

УДК 552.321.5+553.491(470.21)

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ
И БЛАГОРОДНОМЕТАЛЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЮЖНОСОПЧИНСКОГО
МАССИВА (РАННЕПРОТЕРОЗОЙСКИЙ МОНЧЕГОРСКИЙ КОМПЛЕКС,
КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)**

Т. В. Рундквист, П. В. Припачкин, Я. А. Мирошникова, А. В. Базай
ФГБУН Геологический институт КНЦ РАН

Аннотация

Приведены новые факты, дополняющие данные по геологическому строению и благороднометалльной минерализации массива Южносопчинский в Мончегорском районе. В одном из коренных обнажений задокументирован участок магматической брекчии, где обломки представлены метапироксенитами и дайкой метагаббродолеритов, а цемент — крупнозернистыми и пегматоидными метагабброноритами. Анализ разреза скважины в зоне контакта двух магматических фаз показал присутствие стометровой контактовой зоны, где развиты брекчия и жильные тела. Также приведены новые аналитические данные о составе благороднометалльной минерализации Южносопчинского массива.

Ключевые слова:

габбронориты, пироксениты, магматическая брекчия, сульфидная и благороднометалльная минерализация, минералы платиновых металлов.

**NEW DATA ON GEOLOGICAL STRUCTURE AND NOBLE METALS MINERALIZATION
IN YUZHNSOPCHINSKY MASSIF (EARLY PROTEROZOIC COMPLEX IN MONCHEGORSK AREA, KOLA
REGION)**

Tatyana V. Rundkvist, Paul V. Pripachkin, Yana A. Miroshnikova, Aya V. Bazay
Geological Institute of the KSC of the RAS

Abstract

The article presents new facts supplementing the data on geological structure and noble metal mineralization in Yuzhnosopchinsky massif of Monchegorsk area. In the outcrop, a site of the magmatic breccia has been mapped. In this breccia, the fragments are represented by metamorphed pyroxenites and gabbro-dolerites, whereas the cement is formed by coarse-grained and pegmatitic metagabbronorites. The interval between the injections of these two phases is likely to be significant, because gabbronorite phase was injected even after the formation of gabbro-dolerite dikes. Analysis of the stratigraphic column of the drill hole in the contact zone of these two magmatic phases has showed a hundred-meter zone, where the magmatic breccia and veins are present. The new analytical data on the composition of noble metal mineralization in the Yuzhnosopchinsky massif are also given.

Keywords:

gabbro, pyroxenite, magmatic breccia, sulphide and noble metal mineralization, minerals of platinum metals.

Введение

Южносопчинский массив (ЮСМ) находится в юго-восточной части Мончегорского комплекса ультраосновных и основных пород раннепротерозойского возраста. В плане ЮСМ представляет собой крупное магматическое тело длиной около шести километров и шириной около двух километров, протягивающееся с северо-запада на юго-восток (рис. 1, врезка). С запада ЮСМ примыкает к Мончетундровскому массиву комплекса Главного хребта. По данным ряда авторов [1, 2], ЮСМ — часть Мончетундровского массива. С севера ЮСМ ограничен тектонической зоной и контактирует с архейскими диорито-гнейсами и с преимущественно ортопироксенитовым массивом Сопча (Мончегорский комплекс). С юга

ЮСМ граничит с раннепротерозойскими кислыми метавулканиками свиты Арваренч зоны Имандра-Варзуга. По данным бурения ЮСМ имеет в целом моноклиналиное залегание с падением на юго-запад под углами от 5–20 до 45° [2].

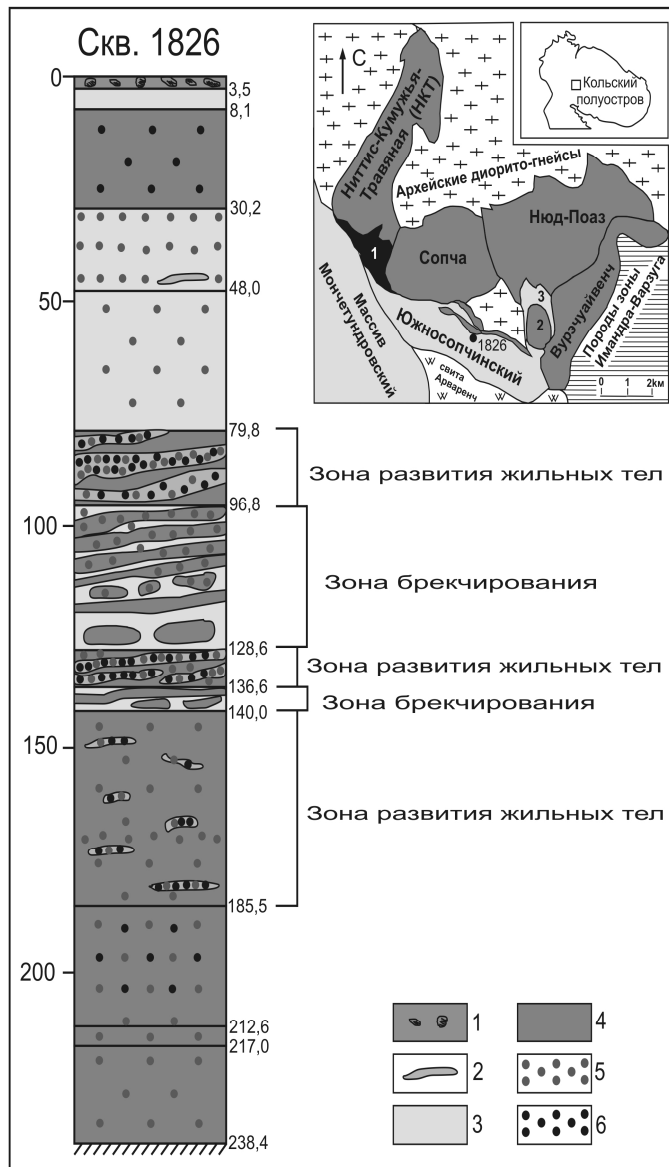


Рис. 1. Геологическая колонка скважины 1826. По данным ОАО ЦКЭ, с изменениями:

1 — валунная морена; 2 — жильные тела; 3 — габбронориты; 4 — нориты, оливиновые нориты, ортопироксениты, дуниты, гарцбургиты; 5 — сульфидная вкрапленность; 6 — магнетитовая вкрапленность. На врезке — положение скважины 1826 в пределах массива ЮС. Цифрами на врезке обозначены:

1 — дунитовый блок; 2 — блок Верхний Нюд; 3 — массив Габбро-10

По геологическому строению ЮСМ разделяется на две зоны. Нижняя зона имеет мощность 250–300 м и сложена переслаивающимися метаноритами, метапироксенитами и метаперидотитами [2]. Верхняя зона ЮСМ представлена лейко-мезократовыми метагабброноритами и метагаббро. Породы вблизи от контакта между верхней и нижней зонами массива интенсивно рассланцованы. Кроме того, в зоне контакта проявлены магматические брекчии, пегматоидные и жильные тела [1, 3]. В работе В. В. Чащина и соавторов [2] приводятся возрастные данные для нижней и верхней зон, полученные U-

Pb-методом по циркону: возраст оруденелых метаноритов нижней краевой зоны ЮСМ равен 2504 ± 1 млн лет, а возраст метагаббро верхней зоны — 2478 ± 20 млн лет. Изотопно-геохронологические данные подтверждают геологические наблюдения, свидетельствующие о полихронности формирования ЮСМ.

Авторами настоящей статьи в результате детального картирования восточной части ЮСМ, исследования его разреза в керне скважины 1826 и изучения благороднометалльной минерализации получены данные, позволяющие дополнить представление о генезисе массива, чему и посвящена настоящая заметка.

Структурные взаимоотношения пород в коренном обнажении на восточном фланге Южносопчинского массива

Одним из наиболее ярких свидетельств последовательности геологических событий в ЮСМ являются структурные взаимоотношения трех типов пород — метапироксенитов, метагаббродолеритов и метагабброноритов, зафиксированные в одном из коренных обнажений на восточном фланге массива. Здесь в коренном выходе пород площадью около 6×9 м представлены обломки мелкозернистых метапироксенитов и тонкозернистых метагаббродолеритов (рис. 2).

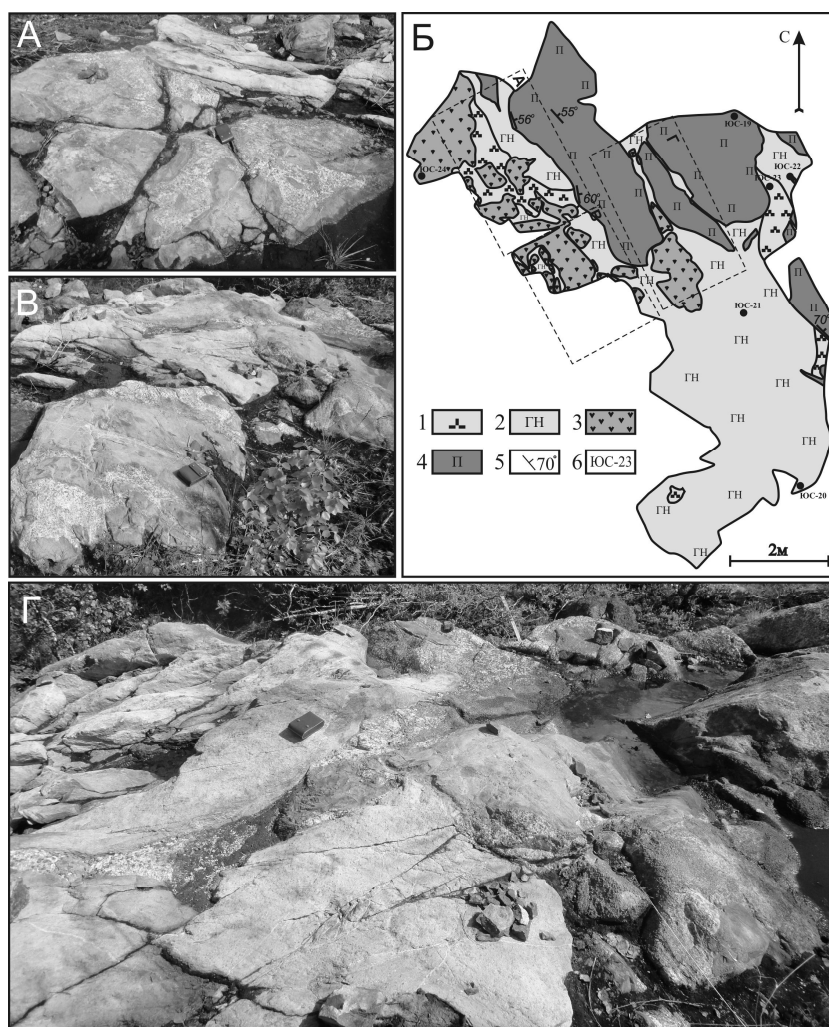


Рис. 2. Схема геологического строения и фото коренного обнажения «Дайка»:

1 — пегматоидные лейко-мезократовые метагаббронориты; 2 — крупнозернистые мезократовые метагаббронориты; 3 — тонкозернистые метагаббродолериты; 4 — среднезернистые метапироксениты; 5 — элементы залегания плоскостей контакта; 6 — номера образцов

Метагаббродолериты серого цвета, с зеленоватым оттенком представляют собой типичную дайковую породу. Дайки метагаббродолеритов такого типа широко распространены в Мончегорском комплексе и Мончетундровском массиве [4]. Как метапироксениты, так и метагаббродолериты разбиты на многочисленные обломки и сцементированы метагабброноритовым материалом. Размер обломков от нескольких сантиметров до первых метров. Метагаббронориты крупнозернистые, участками — пегматоидные. В центре данного обнажения видно, что фрагменты апофиза дайки заключены внутри трещины в крупном блоке метапироксенитов. Жила метагаббронорита, вероятно, проникла по той же трещине, в результате чего апофиз дайки был будинирован. Очевидно, что временной разрыв между внедрением пироксенитов и габброноритов был значительным, поскольку за этот период произошло остывание крупного магматического тела и внедрение даек по трещинам.

Интерпретация структурных взаимоотношений пород Южносопчинского массива по данным бурения скважины 1826

Скважина 1826 пробурена ОАО «ЦКЭ» в ходе поисково-разведочных работ на платинометалльное оруденение в восточной части Мончегорского комплекса и расположена в центральной части ЮСМ (рис. 1, врезка).

Скважина пересекла зону контакта крупнозернистых габброноритов с серией пород, включающей пироксениты, нориты и оливиновые пироксениты. Первичная документация скважины выполнена геологом ОАО «Пана» А. А. Ефимовым. Опираясь на представления о структурных взаимоотношениях пород, полученные при исследовании коренных обнажений на поверхности, нами предложена интерпретация геологической колонки скважины (рис. 1).

На основании анализа послойной документации А. А. Ефимова и собственных петрографических исследований авторы статьи выделили в скважине 1826 следующие зоны:

0–3.5 — валунная морена;

3.5–8.1 — мезократовые габбронориты;

8.1–30.2 — нориты, ортопироксениты, дуниты, оливиновые нориты, гарцбургиты с подчиненными прослоями габброноритов, участками рассланцованные и метаморфизованные, с неравномерной магнетитовой вкрапленностью;

30.2–79.8 — габбронориты мезократовые, участками — габбро мезо-лейкократовые и плагиоклаз-амфиболовые породы по габброидам. В интервале 30.2–48.0 — равномерная сульфидная вкрапленность. В интервале 48.0–79.8 — редкая сульфидная вкрапленность. Породы интенсивно и неравномерно метаморфизованы, рассланцованы; 79.8–96.8 — *зона развития жильных тел*: нориты, ортопироксениты, насыщенные телами плагиоклаз-ортопироксеновых, плагиоклаз-амфиболовых, кварц-плагиоклазовых (с микропегматитами) жил, содержащих богатую гнездовую вкрапленность магнетита (до 60 %) и сульфидов (до 3–5 %);

96.8–128.6 — *зона брекчирования*: зона частого чередования пироксенитов и меланократовых норитов со средне-крупнозернистыми габброноритами (зона брекчирования). В интервалах 96.8–100.8 и 104.6–108.4 — в пироксенитах развита равномерная мелкая сульфидная вкрапленность до 2 %;

128.6–136.6 — *зона развития жильных тел*: нориты, ортопироксениты, насыщенные телами плагиоклаз-ортопироксеновых, плагиоклаз-амфиболовых, кварц-плагиоклазовых (с микропегматитами) жил; в интервале отмечается мелкая рассеянная сульфидная вкрапленность;

136.6–140.0 — *зона брекчирования*: зона частого чередования мелко-среднезернистых норитов и оливиновых норитов со средне-, крупнозернистыми мезократовыми габброноритами. Встречаются плагиоклаз-амфиболовые жилы с голубым кварцем и магнетитом. Породы неравномерно изменены, трещиноваты, содержат кварц-плагиоклазовые овоиды и жилки;

140.0–185.5 — *зона развития жильных тел*: нориты, ортопироксениты, оливиновые пироксениты с прослоями габброноритов и телами плагиоклаз-ортопироксеновых, плагиоклаз-

амфиболовых, кварц-плагиоклазовых (с микропегматитами) жил. Для интервала характерна мелкая рассеянная сульфидная вкрапленность;

185.5–212.6 — нориты, ортопироксениты, оливиновые нориты, гарцбургиты с прослоями габброноритов, метаморфизованные разности этих пород. Участками отмечается магнетитовая и мелкая сульфидная вкрапленность;

212.6–217.0 — нориты, ортопироксениты, дуниты, оливиновые нориты, гарцбургиты с подчиненными прослоями габброноритов, участками рассланцованные и метаморфизованные, с неравномерной магнетитовой и сульфидной вкрапленностью;

212.6–238.4 — нориты, ортопироксениты, дуниты, оливиновые нориты, гарцбургиты с подчиненными прослоями габброноритов, участками рассланцованные и метаморфизованные, с неравномерной рассеянной магнетитовой и сульфидной вкрапленностью.

Необходимо подчеркнуть, что ранее данные материалы интерпретировались как вскрытие скважиной 1826 верхней (существенно габброноритовой) и нижней (расслоенной) частей разреза ЮСМ. Однако, по мнению авторов настоящей статьи, в интервале от 79.8 до 185.5 м скважина вскрыла сложную зону контакта двух магматических фаз (габброноритового и норит-пироксенитового составов), в пределах которой широко развиты зоны брекчирования и тесно связанные с ними зоны распространения жильных тел различного состава.

Благороднометалльная минерализация в породах скважины 1826

Согласно документации А. А. Ефимова и данным авторов статьи, скважина 1826 содержит неравномерную сульфидную вкрапленность по всему разрезу начиная с глубины 30.2 м. Наиболее густая вкрапленность приурочена к зонам развития жильных тел и к зонам брекчирования. В интервале 79.8–92.0 содержание сульфидов составляет до 3–5 %, в интервале 96.8–108.8 — до 2 %. Второй участок неравномерной, но участками более густой вкрапленности сульфидов приходится на интервал 159.8–170.7. Вкрапленность приурочена к норитам с многочисленными мелкими жилами плагиоклаз-амфиболового состава, жилами пегматоидов с кварцем и магнетитом. Здесь отмечены повышенные содержания элементов платиновой группы (ЭПГ). Таким образом, повышенное содержание ЭПГ приурочено к зоне контакта габброноритов с пироксенитами, причем в тесной связи с жильными образованиями. Наиболее значимые рудные интервалы с суммой ЭПГ до 0.8 г/т приходятся в скважине 1826 на интервал 161.3–173.1, который представлен норитами, ортопироксенитами, оливиновыми пироксенитами с прослоями габброноритов и жильными телами.

В одном из полированных аншлифов нами охарактеризованы выделения минералов благородных металлов (рис. 3). Порода представляет собой ортопироксенит, сложенный короткопризматическими кумулусными зернами частично амфиболизованного ортопироксена и интеркумулусными выделениями плагиоклаза. Сульфидно-оксидная рудная вкрапленность приурочена к интерстициям между зернами пироксена (рис. 3, А). Сульфиды и магнетит образуют компактные сростки (гнезда) мелких зерен, расположенных незакономерно, размер сростков — от долей до нескольких миллиметров (рис. 3, Б). Границы сростков преимущественно резкие. Сростки также насыщены зернами силикатных минералов, главным образом амфиболов. Минералы платиновых металлов (МПМ) и золото образуют единичные выделения внутри сульфидно-оксидных вкрапленников, сложенных магнетитом, пирротинном, халькопиритом и пентландитом (рис. 3, В–Ж). Выделения МПМ и золота имеют каплевидную или неправильную форму.

Помимо сульфидно-оксидных сростков, рудные минералы присутствуют в породе в виде отдельных мелких зерен размером несколько микрон, заполняя интерстиции между зернами силикатов. В сростании с мелкими удлинёнными выделениями магнетита среди силикатов находится выделение смеси нескольких фаз МПМ размером около 2 мкм (рис. 3, В₁).

Выделения МПМ и золота имеют размер не более 1–2 мкм. Малый размер частиц не позволил провести их анализ на электронном микроскопе. Оценка химического состава минералов выполнена на сканирующем электронном микроскопе LEO1450 с помощью

энергодисперсионного анализатора Quantax200. Состав проанализированных минералов представлен в таблице ниже. Наиболее распространены выделения котульскита, мончеита и золота; брэггит, меренскиит, сперрилит, ирарсит встречаются реже. Характерной особенностью сульфидной и благороднометалльной минерализации в данных породах является постоянное присутствие магнетита. Включения МПМ и золота в магнетите встречаются так же часто, как и в сульфидах.

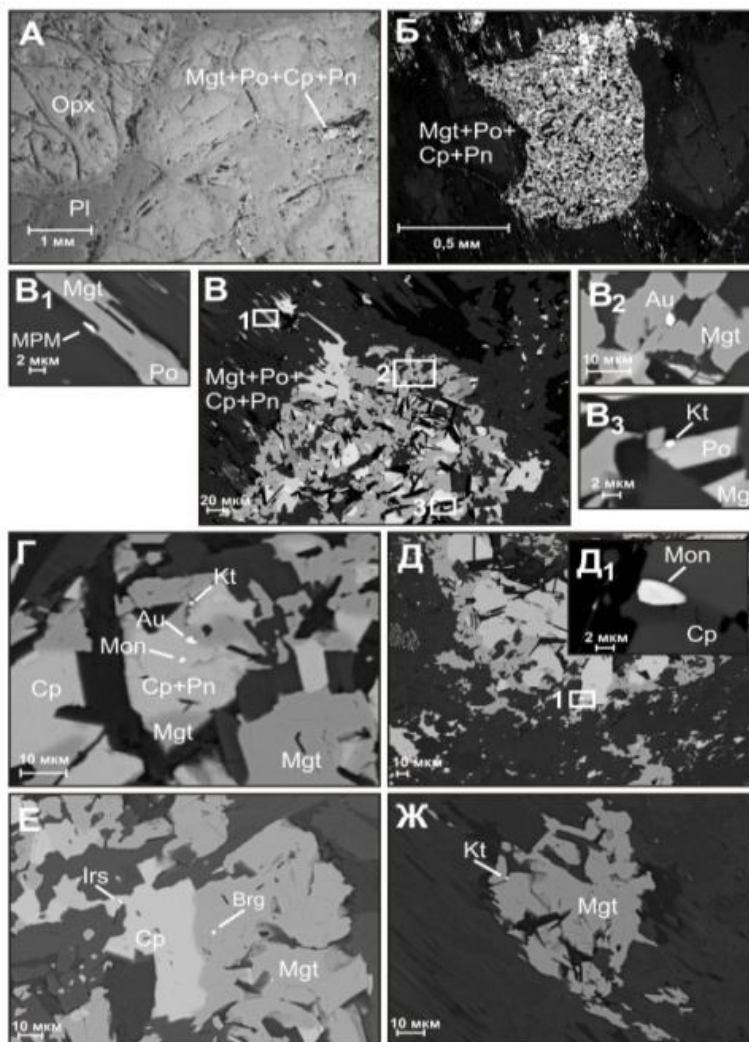


Рис. 3. Морфология рудной вкрапленности и выделения МПМ в аншлифе 1826/144.9:

А — плагиоклазовый ортопироксенит с сульфидной и оксидной вкрапленностью; *Б* — сульфидно-оксидный вкрапленник в породе; *В* — сульфидно-оксидный вкрапленник с выделениями золота и МПМ; *В₁* — смесь МПМ в магнетите (анализ № 11 в табл.); *В₂* — золото в магнетите (анализ № 1 в табл.); *В₃* — котульскит в пирротине (анализ № 3 в табл.); *Г* — сульфидно-оксидный вкрапленник с выделениями золота (анализ № 2 в табл.), котульскита (анализ № 4 в табл.) и мончеита (анализ № 5 в табл.); *Д* — сульфидно-оксидный вкрапленник с выделением мончеита в халькопирите (анализ № 6 в табл.); *Е* — выделения брэггита в магнетите (анализ № 9 в табл.) и ирарсита в халькопирите (анализ № 10 в табл.); *Ж* — выделение котульскита в магнетитовом вкрапленнике. *А, Б* — снимки полированного аншлифа в отраженном свете; *В–Ж* — снимки в обратно-рассеянных электронах (BSE-изображения). *Pl* — плагиоклаз, *Orp* — ортопироксен, *Mgt* — магнетит, *Po* — пирротин, *Cp* — халькопирит, *Pn* — пентландит, *Au* — золото, *Kt* — котульскит, *Mon* — мончеит, *Irs* — ирарсит, *MPM* — смесь минералов платиновых металлов

Минералы благородных металлов в образце 1826/144.9

Элемент	1	2	3	4	5	6
Fe	4.93	15.06		7.48		
Ni	0.14					
Cu		4.72				
Ag	6.40	15.93				
Au	84.19	59.29				
Pt			2.80		40.15	35.32
Pd	4.34		36.83	36.92		
Rh						
Ir						
S		5.00				
Te			30.17	30.12	41.24	38.25
Bi			30.20	25.49	18.61	26.43
As						

Окончание таблицы

Элемент	7	8	9	10	11	12
Fe	4.36		8.08	8.70		27.75
Ni			5.45			0.18
Cu				7.23		
Ag					11.98	
Au					21.95	
Pt	52.41	12.49	51.07			
Pd		18.47	19.27		44.49	50.53
Rh				4.47		
Ir				40.32		
S			16.13	11.28		
Te		61.03				4.66
Bi		8.01				5.69
As	43.23			28.01		10.46
Sn					8.73	
Pb					12.85	
Al						0.74
Сумма	100.00	100.00	100.00	100.01	100.00	100.00

Примечания: 1 — золото; 2 — золото с примесью серебра и халькопирита; 3, 4 — котульскит; 5, 6 — мончеит; 7 — сперрилит; 8 — меренскиит; 9 — бреггит; 10 — ирарсит; 11 — смесь минеральных фаз; 12 — смесь минеральных фаз (котульскит и палладоарсенид?)

Оценка состава минеральных фаз выполнена при помощи энергодисперсионной приставки Quantax200 к сканирующему электронному микроскопу Leo-1450 (аналитик — А. В. Базай), суммарное содержание элементов приведено к 100 %.

Заключение

Таким образом, исследования авторов настоящей статьи позволили сделать ряд достаточно важных выводов. В коренных обнажениях и в разрезе скважины 1826 подтверждается весьма сложный характер структурных взаимоотношений между главными породными разновидностями — интенсивно метаморфизованными габброноритами, норитами, пироксенитами. Хорошо видно, что эти взаимоотношения (наличие обломков пироксенитов и долеритов в габброноритовом цементе, развитие в зоне контакта пегматоидных и жильных образований) не позволяют говорить о наличии в ЮСМ классической магматической расслоенности. Этот вывод косвенно подтверждает и весьма неравномерное (сквозное) распределение в разрезе скважины 1826 пород, содержащих оливин (от верхних до нижних частей разреза). Разрыв между внедрениями двух фаз, по всей вероятности, был довольно существенным, так как внедрение габброноритовой фазы произошло позже образования даек метагаббродолеритов. Геологические наблюдения подтверждаются геохронологическими определениями [2].

Важным наблюдением является приуроченность к зоне контакта сульфидно-оксидной и ЭПГ минерализации в связи с широким развитием жильных тел. Оно может говорить о том, что минерализация, вероятнее всего, имеет контактовую природу и признаки последующего переотложения в процессе жилообразования.

В заключение следует подчеркнуть, что данные исследования проведены на ограниченном материале. Для окончательных выводов требуются более масштабные картировочные и буровые работы с применением всего комплекса современных аналитических методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Геологическое строение, минералогия и генезис ЭПГ-минерализации массива Южная Сопча, Мончегорский комплекс, Россия / Т. Л. Гроховская [и др.] // Геология рудных месторождений. 2012. Т. 54, № 5. С. 416–440.
2. Малосульфидные платинометалльные руды палеопротерозойского Мончегорского плутона и его южного обрамления (Кольский полуостров, Россия): геологическая характеристика и изотопно-геохронологические свидетельства полихронности рудно-магматических систем / В. В. Чащин [и др.] // Геология рудных месторождений. 2016. Т. 58, № 1. С. 41–63.
3. Геологическое строение и особенности локализации платинометалльного оруденения в восточной части Южносопчинского мафит-ультрамафитового массива (Кольский полуостров) / Т. В. Рундквист [и др.] // Руды и металлы. 2011. № 5. С. 58–68.
4. Арзамасцев А. А., Федотов Ж. А., Арзамасцева Л. В. Дайковый магматизм северо-восточной части Балтийского щита. СПб.: Наука, 2009. 383 с.

Сведения об авторах

Рундквист Татьяна Васильевна — кандидат геолого-минералогических наук, заместитель директора по науке Геологического института КНЦ РАН

E-mail: rund@geoksc.apatity.ru

Припачкин Павел Валентинович — кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Геологического института КНЦ РАН

E-mail: paul@geoksc.apatity.ru

Мирошникова Яна Андреевна — младший научный сотрудник Геологического института КНЦ РАН

E-mail: rund@geoksc.apatity.ru

Базай Айя Валерьевна — кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник Геологического института КНЦ РАН, младший научный сотрудник Центра наноматериалов КНЦ РАН

E-mail: a.bazai@mail.ru

Author Affiliation

Tatyana V. Rundkvist — PhD (Geology & Mineralogy), Vice Director on Science of the Geological Institute of the KSC of the RAS

E-mail: rund@geoksc.apatity.ru

Paul V. Pripachkin — PhD (Geology & Mineralogy), Senior Researcher of the Geological Institute of the KSC of the RAS

E-mail: paul@geoksc.apatity.ru

Yana A. Miroshnikova — Junior Researcher of the Geological Institute of the KSC of the RAS

E-mail: rund@geoksc.apatity.ru

Aya V. Bazay — PhD (Geology & Mineralogy), Researcher of the Geological Institute of the KSC of the RAS

Junior Researcher of the Nanomaterial Centre (NMC) of the KSC of the RAS

E-mail: a.bazai@mail.ru

Библиографическое описание статьи

Новые данные о геологическом строении и благороднометалльной минерализации Южносопчинского массива (раннепротерозойский Мончегорский комплекс, Кольский регион) / *Т. В. Рундквист [и др.]* // Вестник Кольского научного центра РАН. — 2016. — № 3 (26). — С. 44–52.

Reference

Rundkvist Tatyana V., Pripachkin Paul V., Miroshnikova Yana A., Bazay Aya V. New Data on Geological Structure and Noble Metal Mineralization in the Yuzhnosopchinsky Massif (Early Proterozoic Monchegorsky Complex, Kola Region). *Herald of the Kola Science Centre of the RAS*, 2016, vol. 3, pp. 44–52. (In Russ.).