейнманн Ю.М., Апельцин Ф.Р., Нечаева И.А. Щелочные интрузивы, их размещение и связанная с ними минерализация. М.: Госгеолтехиздат, 1961. 113 с.
11. Юсов Б.В. Н.М. Пржевальский. М.: Просвещение, 1985. 96 с.
12. Brothers R.N. A penetration twin in olivine // Amer. Mineral. 1959. Vol. 44. P. 1086—1089.
13. Dana J.D. System of mineralogy. 6th ed. New York: John Wiley and Sons. 1909. 1032 p.
14. Hutchinson R. METEORITES. A petrological, chemical and isotopic synthesis. Cambridge University Press: Edinburgh, Melbourne, Cape Town, 2004. 506 p.
15. Philpotts A.R., Ague J.J. Principles of igneous and metamorphic petrology. Cambridge University Press. 2009. 667 p.