

КРАТКИЕ СОБЩЕНИЯ

УДК 553.824(575.3)

ДВЕ ГЕНЕРАЦИИ СКАПОЛИТА МЕСТОРОЖДЕНИЯ РУБИНА СНЕЖНОЕ,
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПАМИР

А.К. ЛИТВИНЕНКО¹, С.Б. МОИСЕЕВА¹, Д.Д. ШАРИФИ²

*¹Российский государственный геологоразведочный университет
117997, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 23; e-mail: ak11954@yandex.ru)*

*²Камнеперерабатывающее предприятие «Асрори Санг»
734000, Таджикистан, г. Душанбе, ул. Шестопалова, д. 26; e-mail: dalersharifov@mail.ru*

На месторождении рубина Снежное, локализованного в восточной части тектонической зоны Центрального Памира, по структурно-текстурным признакам выявлены две генерации скаполита. Первая находится в парагенезисе с рубином, плагиоклазом, флогопитом, мусковитом, маргаритом и фукситом. Она сформировалась при региональном метаморфизме высокотемпературной амфиболитовой фации в раннем протерозое. Вторая генерация локализована в прожилках секущих рубиноносные тела. Выделено два вида прожилков: мономинеральные скаполитовые и полиминеральные скаполит-маргарит-мусковитовые. Они образовались на регрессивной стадии мел-палеогенового тектоно-метаморфического цикла.

Ключевые слова: скаполит; рубин; плагиоклаз; флогопит; мусковит; маргарит; фуксит; генерации; метаморфизм; прожилки; полости; гидротермальный процесс; месторождение рубина Снежное; Центральный Памир.

TWO GENERATIONS OF SCAPOLITE AT SNEZHNOE RUBY DEPOSIT,
CENTRAL PAMIR

A.K. LITVINENKO¹, S.B. MOISEEVA¹, D.D. SHARIFI²

*¹Russian State Geological Prospecting University
117997, Russia, Moscow, Miklouho-Maklay's street, 23; e-mail: ak11954@yandex.ru*

*²Stones manufacture organization «Asrori sang» Co Ltd
734000, Tajikistan, Dushanbe, Shestopalov str., 26; e-mail: dalersharifov@mail.ru*

At Snezhnoe ruby deposit, localized in the eastern part of the tectonic zone of Central Pamir, two generations of scapolite have been discovered by the textural and structural features. The first one is in paragenesis with ruby, plagioclase, phlogopite, muscovite, margarite and fuchsite. It was formed under the regional metamorphism of the high-temperature amphibole facies in the Early Proterozoic. The second generation is localized in the veins of the crossing ruby bodies. Two types of the veins have been distinguished: monomineral scapolite veins and polymineral — scapolite-margarite-muscovite ones. They were formed at the regressive stage of Cretaceous-Paleogene tectonic metamorphic cycle.

Key words: scapolite; ruby; plagioclase; phlogopite; muscovite; margarite; fuchsite; generation; metamorphism; veins; cavities; hydrothermal process; Snezhnoe ruby deposit, Central Pamir.

Месторождение Снежное является источником получения рубинового кристаллосырья в промышленных объёмах. Его структурно-вещественные комплексы изучены и представлены в [2, 4, 7]. Согласно этим данным, минеральная ассоциация месторождения сформирована рубином, плагиоклазом, скаполитом, флогопитом, мусковитом, маргаритом и фукситом, которые находятся в отчётливых парагенетических взаимоотношениях.

Роль скаполитовой минерализации не ограничивается её положением в составе рубиноносных залежей. Скаполит также является типоморфным минералом сарьджилгинской свиты, в которой были выявлены три его генетических типа [3].

В рубиноносных породах скаполит образует устойчивый парагенезис с плагиоклазом, варьирующим по составу от альбита до анортита, минералами группы слюд (мусковитом, фукситом, маргаритом, флогопитом) и с рубином. Количество скаполита в рубиноносной породе варьирует от 10–50 % до полного отсутствия. Эта порода занимает внутрипластовое положение в полосчатых кальцитовых мраморах.

Рубиноносные залежи секутся серией скаполитовых прожилков. Они сформировали новую генетическую и возрастную ассоциацию минералов. Процесс образования минералов в прожилках мог оказать воздействие на раннюю рубиноносную ассоциацию и на самоцвет.

Обнаруженные жилы позволяют выделить на месторождении Снежное две генетические разновидности скаполита: раннюю — метаморфическую, синхронную рубиноносным залежам и позднюю, жильную — гидротермальную.

Структурно-вещественные особенности скаполитовой минерализации

Первая генерация скаполита образует обособления и агрегаты от крупно- до гигантогранобластовых, реже нематобластовой структуры в составе рубиноносных залежей (рис. 1, 2). Скаполит здесь имеет черный, реже белый цвет, округлую форму зёрен, которые хорошо выделяются на фоне зелёных слюд (рис. 2). Белый скаполит по химическому составу близок к чёрному. Он



Рис. 1. Рубиноносная флогопит-фуксит-мусковит-скаполитовая порода: 1 — порфиروبластовые зёрна черного скаполита, 2 — секущий прожилок белого скаполита

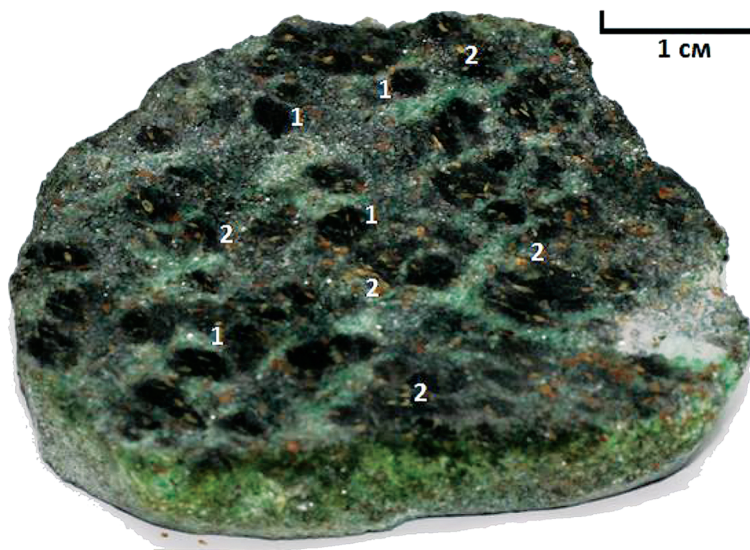


Рис. 2. Рубиноносная скаполит-фуксит-маргаритовая порода: 1 — скаполит, обрамлённый фукситом и маргаритом, 2 — мелкие включения титанита

отличается от последнего отсутствием твёрдых включений. Чёрным минерал выглядит из-за большого количества включений (рис. 3). Они создают видимую под микроскопом пойкилобластовую структуру. Их объём в черных скаполитах составляет от 20 до 60 %. В шлифе скаполит выглядит, как «пчелиные соты». Благодаря многочисленным минеральным включениям, обычно белый минерал приобретает чёрную окраску.

Содержание СаО в рассматриваемом скаполите варьирует от 7,3 до 17,8, мас.%, с уменьшающимся при этом количеством Na₂O от 8,9 до 3,4 мас.%. Аналогичная динамика наблюдается для SiO₂ и Al₂O₃, соответственно от 53 до 46 и от 24 до 27 мас.% (таблица). Это объясняется общеизвестным для скаполита изоморфизмом. Микронзондовым анализом в нём также установле-

ны: хлор — от 0,01 до 2,29, сера — до 0,5, фтор — 0,25, K₂O — от 0,02 до 0,86 мас.%. Состав скаполита варьирует от дипира до мицзонита (30—74 % мейонитового минала).

Чёрный цвет может рассматриваться как типоморфный признак этой генерации скаполита.

Вторая генерация скаполита наблюдается в прожилках, секущих рубиноносные тела (рис. 1). Их мощность составляет до 1 см, длина не превышает 0,5 м. Проникновение прожилков во вмещающие мраморы нами не наблюдалось. Мы предполагаем, что они не развиты вне рубиноносных залежей.

Отмечаются прожилки двух видов: мономинеральные, скаполитовые и полиминеральные, скаполит-маргарит-мусковитовые. Кроме того, в рубиноносных залежах отмечаются щеле-

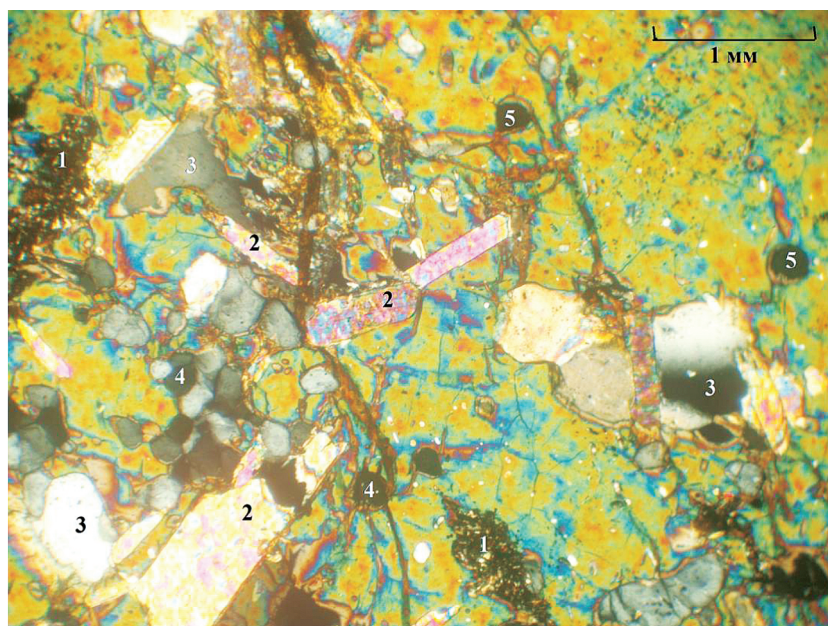


Рис. 3. Чёрный скаполит первой генерации в шлифе, с анализатором; 1–5 — пойкилитовые включения: 1 — титанита, 2 — слюд, 3 — плагиоклаза, 4 — апатита, 5 — рутила

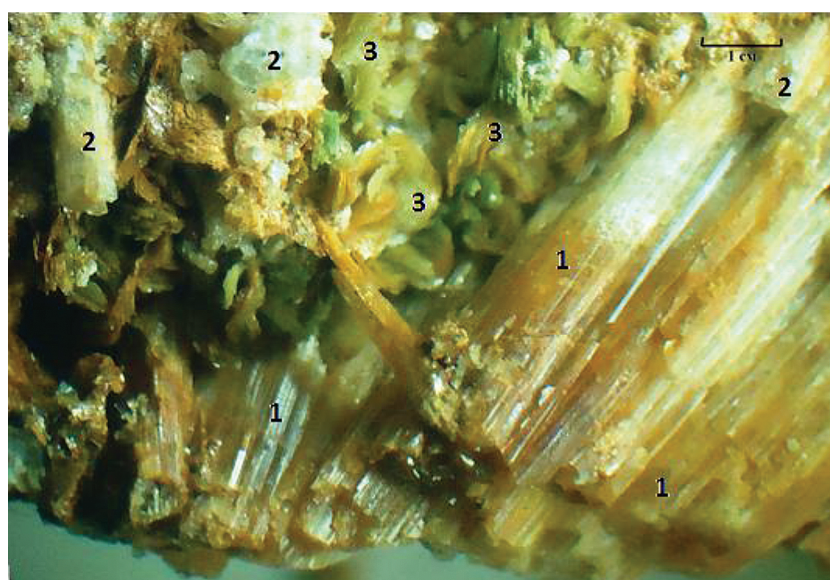


Рис. 4. Сrostки кристаллов: 1 — желтого, 2 — белого скаполита, 3 — розетковидные кристаллы хромсодержащего мусковита

Химические составы и формульные коэффициенты первой (1, 2, 5, 8, 9) и второй (3, 4, 5, 6) генерации скаполитов месторождения Снежное

Компоненты Номер	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Cl	F	S	Cr ₂ O ₃	V ₂ O ₃	Сумма
1	53,04	0,02	23,90	0,02			7,29	6,57	0,10	0,01		0,02		0,07	94,04
2	53,55		20,70				7,34	8,94	0,66	н.о.	н.о.	0,30	н.о.	н.о.	91,49
3	53,56		23,72	0,04	0,06		9,42	7,63	0,86	2,29		0,01	0,09		97,68
4	51,87		26,62		0,02	0,02	10,89	8,15	0,83	2,18		н.о.		0,18	100,76
5	52,68	0,03	23,86	0,03	0,03		10,96	7,12	0,60	1,97	0,25			0,07	97,64
6	51,13		27,52	0,04	0,04		11,51	6,88	0,70	2,64	0,13	н.о.			100,59
7	51,90		27,18	0,03	0,02		11,91	6,41	0,43	1,53	0,02	н.о.	0,05	0,02	99,50
8	45,78	0,01	26,61	0,04		0,02	16,77	3,84	0,19	0,27	0,02	0,01	0,03		93,60
9	46,19	0,05	27,17	0,10		0,02	17,79	3,36	0,02	0,07		0,01	0,04		94,81
Формульные коэффициенты, рассчитанные на 24 аниона															
Компоненты Номер	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K	Cl	F	S	Cr	V	%, Me
1	7,83		4,16				1,52	1,88	0,02			0,01		0,01	44
2	7,97		3,63				1,17	2,58	0,13			0,08			30
3	7,21		4,40	0,01	0,01		1,36	1,99	0,15	0,52			0,01		39
4	7,12		4,31				1,60	2,17	0,15	0,51				0,02	41
5	7,42		3,96				1,65	1,94	0,11	0,47	0,06			0,01	45
6	7,01		4,49				1,69	1,83	0,12	0,61	0,03				46
7	7,17		4,42				1,76	1,72	0,08	0,36			0,01		49
8	6,82		4,68	0,01			2,68	1,11	0,04	0,07					70
9	6,80	0,01	4,71	0,01			2,80	0,96		0,02					74

Примечание. Анализ скаполита под номером 2 заимствован из [3], это средний состав из серии, в которой максимальное содержание серы составляет 0,5 мас.%. Анализы выполнены на микрозонде «Camebax» в ГЕОХИ АН РАН, аналитик Н.Н. Кононкова.

видные полости длиной до 5 и степень раскрытия до 1 см, стенки которых образованы мелкими (1–2 мм) кристаллами скаполита.

Скаполит в мономинеральных прожилках имеет средне- и крупнокристаллическую структуру. Скаполит в них светлый, почти белый. Прожилки образуют резкие, секущие контакты с рубиноносными породами (рис. 1).

В полиминеральных прожилках скаполит формирует парагенезис с маргаритом ярко-зелёного цвета и хромсодержащим мусковитом. Особенности этих слюд изучены ранее [6, 7]. Прожилки имеют зональное строение. Края сложены крупными (до 3–5 мм) чешуйками хромсодержащего мусковита и изумрудно-зелёного маргарита, до 0,5 см. В центре прожилков находятся агрегаты бесцветного прозрачного длинношестоватого скаполита длиной до 5 мм и 1–2 мм в поперечнике. Наблюдаются длиннопризматические кристаллы, растущие радиально от определённых центров (рис. 4).

В составе прожилков встречаются редкие, мелкие (до 3 мм длины) кристаллы турмалина коричневого и чёрного цветов. В сростках с ним отмечаются редкие, микроскопические кристаллы бесцветного и чёрного кварца, который ни разу не встречался в метаморфической матрице рубиноносных пород. Турмалин наблюдается как внутри рубиноносных пород — сингенетичный им минерал (1-я генерация), так и в секущих их скаполитовых прожилках — как гидротермальный, более поздний минерал (2-я генерация).

Состав скаполита этой генетической разновидности соответствует дипиру (от 39 до 49 % мейонитовой молекулы). В нём установлены (в мас. %): Cl — от 1,53 до 2,64 и F — 0,13, K₂O — от 0,43 до 0,86 (таблица).

Общими для обеих генераций скаполитов являются содержания FeO от 0,02 до 0,1, MnO от 0,02 до 0,06, MgO 0,02, Cr₂O₃ от 0,03 до 0,09 и V₂O₃ от 0,02 до 0,18 мас. %, в то время, как TiO₂ содержится только в метаморфическом, от 0,01 до 0,05 (таблица).

Полиминеральные скаполитовые прожилки содержат (в мас. %): 2,7 TiO₂, высокую сумму щелочей — 15,3 K₂O и 3,9 Na₂O, 0,1 P₂O₅, по 0,2 Rb и Sr, 0,1 Zr, 0,5 Ba, 2 Cl и 1,5 F. Их околожильное пространство характеризуется высокими значениями Al₂O₃ 57,3, а также 0,3 Cl, по 0,01 Cu и Ga, по 0,02 Zn, Sr и Zr, 0,6 La, 0,2 Ce, 0,1 Th. Определения выполнены рентгенофлуоресцентным методом в ГЕОХИ РАН И.А.Рошиной (таблица).

Условия образования скаполита

Формирование скаполита первой генерации синхронно минеральной ассоциации рубиноносных пород месторождения Снежное. Их образование связано с изохимическим метаморфизмом бокситоподобного вещества в условиях высокотемпературной амфиболитовой фазии (первый цикл регионального метаморфизма) при T 700–750° и P 800–900 МПа в интервале 1,9–1,6 млрд. лет (ранний протерозой) [2, 4, 7].

По размеру кристаллов скаполит является вторым после рубина [5]. Многочисленные вроски слюд и других минералов внутри скаполита, как уже упоминалось выше, явились причиной его чёрного цвета. Данный признак можно связывать с высокой интенсивностью роста минерала.

Формирование скаполита второй генерации нами коррелируется с завершающей стадией второго метаморфического цикла (мел-палеогенового) при снижающихся температурах и давлениях. Оно может быть представлено в следующем виде.

Вблизи трещин, внутри рубиноносных пород, произошло выщелачивание, которое сильнее затронуло плагиоклазовые и скаполитовые участки. Это проявилось образованием пустот, стенки которых образованы правильными, с отчетливой морфологией кристаллами скаполита, мусковита, фуксита, маргарита, турмалина и др. Источник вещества для выполнения всех пустот был существенно ограничен мелкими размерами рубиноносных пород.

По данным декрепитации и гомогенизации газовой-жидких включений [8], в прозрачных скаполитах из полостей гранитных пегматитов, расположенных вблизи месторождения Снежное, температура образования оценивается в 400–350 °C и выше, а давление в 200–100 МПа. Другие исследователи [1] температуру этого типа скаполита определили в 250–180 °C. Аналогичные условия могли существовать на завершающей стадии второго цикла метаморфизма, с которой связано развитие гидротермального процесса, обусловившего образование второй генерации скаполита.

Этот процесс способствовал частичному растворению рубина, установленному на месторождении [5]. Растворение устойчивого к щелочам и кислотам рубина может указывать на высокую химическую активность гидротермальных растворов.

Выводы

На месторождении Снежное по структурно-текстурным признакам (главный) и цвету (второстепенный) выделено две разновозрастные генерации скаполита, мусковита, маргарита и турмалина. Первая — метаморфическая (раннепротерозойская), представленная минералом чёрного и белого цветов, а вторая — гидротермальная (мел-палеогеновая) — белого. Состав скаполита 1-й генерации варьирует от дипира до мишониита (30–74 %), 2-я генерация представлена только дипиром (39–49 % мейонитовой молекулы).

Процесс образования скаполита второй генерации носил локальный характер (только внутри рубиноносных залежей), не затрагивающий вмещающие мрамора.

Гидротермальный процесс проявился также в растворении поверхности кристаллов рубина.

Веществом для образования скаполита второй генерации послужил более ранний скаполит метаморфической генерации в составе рубиноносных пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев Э.А., Скригитель А.М. Минералогия ювелирных скаполитов Восточного Памира // Докл. АН Тадж.ССР. 1982. Т. XXV. № 10. С. 611–613.
2. Литвиненко А.К. Реконструкция бокситоподобных осадков в раннепротерозойских метаморфитах Центрального Памира // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Екатеринбург. 2008. Т.1. С. 428–430.
3. Литвиненко А.К. Минералогия драгоценных камней Нуристан-Южнопамирской провинции. Berlin: Palmarium academic publishing, 2012. 325 с.
4. Литвиненко А.К., Барнов Н.Г. Генетические типы скаполита музольской метаморфической серии (Центральный Памир) // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2011. № 4. С. 50–66.
5. Литвиненко А.К., Насреддинов З.З. Геммологические свойства рубинов из месторождения Снежное, Центральный Памир // Известия вузов. Геология и разведка. 2014. № 4. С. 22–26.
6. Литвиненко А.К., Насреддинов З.З., Сорокина Е.С. Маргарит — порообразующий минерал месторождения Снежное // Известия вузов. Геология и разведка. 2015. № 4. С. 22–26.
7. Насреддинов З.З. Геолого-минералогические признаки, определяющие качественные кондиции кристаллосырья месторождения Снежное. Дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.; 2013. 128 с.
8. Россковский Л.Н., Морозов С.А., Скригитель А.М. Особенности формирования мраморовых пегматитов Восточного Памира // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1991. № 5. С. 92–103.