

ПЛАТИНОМЕТАЛЬНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ПИРОКСЕН-ПЛАГИОКЛАЗ-АМФИБОЛОВЫХ ЖИЛЬНЫХ ПОРОД УЧАСТКА МОРОШКОВОЕ ОЗЕРО (МОНЧЕГОРСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН)

Мирошникова Я.А.

Геологический институт КНЦ РАН, Анапты, miroshnikova@geoksc.apatity.ru

Участок Морошковое озеро расположен в юго-восточной части Мончегорского комплекса (Мончегорский рудный район, Кольский полуостров). Изучение геологического строения данного участка началось в 30-е годы XX в. В то время здесь проводились геофизические поисковые работы на Cu и Ni. В результате было разведано небольшое по запасам Cu-Ni месторождение, выработанное к концу 40-х гг. [2].

Впоследствии этот участок привлек внимание геологов уже в 90-х гг. XX в., когда в Кольском регионе проводились масштабные поисковые работы на платинометальное оруденение. В этот период здесь были пройдены несколько канав, пробурено две скважины. В рассланцованных метагабброноритах была обнаружена платинометальная минерализация с содержанием платиноидов: Pt – 0.25-0.58 г/т, Pd – 1.10-2.24 г/т, Cu – 0.22-0.75 %, Ni – 0.07-0.16 % [1]. Однако геологическое строение и распределение ЭПГ в породах участка Морошковое озеро остаются до сих пор малоизученными.

В ходе полевых работ 2010-2014 гг. авторами были изучены взаимоотношения главных породных разновидностей на участке Морошковое озеро. Здесь среди мелко-среднезернистых метаноритов залегают жильные тела сложной морфологии. Мощность жил изменяется от 10 см до 2 м в раздувах. Содержание рудных компонентов в жильных породах достигает 2-3 об. %. Среди жильных тел по их минеральному составу можно выделить три разновидности: 1) жилы пироксен-плагиоклаз-амфиболового состава; 2) жильные тела плагиоклаз-амфиболового состава; 3) жилы кварц-полевошпатового состава. Наибольший промышленный интерес представляют собой жилы пироксен-плагиоклаз-амфиболового состава. Именно эта разновидность жил несёт в себе гнездово-вкрапленное сульфидное, оксидное и платинометальное оруденение.

В аншлифах, изготовленных из жильных пироксен-плагиоклаз-амфиболовых пород, была исследована рудная минерализация (табл. 1). Изучение рудных минеральных ассоциаций проводилось с помощью микроскопа AxioPlan оснащенного соответствующей видеоаппаратурой, позволяющей проводить фотодокументацию исследуемых объектов. Химический анализ однородных зёрен минералов размером более 20 мкм выполнялся на электронно-зондовом микроанализаторе Cameca MS-46. Диагностика минералов в связи с малым размером выделений и однородных участков индивидов основывалась на оценочных анализах при помощи энергодисперсионных спектрометров Röntec и Bruker X Flash-5010 к сканирующему электронному микроскопу LEO-1450. Последний был также использован для получения изображений участков полированных шлифов в обратно-рассеянных электронах.

Исследование рудной минерализации в жильных породах участка Морошковое озеро показало, что сульфидная минерализация в северной части несколько отличается от таковой в южной части участка. Главные сульфидные минералы в северной части представлены халькопиритом, миллеритом и борнитом, тогда как в южной части распространены халькопирит, миллерит и пирит, реже встречается пентландит. Среди оксидных минералов в жильных породах главными являются магнетит и ильменит. Минералы платиновых металлов и другие редкие минералы выделяются на границах и встречаются в виде мелких включений в зёрнах главных сульфидных минералов.

Маякит (PdNiAs) – один из самых часто встречаемых минералов. Форма зёрен неправильная и округлая. Размеры от 1 до 5 мкм. Химический состав: Pd 42.29-48.58, Ni 17.43-27.75, As 28.05-32.98 (мас. %). В составе некоторых индивидов отмечаются примеси Fe до 2.60, Cu до 1.69, Co до 0.15, Sb до 0.37, S до 1.55 (мас. %). Кристаллохимическая формула минерала: $\text{Pd}_{0.956-1.147}(\text{Ni}_{0.746-1.137}\text{Sb}_{0-0.008}\text{Co}_{0-0.006})_{0.746-1.1143}\text{As}_{0.901-0.106}$. Образует округлые и вытянутые включения в

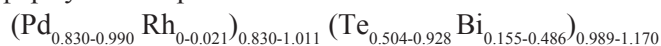
миллерите, реже выделяется на границе халькопирита и борнита или на границе зерна амфибола. В ассоциации также отмечается таркианит, клаусталит, никелин, гессит и ковеллин.

Таблица 1. Рудные минералы в жильных телах участка Морошковое озеро.

Минерал	Формула	Встречаемость	Минерал	Формула	Встречаемость
<i>Сульфиды и их аналоги, сульфосоли</i>			<i>Группа сфалерит-вюрцита</i>		
<i>Сплавы металлоидов с ЭПГ</i>			Сфалерит	ZnS	XX
Атенеит	$Pd_{0.75}(As_{0.75}Hg_{0.25})$	X	Хаулеит	CdS	X
Маякит	$PdNiAs$	XXX	Цинковый гринокит	$(Cd,Zn)S$	X
<i>Группа никелина</i>			<i>Сульфиды сидерофильных элементов</i>		
Никелин	$NiAs$	X	Пирротин	$Fe_{1-x}S$	XXX
Котульскит	$PdTe$	XXX	Миллерит	NiS	XXXX
Соболевскит	$PdBi$	XXX	Пентландит	$(Fe,Ni)_9S_8$	XXX
<i>Группа пирита</i>			Молибденит	MoS_2	X
Пирит	FeS_2	XXXX	Рениит	ReS_2	X
Сперрилит	$PtAs_2$	XX	Таркианит	$(Cu,Fe)(Re,Mo)_4S_8$	X
<i>Группа кобальтина</i>			<i>Группа халькопирита</i>		
Майчнерит	$PdBiTe$	X	Халькопирит	$CuFeS_2$	XXXX
<i>Несгруппированные арсениды</i>			<i>Группа борнита</i>		
Иридарсенит	$IrAs_2$	X	Борнит	Cu_3FeS_4	XXXX
Палладоарсенид	Pd_3As	X	<i>Группа ковеллин-халькозина</i>		
<i>Несгруппированные теллуриды</i>			Ковеллин	CuS	XX
Гёссит	Ag_2Te	X	Халькозин	Cu_2S	XX
Меренскиит	$PdTe_2$	XXX	<i>Оксиды и гидроксиды</i>		
Мончеит	$Pt(Te,Bi)_2$	X	Ильменит	$FeTiO_3$	XXX
<i>Группа галенита</i>			Магнетит	$FeFe_2O_4$	XXXX
Галенит	PbS	XX	Рутил	TiO_2	X
Клаусталит	$PbSe$	X	Гётит	$FeO(OH)$	XX

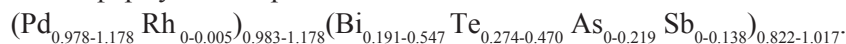
Примечание: X – единичные находки, XX – редкий, XXX – часто встречающийся, XXXX – главный.

Котульскит ($PdTe$) – также один из самых часто встречаемых минералов. Размер индивидов от 1 до 5 мкм, форма неправильная. Химический состав: Pd 34.34-42.16, Te 23.51-46.04, Bi 13.12-37.14 (мас. %). В составе одного из индивидов присутствует примесь Rh – 0.79 (мас. %). Кристаллохимическая формула минерала:



Чаще всего встречается в виде включений в силикатных минералах (в амфиболе), также обнаружен в виде сростка с халькопиритом. Находится в ассоциации с халькопиритом, галенитом, меренскиитом, майчнеритом и палладоарсенидом.

Соболевскит ($PdBi$) – довольно распространённый минерал, но встречается реже, чем маякит и котульскит. Размер индивидов от 2 до 10 мкм, форма неправильная. Химический состав: Pd 37.32-52.87, Bi 16.81-40.98 (мас. %), также отмечается примесь Te 14.72-21.51 (мас. %). В составе отдельных индивидов присутствует примесь Sb до 7.08, As до 6.93, Ni до 1.59, Rh до 0.20 (мас. %). Кристаллохимическая формула минерала:



Встречается в виде включений в силикатных минералах (преимущественно в амфиболе). Находится в ассоциации с халькопиритом, миллеритом, пиритом и галенитом.

Меренскиит ($PdTe_2$) также является довольно распространённым минералом. Размер отдельных индивидов 0.25-2 мкм, но встречено и крупное зерно размером 25 мкм (рис. 1 в). Форма индивидов неправильная. Химический состав: Pd 12.54-28.19, Pt 0-20.65, Te 32.67-58.47, Bi 7.77-39.15 (мас. %). В составе одного из индивидов присутствует примесь Rh – 0.57 (мас. %). Кристаллохимическая формула минерала:



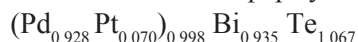
Мелкие выделения встречаются в виде включений в силикатных минералах (в амфиболе). Крупный индивид обнаружен на границе халькопирита, который вместе с миллеритом и пиритом образует сложный агрегат. В ассоциации также присутствуют котульскит и палладоарсенид.

Сперрилит ($PtAs_2$) встречается реже, чем соболевскит и меренскиит. Размер индивидов составляет 1-9 мкм, форма зёрен неправильная, червеобразная и вытянутая (рис. 1а). Химический состав: Pt 54.63-55.29, As 43.96-44.14 и Fe 0.57-1.41 (мас. %). Формула минерала:



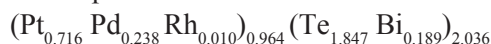
Находится в виде включений в зернах борнита, магнетита и силикатных минералов. Кроме того, на границе зёрен халькопирита и магнетита встречен сросток сперрилита и минеральной фазы Rh-S. Размер сростка едва достигает 0,8 мкм. В ассоциации со сперрилитом также присутствуют халькозин и ковеллин.

Майчнерит ($PdBiTe$) – единичная находка. Размер индивида около 25 мкм, форма неправильная. Химический состав: Pd 22.19, Pt 3.08, Te 30.59, Bi 43.93 (мас. %). Отмечается незначительная примесь Fe – 0.22 (мас. %). Кристаллохимическая формула минерала:



Майчнерит образует включение в зерне халькопирита (рис. 1 б). В ассоциации также присутствует котульскит.

Мончеит $Pt(Te,Bi)_2$ встречен в виде включения в зерне халькопирита. Размер индивида 2 мкм, форма изометричная. Химический состав: Pt 31.65, Pd 5.74, Rh 0.23, Te 53.43, Bi 8.94 (мас. %). Кристаллохимическая формула минерала:



Находится в ассоциации с миллеритом, магнетитом, меренскиитом и рениитом.

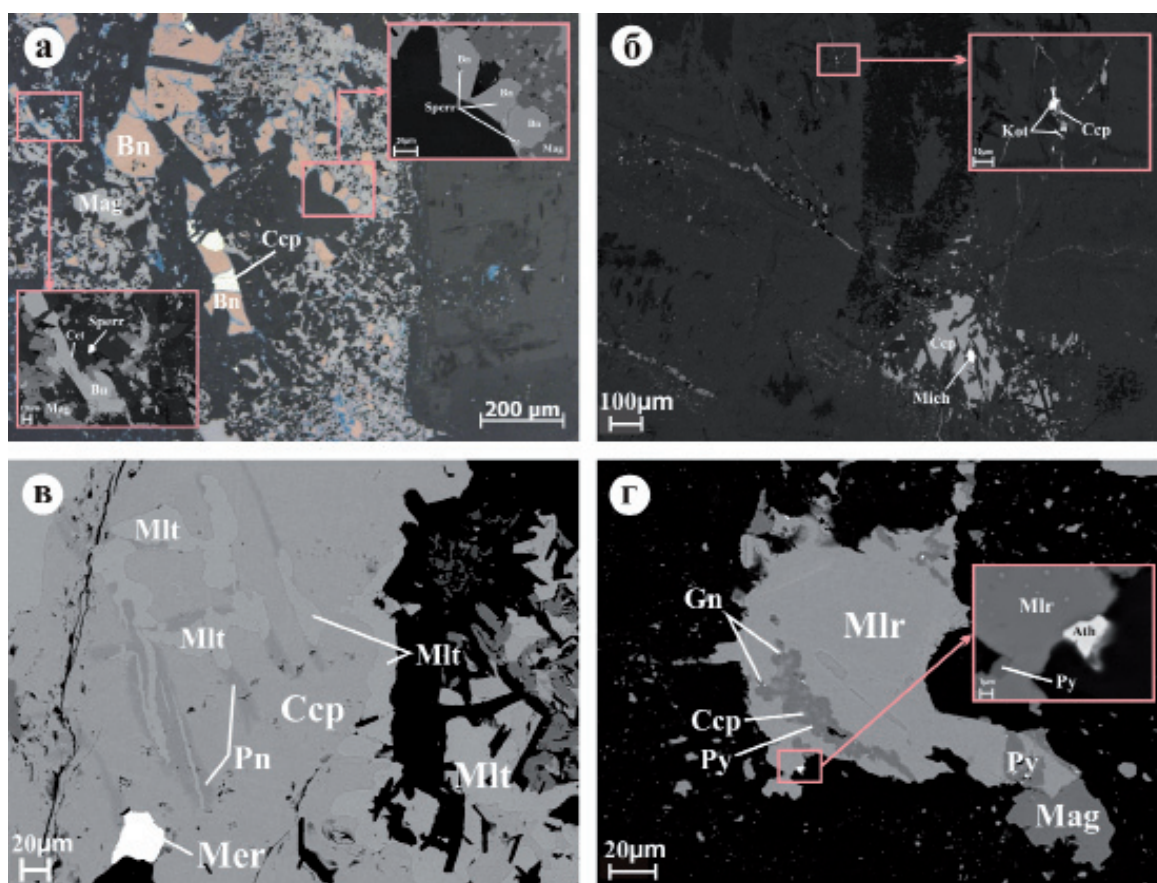
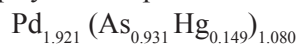


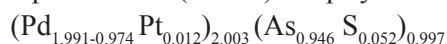
Рис. 1. Морфология рудных минералов в жильных телах пироксен-плагиоклаз-амфиболового состава: а – срастания борнита (Bn) с халькопиритом (Ccp) в ассоциации с магнетитом (Mag), самостоятельные включения сперрилита (Sperr) в борните (Bn) и силикатном минерале (основной снимок – в отражённом поляризованном свете, детальные – в обратно-рассеянных электронах); б – включение майчнерита (Mich) в халькопирите (Ccp), срастание халькопирита (Ccp) с котульскитом (Kot); в – сложное срастание миллерита (Mlt), халькопирита (Ccp) и пентландита (Pn), крупное выделение меренскиита (Mer) на границе этого сростка; г – сложное срастание миллерита (Mlt) с халькопиритом (Ccp), пиритом (Py) и магнетитом (Mag), выделение атенеита (Ath) на границе миллерита (Mlt).

Атенеит $Pd_2(As_{0.75}Hg_{0.25})$ – единичная находка. Размер индивида около 2 мкм, форма неправильная. Химический состав: Pd 65.72, Hg 9.58, As 22.42 (мас. %). В составе присутствует примесь Ni (2.02 мас. %) и S (0.26 мас. %). Формула минерала:



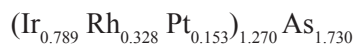
Атенеит выделяется на границе зерна миллерита (рис. 1г). В ассоциации присутствуют пирит, магнетит, халькопирит и галенит.

Палладоарсенид (Pd_2As) также представлен единичной находкой. Размер индивида около 1 мкм, форма изометричная. Химический состав: Pd 73.90, Pt 0.81, As 24.71 (мас. %), также присутствует незначительная примесь серы S – 0.58 (мас.%). Формула минерала:



Минерал обнаружен в виде включения в зерно амфибола. В ассоциации находятся халькопирит, котульскит и меренскиит.

Иридарсениит ($IrAs_2$) является ещё одной интересной единичной находкой. Размер индивида 1,5 мкм, форма неправильная, округлая. Химический состав: Ir 37.12, Rh 8.26, Pt 7.32, As 31.73 (мас.%). Кроме того, в составе присутствуют примеси S 7.69, Fe 5.17, Cu 1.82, Co 0.65, Ni 0.25 (мас.%). Формула минерала:



Встречен в зерне миллерита в виде включения. Находится в ассоциации с халькопиритом, пиритом, пентландитом, магнетитом, меренскиитом и мончеитом.

Среди включений в зернах сульфидов были обнаружены минералы, в состав которых входит такой редкий элемент, как рений.

Таким образом, с жильными телами пироксенового, плагиоклаз-пироксенового и амфибол-плагиоклазового состава связаны борнит-халькопирит-миллеритовый (в южной части участка Морошковое озеро) и пирит-халькопирит-миллеритовый (северной части участка Морошковое озеро) типы минерализации, которые пространственно тесно ассоциируют с ильменит-магнетитовым типом. В этих телах также обнаружена благороднометаллическая минерализация. Среди минералов платиновой группы преобладают арсениды, висмутиды, теллуриды и висмутотеллуриды Pt и Pd.

Работа выполнена в рамках темы НИР № 0231-2015-0002.

Литература

1. Ефимов А.А., Субботин В.В., Вурсий Г.Л. Геологическое строение и характеристика сульфидной ЭПГ-содержащей минерализации массива Габбро-10 (Мончегорский интрузив, Кольский п-ов) // Геология и геоэкология Европейской России и сопредельных территорий. Матер.ХV молодежной научной конференции памяти К.О.Кратца, г. Санкт-Петербург, 13-16 октября 2004 г. СПб. 2004. С. 74-76.
2. Рутштейн С.М. Геологическое строение и оруденение для трех основных массивов Монча-тундры // Хибинские Апатиты, Ч. VI. Л.: ОНТИ СВНХ. 1933. С. 168-175.