

СУЛЬФИДНАЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ В МЕТАВУЛКАНИТАХ АНДРИАНОВСКОЙ СВИТЫ СРЕДИННО-КАМЧАТСКОГО МАССИВА

*И.А. Тарарин**, *В.М. Чубаров***

**Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток*

***Институт вулканологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский*

Приведены детальные минералогические данные по составу амфиболитов и эпидотовых амфиболитов андриановской свиты Срединно-Камчатского массива, образовавшихся при метаморфизме пикритов, пикробазальтов и базальтов известково-щелочной серии островных дуг.

Впервые изучены минерализованные зоны с сульфидной медно-никелевой минерализацией, приуроченные к метапикритам и метапикробазальтам свиты. Предполагается перспективность этих зон на сопутствующее палладиевое оруденение, характерное для медно-никелевых руд перидотит-габбро-норитовых интрузивных аналогов вулканитов андриановской свиты.

Ключевые слова: медно-никелевое оруденение, амфиболиты, андриановская свита, Срединно-Камчатский массив, Камчатка.

ВВЕДЕНИЕ

Срединно-Камчатский метаморфический массив характеризуется значительными перспективами на промышленное платиноидно-медно-никелевое оруденение, связанное с интрузивами перидотит (кортландит)-габбро-норитовой формации [10–12]. Они обнажаются в северной и южной частях Срединного хребта Камчатки, прорывая образования фундамента Срединно-Камчатского массива – метаморфиты колпаковской серии, возрасты протолита и метаморфизма которых до сих пор остаются спорными [2, 5–7, 15, 16].

Вулканогенными аналогами перидотит (кортландит)-габбро-норитовых интрузивов (Sm-Nd и Rb-Sr изотопный возраст их равен 65–67 млн лет [8]) являются метабазациты, метапикриты и их пирокластические разности андриановской свиты малкинской серии, несогласно перекрывающей метаморфические образования колпаковской серии [15]. Сульфидная минерализация, выявленная в метавулканитах андриановской свиты, расширяет перспективы медно-никелевого оруденения Срединно-Камчатского массива.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Метаморфизованные вулканогенные отложения андриановской свиты, впервые выделенной Б.Ф. Дьяковым в 1955 году [3], с севера и северо-востока почти сплошной полосой шириной 2–5 км окаймляют метаморфические породы колпаковской серии, обнажаясь в верховьях рек Крутогорова, Облуковицы, Стратиковской и Андриановки [4]. Метавулканиты обычно содержат рассеянную вкрапленность сульфидов (пирита, пирротина, халькопирита и реже пентландита), концентрация которых возрастает в метапикритовых разностях вулканитов и связанных с ними послонных силлах и залежах метаультрабазитов, приуроченных, как правило, к нижним частям разреза андриановской свиты. В некоторых линейных участках повышенной трещиноватости концентрация сульфидов резко возрастает, формируя зоны вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализации. Несколько подобных зон с обильной медно-никелевой минерализацией выявлено в истоках р. Крутогорова (рис.). Распространенные здесь метаморфизованные породы трех свит – вулканиты андриановской вместе с перекрывающими их аргиллитами и песчаниками хейванской и туффитами, туфо-

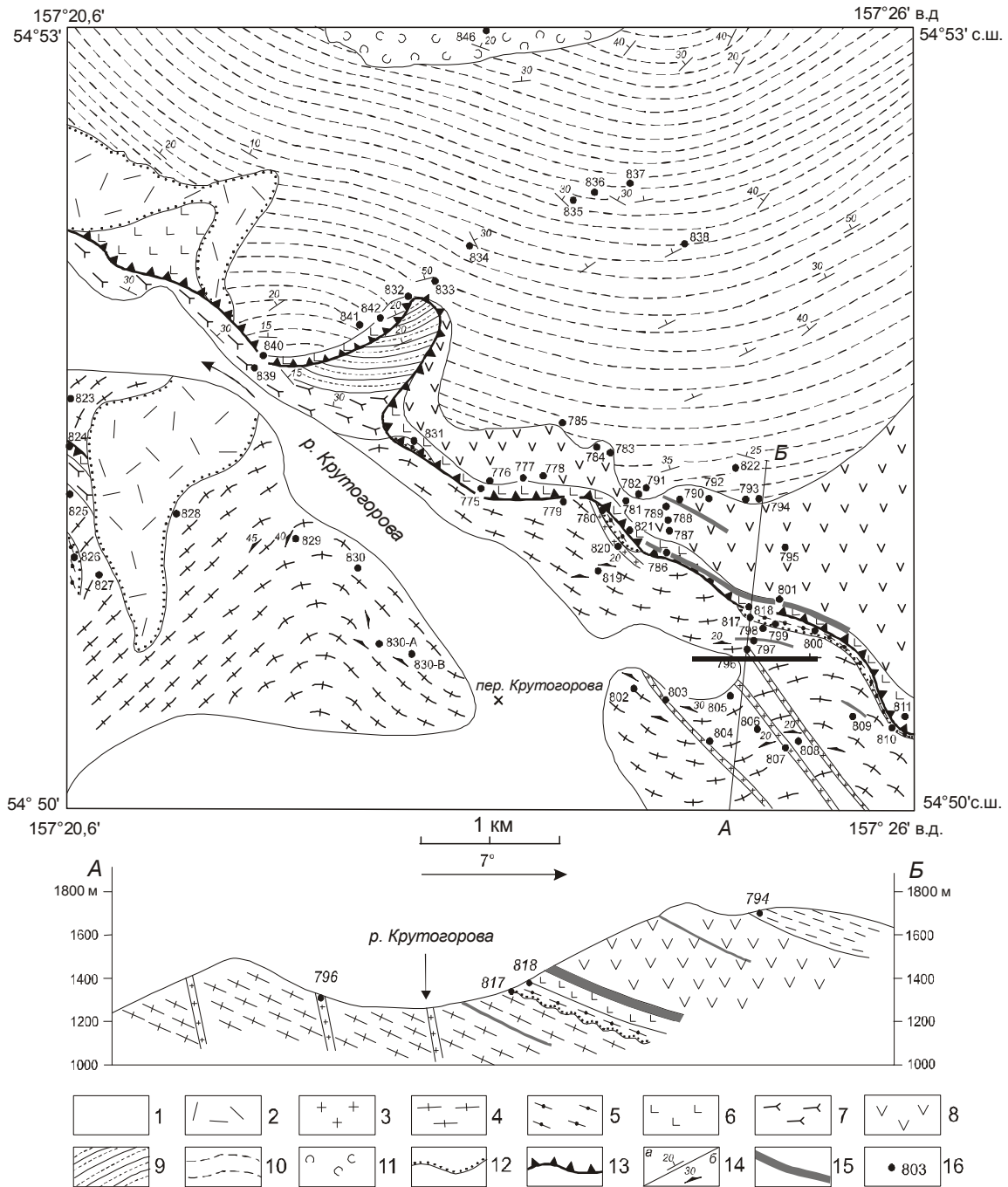


Рис. Схематическая геологическая карта истоков р. Крутогорова (Срединно-Камчатский массив). Составлена с использованием материалов [13, 15].

1 – современные аллювиальные отложения; 2 – древнечетвертичные пемзы и туфы вулкана Хангар; 3 – лавкинский интрузивный комплекс – биотитовые и биотит-амфиболовые порфиридные гранодиориты и гранит-порфиры; 4–5 – автохтонный комплекс: 4 – гнейсированные гранитоиды крутогоровского массива, 5 – шихтинская свита – гранат-ставролит-биотитовые кристаллические сланцы; 6–11 – аллохтонный комплекс: 6 – метапикриты, серпентинитовый меланж, 7–8 – андриановская свита – амфиболиты, эпидотовые амфиболиты, амфиболовые и плагиоклаз-амфиболовые сланцы: 7 – в нижней, 8 – в верхней тектонических пластинах; 9–10 – хейванская свита – гранат-биотитовые кристаллические сланцы, филлиты, аспидные сланцы, метапесчаники: 9 – в нижней, 10 – в верхней тектонических пластинах; 11 – химкинская свита – метаморфизованные туффиты, туфосилициты, туфопесчаники; 12 – несогласные стратиграфические контакты; 13 – надвиги в основании тектонических пластин; 14 – элементы залегания: а) слоистости и сланцеватости, б) гнейсовидности; 15 – зоны сульфидной медно-никелевой минерализации; 16 – точки наблюдения.

силицитами и туфопесчаниками химкинской – слагают крупный тектонический покров, залегающий на кристаллических сланцах шихтинской свиты или непосредственно на гнейсированных гранитоидах крутогорского массива, прорывающего метаморфические образования колпаковской серии [13, 15]. По мнению [13], покров состоит из двух тектонических пластин с серпентинитовым меланжем в основании. Состав серпентинитового меланжа, слагающего уплощенные линзы мощностью от первых до 50 метров в основании тектонических пластин, очень неоднороден – в серпентин-хлорит-тремолитовом (актинолитовом) матриксе содержатся многочисленные тектонические включения размером от 1 до 20 см массивных метаперидотитов, метапикритов, амфиболитов и эпидотовых амфиболитов, мезо- и меланократовых плагиоклаз-амфиболовых (нередко с биотитом) сланцев, габбро-амфиболитов, метаморфизованных порфиридных долеритов и реже гранитоидов крутогорского массива.

Отложения андриановской свиты в нижней пластине, обнажающейся на левобережье истоков р. Крутогорова, представлены слоистыми туфами, реже туфобрекчиями основного и ультраосновного состава, метаморфизованными в условиях нижних частей амфиболитовой фации. Степень метаморфизма этих отложений постепенно снижается в западном направлении до уровня зеленосланцевой фации. В верхней пластине, обнаженной на правобережье верхнего течения р. Крутогорова, на серпентинитовом меланже залегают также метаморфизованные породы меланократовые вулканиты и туфы пикритов и пикробазальтов андриановской свиты, сменяющиеся вверх по разрезу чередованием мезо- и меланократовых туфов и туфобрекчий основного состава с послойными телами и силлами долеритов и габброидов [14]. Обломочный материал туфов и туфобрекчий характеризуется более основным составом, чем связующая их масса. Общая мощность андриановской свиты в верхней пластине около 500 метров.

СОСТАВ И МИНЕРАЛОГИЯ МЕТАВУЛКАНИТОВ

На изученной площади андриановская свита сложена амфиболитами и эпидотовыми амфиболитами (преобладают меланократовые разности), амфиболовыми и плагиоклаз-амфиболовыми сланцами. Другие разновидности метавулканитов, в том числе и серпентин-хлорит-тремолитовые сланцы (метапикриты), пользуются резко подчиненным распространением.

Эпидотовые амфиболиты слагают основную массу пород андриановской свиты. Количественные соотношения между эпидотом (клиноцоизитом), плагиоклазом и амфиболом сильно варьируют, определяя все разнообразие метавулканических пород свиты – от почти мономинеральных амфиболитов и эпидот-амфиболовых пород до мезократовых клиноцоизит-амфибол-плагиоклазовых и амфибол-плагиоклазовых сланцев. Нередко в составе метавулканитов наблюдается небольшое количество биотита и кварца.

Метаморфизованные агломератовые туфы и брекчии основного состава состоят из обломков метабазальтов, метапикробазальтов, амфибол-плагиоклазовых сланцев и метагабброидов размером от первых до 20 см, сцементированных амфибол-плагиоклазовой связующей массой. Количественные соотношения амфибола и плагиоклаза в ней довольно различны, что обуславливает разнообразие пород – от мономинеральных амфиболитов до амфибол-плагиоклазовых сланцев. Как правило, амфибол слагает агрегаты тонкопризматической, войлокоподобной и сноповидной текстуры.

В серпентинитовом меланже основания тектонических пластин в связующей серпентин-хлорит-тремолитовой (актинолитовой) массе содержатся многочисленные тектонические включения амфиболового, амфибол-плагиоклазового и клиноцоизит-плагиоклаз-амфиболового состава. Различие ориентировок линейности амфибола в тектонических обломках свидетельствует о том, что метаморфизм исходных пород происходил до тектонических процессов надвигообразования.

Все метавулканиты андриановской свиты – амфиболиты, эпидотовые амфиболиты и амфибол-плагиоклазовые сланцы – состоят из магнезиальной роговой обманки (реже чермакитовой или эденитовой роговой обманки, по [17]), кислого и среднего плагиоклаза An_{20-30} (редко до An_{40}), эпидота или чаще клиноцоизита (табл. 1), ильменита или титаномагнетита. В небольших количествах присутствуют биотит, хлорит, сфен и кварц. Использование экспериментального амфибол-плагиоклазового геотермометра [9] показывает, что метаморфизм вулканитов андриановской свиты происходил при температуре 520–570°C и давлении $(2-4) \cdot 10^8$ Па (табл. 1). Эти физико-химические параметры подтверждаются определениями по гранат-биотитовому геотермометру парагенезисов апотерригенных кристаллических сланцев из прослоев и будин в андриановской свите и перекрывающих пород хейванской свиты.

Таблица 1. Представительные микронзондовые анализы минералов из метавулканитов андриановской свиты верховьев р. Крутогорова.

Компо- нент	785-А		788		801			801-А				801-В		
	<i>Hb</i>	<i>Chl</i>	<i>Hb</i>	<i>Pl</i>	<i>Hb_c</i>	<i>Hb_r</i>	<i>Pl</i>	<i>Hb_c</i>	<i>Hb_r</i>	<i>Pl</i>	<i>Ep</i>	<i>Hb_c</i>	<i>Hb_r</i>	<i>Pl</i>
SiO ₂ , %	50.76	27.30	48.35	63.31	44.42	49.33	62.03	44.31	54.42	58.12	37.26	41.79	41.38	61.86
TiO ₂	0.10	0.05	0.59	0.00	0.41	0.20	0.00	0.38	0.02	0.00	0.00	0.27	0.27	0.00
Al ₂ O ₃	2.92	19.24	9.44	23.55	13.76	5.73	23.75	11.55	3.12	26.42	25.18	16.16	16.56	24.23
FeO	8.69	12.99	16.18	0.47	13.65	12.53	0.16	17.07	15.04	0.18	8.15	18.17	17.44	0.15
MnO	5.35	0.68	0.31	0.00	0.12	0.11	0.00	0.29	0.21	0.00	0.05	0.39	0.21	0.00
MgO	18.22	23.61	10.86	0.00	9.83	13.67	0.00	8.98	11.52	0.00	0.00	7.42	7.43	0.00
CaO	11.90	0.05	11.42	4.57	11.02	11.03	5.49	11.80	11.61	8.13	23.26	10.45	10.19	5.51
Na ₂ O	0.54	0.05	1.17	8.35	1.79	0.69	8.59	1.21	0.23	6.89	0.00	1.43	1.73	7.90
K ₂ O	0.05	0.00	0.22	0.11	0.33	0.09	0.05	0.18	0.01	0.02	0.00	0.38	0.40	0.08
Сумма	98.53	83.47	98.54	100.36	95.33	93.38	100.07	95.77	96.18	99.76	93.90	96.46	95.59	99.73
X _{Mg}	0.799	0.761	0.545	-	0.562	0.660	-	0.484	0.577	-	-	0.421	0.431	-
X _{An}	-	-	-	0.230	-	-	0.260	-	-	0.397	-	-	-	0.277
T°C			530		520-530			570						
P, 10 ⁸ Па			4		2			1						

Таблица 1 (продолжение).

Компо- нент	801-Б				801-А-3				801-А-4					801-А-5
	<i>Hb_c</i>	<i>Hb_r</i>	<i>Pl_c</i>	<i>Pl_r</i>	<i>Hb_c</i>	<i>Hb_r</i>	<i>Pl_c</i>	<i>Pl_r</i>	<i>Hb_c</i>	<i>Hb_r</i>	<i>Pl_c</i>	<i>Pl_r</i>	<i>Ep</i>	<i>Hb_c</i>
SiO ₂	44.91	48.12	63.34	62.30	43.29	49.39	62.77	60.82	44.48	53.16	60.98	59.25	38.84	42.73
TiO ₂	0.32	0.29	0.00	0.00	0.33	0.41	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58
Al ₂ O ₃	13.72	8.57	23.39	23.96	14.99	8.92	23.42	24.18	12.54	2.56	24.58	25.82	30.47	14.89
FeO	14.13	13.35	0.09	0.15	14.47	12.67	0.32	0.37	15.84	13.07	0.03	0.09	5.03	14.21
MnO	0.26	0.20	0.00	0.00	0.28	0.19	0.00	0.00	0.31	0.25	0.00	0.00	0.24	0.23
MgO	10.04	12.43	0.00	0.00	9.83	13.08	0.00	0.00	9.37	14.46	0.00	0.00	0.00	9.71
CaO	11.43	11.94	4.19	4.80	11.18	12.26	4.49	5.81	11.82	12.46	5.76	7.44	24.14	11.57
Na ₂ O	1.53	1.04	9.42	8,85	1.76	1.01	9.18	8.42	1.25	0.29	8.30	7.01	0.00	1.70
K ₂ O	0.35	0.23	0.10	0.07	0.38	0.26	0.09	0.11	0.46	0.07	0.20	0.17	0.00	0.40
Сумма	96.69	96.22	100.53	100.17	96.51	98.19	100.27	99.71	96.39	96.32	99.85	99.78	98.72	96.02
X _{Mg}	0.559	0.624	-	-	0.548	0.648	-	-	0.513	0.664	-	-	-	0.548
X _{An}	-	-	0.196	0.230	-	-	0.212	0.274	-	-	0.274	0.366	-	-
T°C	530				530				550					530
P, 10 ⁸ Па	3.5				4				<1					<1

Сульфидная медно-никелевая минерализация в метавулканитах

Таблица 1 (окончание).

Компонент	801-A-5				795			801-A-1				801-A-2			
	Hb _r	Pl _c	Pl _r	Hb	Ep	Hb ¹	Hb ²	Pl	ClZo	Hb _c	Hb _r	Pl	Bi	ClZo	
SiO ₂	53.97	62.25	60.82	47.35	37.66	52.46	55.07	43.83	39.38	53.86	55.09	43.79	38.14	38.71	
TiO ₂	0.03	0.00	0.00	0.33	0.03	0.05	0.04	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	1.14	0.00	
Al ₂ O ₃	2.17	24.07	24.87	10.43	22.59	5.95	2.83	37.09	32.83	3.13	2.24	36.05	16.82	32.77	
FeO	10.76	0.22	0.25	13.00	11.65	4.72	3.96	0.06	1.65	4.57	4.15	0.09	7.85	0.85	
MnO	0.21	0.00	0.00	1.84	2.47	0.67	0.62	0.00	0.03	0.50	0.48	0.00	0.37	0.00	
MgO	16.00	0.00	0.00	10.34	0.04	17.90	19.46	0.00	0.00	18.48	19.24	0.00	17.55	0.04	
CaO	12.01	5.08	5.84	12.88	24.35	12.30	12.28	19.49	24.39	13.07	12.98	19.00	0.01	24.78	
Na ₂ O	0.22	8.60	8.21	2.26	0.00	0.32	0.06	0.45	0.00	0.04	0.04	0.53	0.02	0.00	
K ₂ O	0.05	0.12	0.10	0.38	0.00	0.10	0.04	0.01	0.00	0.21	0.13	0.06	8.82	0.00	
Сумма	95.42	100.34	100.09	98.81	98.79	94.47	94.36	100.93	98.28	93.88	94.37	99.52	90.72	97.15	
X _{Mg}	0.726	-	-	0.586	-	0.871	0.898	-	-	0.878	0.892	-	0.799	-	
X _{An}	-	0.244	0.281	-	-	-	-	0.959	-	-	-	0.949	-	-	
T°C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
P 10 ⁸ Па	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Примечание. Обр. 785-A – метакрилит; 788, 801, 801-A, -Б и -В, 801-A-3, -4 и -5 – меланократовые и эпидотовые амфиболиты; 795 – эпидотовый горнблендит; 801-A-1, -2 – метасоматиты (скарноиды). X_{Mg}=Mg/(Mg+Fe), X_{Al}=Ca/(Ca+Na+K), Bi – биотит, Chl – хлорит, ClZo – клиноцоцит, Ep – эпидот, Hb – роговая обманка, Pl – плагиоклаз; с – центр, г – край кристалла. Анализы выполнены на микрозонде САМЕВАХ в Институте вулканологии ДВО РАН. Температура и давление рассчитаны с использованием экспериментального амфибол-плагиоклазового геотермометра [9].

Метавулканы андриановской свиты по петрохимическим характеристикам соответствуют пикритам, пикробазальтам и базальтам толеитового и известково-щелочного состава островодужной серии (табл. 2). Содержание оксида титана в метавулканиках свиты – пониженное, аналогичное его концентрации в породах островодужных серий. Содержание элементов группы железа (Co, Ni, V, Cr) – очень высокое, сходное с их концентрацией в океанических толеитах и обусловленное меланократовым характером изученных пород. Концентрация литофильных элементов с большим ионным радиусом – наоборот, очень низкая, сравнимая с их содержанием в породах докембрийских зеленокаменных поясов. Эти геохимические особенности позволяют предполагать, что формирование вулканитов андриановской свиты происходило в геодинамической обстановке островной дуги.

СУЛЬФИДНАЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ

Во всех метабазальтовых и метапикритовых породах андриановской свиты содержится рассеянная вкрапленность сульфидов пирита, пирротина, халькопирита, реже пентландита. В пикритовых метавулканиках и переходных к ним разностях пикробазальтов из сульфидов преобладает халькопирит и пирротин с эмульсионной вкрапленностью и структурами распада пентландита. В метавулканиках базитового состава наиболее распространены пирит и халькопирит, реже развит пентландит и иногда встречается арсенопирит. Вместе с ними в метавулканиках значительно содержание окисной минерализации – ильменита и титаномагнетита.

В некоторых участках концентрация сульфидов резко возрастает, образуя в метавулканиках зоны с вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализацией. Одна из подобных зон прослеживается из истоков р. Крутогорова (рисунок) в субширотном направлении на расстояние около 1 км до верховьев р. Этыканендя. Ширина зоны в плане от нескольких десятков метров до 100 м, а мощность достигает 40 м. Параллельно ей прослеживается несколько маломощных зон сульфидной минерализации не только в метавулканиках андриановской свиты, но и в гнейсированных гранитоидах крутогоровского массива (см. рисунок).

Состав рудных минералов из зон, обогащенных сульфидной минерализацией, приведен в табл. 3. Формирование сульфидов в зонах вкрапленного и

Таблица 2. Химический состав метавулканитов андриановской свиты Срединно-Камчатского массива (истоки р. Крутогорова).

Компонент	775	785-А	786	786-Г	788-Д	788-Е	795	801-А	824	824-В
SiO ₂ , %	42.20	40.40	41.50	47.90	42.80	49.90	44.10	46.30	44.03	49.95
TiO ₂	0.44	0.51	0.35	0.25	0.68	1.08	1.20	0.59	0.95	0.88
Al ₂ O ₃	9.54	10.80	9.55	10.21	14.05	15.74	15.11	12.46	17.39	15.87
Cr ₂ O ₃	0.24	0.16	0.18	0.24	0.14	0.02	0.02	0.16	0.04	0.01
Fe ₂ O ₃	1.44	2.93	4.58	1.86	6.67	3.38	6.66	3.52	2.83	3.50
FeO	7.50	9.67	7.20	6.27	6.15	8.43	6.77	11.93	9.03	8.45
MnO	0.29	0.31	0.32	0.38	0.24	0.27	0.24	0.46	0.25	0.17
MgO	26.11	21.19	22.29	17.52	9.82	8.03	8.83	10.62	9.95	8.29
NiO	0.16	0.10	0.14	0.12	0.03	0.02	0.02	0.08	0.04	0.01
CaO	5.64	6.72	8.22	11.96	13.97	9.07	13.37	11.22	10.68	9.23
Na ₂ O	0.40	0.32	0.37	0.97	1.70	3.21	2.10	1.53	0.94	1.95
K ₂ O	0.05	0.15	0.07	0.25	0.44	0.34	0.32	0.20	0.87	0.10
P ₂ O ₅	0.09	0.09	0.08	0.09	0.16	0.18	0.24	0.17	0.22	0.14
П.п.п.	5.69	5.95	5.09	1.14	2.89	0.66	0.83	0.66	2.44	1.63
Сумма	99.79	99.30	99.94	99.16	99.74	100.33	99.69	99.90	99.66	100.18
Rb, г/т	Н.о.	Н.о.	6	14	Н.о.	6	4	9	8	Н.о.
Sr	57	33	75	100	1047	381	1124	134	204	339
Ba	13	19	<30	78	95	167	71	25	118	44
Zr	9	8	<20	<20	32	58	69	22	52	35
Y	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	13	Н.о.	34	11	Н.о.
Ni	1100	730	930	910	320	110	105	665	210	75
Co	126	71	95	100	86	64	69	135	60	28
Cr	2800	1900	2000	2200	1700	240	75	1800	930	140
V	160	215	262	185	265	330	410	275	380	370
Cu	140	195	270	20	76	220	20	350	130	170
Nb	9	13	Н.о.	Н.о.	Н.о.	4	9	9	5	5
La	8	13	Н.о.	Н.о.	15	18	10	11	20	15
Ce	8	8	Н.о.	Н.о.	9	27	21	7	23	15
Nd	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	Н.о.	6	Н.о.	Н.о.	2	Н.о.

Примечание. Обр. 775, 785-А, 786 – метапикриты; 786-Г – метапикробазальт (меланократовый амфиболит); 788-Д и -Е, 795, 801-А, 824, 824-В – метабазаальты (амфиболиты и эпидотовые амфиболиты). Н.о. – не определялось.

Таблица 3. Представительные микрозондовые анализы сульфидов из зон сульфидной минерализации в метавулканитах андриановской свиты Срединно-Камчатского массива (истоки р. Крутогорова).

Компонент, %	801-А							801-А-4		
	Pn ¹	Pn ²	Pn ³	Po ¹	Po ²	Cp ¹	Cp ²	Pn	Po	Cp
Fe	29.51	43.82	32.41	60.29	61.92	30.41	29.56	31.30	60.45	30.27
S	33.85	36.56	33.32	39.63	38.43	35.04	35.55	31.83	38.20	34.72
Ni	31.38	18.60	31.23	0.76	0.06	-	0.00	35.04	0.50	-
Co	4.51	1.61	3.50	-	0.00	-	0.00	0.87	-	-
Cu	-	-	0.01	-	0.01	35.22	33.06	-	-	35.35
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	-	-	0.01	-	0.01	-	0.67	-	-	-
Сумма	99.25	100.59	100.48	100.68	100.43	100.67	98.84	99.04	99.15	100.34

Примечание. Обр. 801-А, 801-А-4 – меланократовые амфиболит; 801, 801-В, 801-А-5 – амфиболиты; 842-Г – филлитовидный хлорит-биотит-мусковитовый сланец из будины в метавулканитах. Анализы выполнены на микрозонде САМЕВАХ в Институте вулканологии ДВО РАН и JXA-5 в Дальневосточном геологическом институте ДВО РАН. Ars – арсенипирит, Ср – халькопирит, Pn – пентландит, Po – пирротин, Py – пирит. Положение анализированных образцов показано на рисунке.

Компонент, %	801			801-В		801-А-5			842-Г	
	Po	Py	Cp	Po	Cp	Po	Cp	Ars	Po	Cp
Fe	61.22	46.12	30.79	60.14	30.19	61.34	30.23	31.10	61.04	31.37
S	39.72	53.05	34.85	39.16	34.89	38.41	34.22	17.23	40.09	35.05
Ni	0.05	0.06	-	0.03	-	0.01	-	0.13	0.17	-
Co	-	-	-	-	-	-	-	2.97	-	-
Cu	-	-	35.16	-	35.67	-	34.82	-	-	34.49
Zn	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
As	-	-	-	-	-	-	-	49.12	-	-
Сумма	100.99	99.13	100.82	99.33	100.75	99.76	99.27	100.52	101.30	100.91

прожилково-вкрапленного оруденения сопровождается образованием хлорита, карбоната и актинолита (или актинолитовой роговой обманки), свидетельствующих о более низких температурах рудного процесса.

Зоны с вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализацией в метавулканитах андриановской свиты (аналогичное сульфидное рудопроявление обнаружено на водоразделе ручьев Меридионального и Малахитового – левых притоков р. Крутогорова [4]) можно рассматривать перспективными на выявление медно-никелевого оруденения. Учитывая, что в плутогенных аналогах метавулканитов андриановской свиты – интрузивах перидотит-габброноритовой формации – обнаружена сопутствующая палладиевая минерализация [1, 10–12], можно предполагать выявление аналогичного оруденения и в зонах сульфидной медно-никелевой минерализации в метавулканитах андриановской свиты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, зоны с вкрапленной и прожилково-вкрапленной сульфидной медно-никелевой минерализацией, приуроченные к метапикробазальтам и метапикритам андриановской свиты, обрамляющей метаморфические породы колпаковской серии фундамента Срединно-Камчатского массива, могут рассматриваться перспективными на выявление медно-никелевого и, вероятно, сопутствующего палладиевого оруденения. Возможно, эти зоны будут характеризоваться также повышенной золотосодержимостью, хотя единичные нейтронно-активационные определения содержания золота в метавулканитах свиты показали только кларковые его количества (3.9–11.3 мг/т).

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают свою искреннюю признательность рецензенту д. г.-м. н. Родионову С.М. за ценные критические замечания, способствующие значительному улучшению первоначального варианта статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агафонова Л.А. Платиноносность сульфидных проявлений и гипербазитов Камчатки // Вулканические пояса Камчатки: Тез докл. Петропавловск-Камчатский, 1979. С. 51–52.
2. Виноградов В.И., Григорьев В.С. Rb-Sr-возраст пород Срединного выступа Камчатки // Докл. АН. 1994. Т. 339, № 5. С. 645–649.
3. Геология СССР. Т. 31. Камчатка, Курильские и Командорские острова. Часть 1. Геологическое описание / Под ред. Г.М.Власова. М.: Недра, 1964. 733 с.
4. Карта полезных ископаемых Камчатской области. Масштаб 1:500000 / Под ред. А.Ф.Литвинова, М.Г.Патоки, Б.А.Марковского. СПб: ВСЕГЕИ, 1999.
5. Кузьмин В.К., Чухонин А.П. О докембрийском возрасте гнейсов Камчатского массива // Докл. АН СССР. 1980. Т. 251, № 4. С. 932–935.
6. Кузьмин В.К., Беяцкий Б.В. Первые Sm-Nd изотопные определения возраста метаморфических пород Срединно-Камчатского массива // Геология и полезные ископаемые Камчатской области и Корякского автономного округа. Тез. докл. региональн. конф., посвящен. 50-летию геологич. службы Камчатки, 31 марта-1 апреля 1999 г. Петропавловск-Камчатский: изд-во КАМШАТ, 1999. С. 41–42.
7. Кузьмин В.К., Беяцкий Б.В., Пузанков Ю.М. Новые данные о докембрийском возрасте гнейсового комплекса Камчатского массива // Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. Материалы Всерос. совещ., Магадан, 3–6 июня 2003 г. Т. 1. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. С. 162–165.
8. Ланда Э.А., Марковский Б.А., Беяцкий Б.В., Сидоров Е.Г., Осипенко А.Б. Возраст и изотопные особенности альпинотипных, зональных и расслоенных мафит-ультрамафитовых комплексов Камчатки // Докл. АН. 2002. Т. 385, № 6. С. 812–815.
9. Плюснина Л.П. Экспериментальное исследование метаморфизма базитов. М.: Наука, 1983. 159 с.
10. Полетаев В.А. Камчатско-Корякский платиноносный пояс // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI в. Т. III. Кн. 1. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. С. 76–87.
11. Полетаев В.А. Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения и рудопроявления перидотит-пироксенит-норитовой формации Центральной Камчатки // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI в. Т. III. Кн. 2. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. С. 191–199.
12. Полетаев В.А. Практика геолого-экономической оценки прогнозируемых месторождений комплексных сульфидных медно-никелевых руд Центральной Камчатки // Геодинамика, магматизм и минерагения континентальных окраин Севера Пацифики. Материалы Всерос. совещ., Магадан, 3–6 июня 2003 г. Т. 3. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. С. 187–188.
13. Рихтер А.В. Структура метаморфического комплекса Срединно-Камчатского массива // Геотектоника. 1995. №1. С. 71–78.
14. Тарарин И.А. Геохимические особенности основных и ультраосновных метаморфических пород Срединнокамчатской метаморфической зоны // Новые данные по петрологии магматических и метаморфических пород Камчатки. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 3–22.
15. Ханчук А.И. Эволюция древней сиалической коры в островодужных системах Восточной Азии. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. 138 с.

16. Bindeman I.N., Vinogradov V.I., Valley J.W., Wooden J.L., Natal'in B.A. Archean protholith and accretion of crust in Kamchatka: SHRIMP dating of zircons from Sredinny and Ganal massifs // J. Geol. 2002. V. 110, N 3. P. 271–289.
17. Leake B.E. Nomenclature of amphiboles // Canad. Mineral. 1978. V. 16, N 4. P. 501–520.

Поступила в редакцию 5 января 2004 г.

Рекомендована к печати Л.В. Эйришем

I.A. Tararin, V.M. Chubarov

Sulfide copper-nickel mineralization in the metavolcanic rocks of the Andrianovskaya suite from the Sredinny Kamchatka massif

This paper presents detailed mineralogical data on the composition of amphibolite and epidote amphibolite of the Andrianovskaya suite of the Sredinny Kamchatka massif. It is shown that these rocks formed under metamorphism of picrite, picritic basalt and basalt of the island arc calc-alkaline series.

For the first time the mineralized zones with sulfide copper-nickel mineralization confined to metamorphosed picrite and picritic basalt have been studied. These mineralized zones are presumed to be potentially promising also for palladium mineralization which is typical of peridotite-gabbro intrusives – plutonic analogues of the volcanic rocks of the Andrianovskaya suite.