

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПЛАТИНОНОСНОСТИ МАССИВА ВУРУЧАЙВЕНЧ (МОНЧЕГОРСКИЙ ПЛУТОН, МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Массив Вуручайвенч является частью Мончегорского плутона и находится в центре Кольского полуострова [17]. Известен массив своим платинометалльным оруденением со средним содержанием 2–2,5 г/т МПГ (встречаются образцы с содержанием 19 г/т МПГ [7]). Главные породы массива – габбронориты и анортозиты [6, 15, 17]. Впервые на территории массива установлено наличие пропилитовых пород. Выявлены две группы пропилитов, различающихся по минеральному составу. С кварц-хлорит-альбитовой ассоциацией связано платинометалльное оруденение, с альбитовой ассоциацией оруденение не связано. Отмечено различие в содержании суммы РЗЭ в габброноритах и пропилитах. Пропилиты рудной ассоциации отличаются от остальных пород заметной дисперсией в содержании РЗЭ. Близость графиков содержания РЗЭ во всех породах массива может указывать на их генетическую связь. Среди минералов платиновой группы в рудах массива преобладают арсениды и сульфоарсениды.

Ключевые слова: *платиноносность, поисковые критерии, пропилиты, минералы платиновой группы.*

Vuruchuaivench massif is part of the Monchegorsk pluton and located in the center of the Kola Peninsula [17]. Known for its platinum mineralization with an average of 2–2.5 ppm PGE, also found samples containing 19 ppm [7]. Main rocks of massif – gabbroonorites and anortosites [6, 15, 17]. First established presence propylite rock in the territory of massif. Identified two groups propylite differing by mineral composition. With quartz-chlorite-albite association PGE mineralization associated, with another association – albite, mineralization is not related. There is a difference in the total REE content in gabbroonorites and propylites. Propylites with ore differ from other rocks noticeable standard deviation in REE content. Closeness of graphs REE concentrations in all rocks array may indicate their genetic relationship. Among platinum group minerals in ore of Vuruchuaivench massif prevail arsenides and sulphoarsenides.

Keywords: *PGE-bearing, exploration criteria, propylites, platinum-group minerals.*

Массив Вуручайвенч на сегодняшний день самый перспективный платинометалльный объект Мончеплутона (прогнозные ресурсы P_3 100 т МПГ+Au, по данным ВСЕГЕИ). Для выявления рудоносности массива был тщательно изучен геологический материал, определен детальный участок работ и отобрано 13 представительных проб. В химической лаборатории ВСЕГЕИ был выполнен анализ породообразующих оксидов – методом XRF на рентгеновском спектрометре ARL-9800, рассеянных и платиновых элементов – методом ICP-MS на масс-спектрометрах ELAN DRC-e и Agilent 7700, серы – на инфракрасном спектрометре фирмы Лесо.

Геологическое строение массива Вуручайвенч. Массив примыкает к юго-восточной части Мончеплутона (горы Нюд и Поаз) и представляет собой полого падающее на юго-восток клинообразное тело, залегающее на гранито-гнейсах архейского фундамента и перекрытое породами Кукшинской свиты Имандра-Варзугской серии, под которыми массив прослежен отдельными скважинами на 4,5 км в южном направлении. Породы выходят на дневную поверхность, к юго-западу и юго-востоку от массива Нюд-Поаз тянутся в северо-восточном направлении на 7–8 км.

На юго-востоке массив перекрыт протерозойскими вулканогенно-осадочными породами

Имандра-Варзугской структурной зоны. В зоне экзоконтакта имеются конгломераты, обломочный материал которых представлен метагабброноритами, а цемент метавулканитами кукшинской свиты. С северо-запада массив граничит с массивом Нюд-Поаз, сложенным преимущественно норитами. Зона контакта не обнажена (рис. 1) [18, 19, 21, 22, 27].

Взаимоотношение Мончегорского плутона и массива Вуручайвенч уже более 50 лет является предметом дискуссий. Впервые породы массива Вуручайвенч были обнаружены Е. К. Козловым [10]. Описав здесь сильно измененные породы, он отнес их к более ранним образованиям, чем породы собственно Мончеплутона. Дальнейшие исследования показали, что породы данного массива являются продолжением естественного ряда расслоенных пород и представляют собой верхнюю часть Мончегорского плутона, хотя и весьма метасоматически измененную [16, 17].

Массив имеет сложное двухчленное строение [9, 15, 25]. Нижняя часть разреза – монотонные безрудные габбронориты, верхняя – оруденелые габбронорит-анортозиты. Предполагается, что каждая из частей сформировалась из отдельных порций расплава [17, 25].

Габбронориты нижней части разреза массива рассматриваются как боковой силлообразный

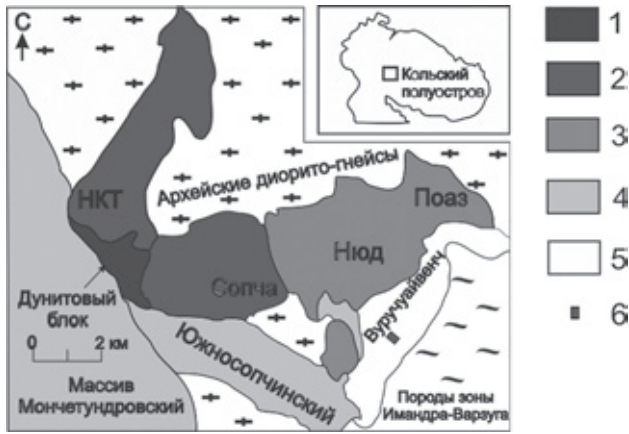


Рис. 1. Расположение Мончеплутона и массива Вуручайвенч [15]

1 – дуниты; 2 – перидотиты и пироксениты; 3 – нориты; 4 – нориты и габбронориты; 5 – габбронориты и анортозиты; 6 – расположение детального участка

апофиз норитов Мончеплутона, так как по составу они образуют непрерывный ряд с пироксенитами и норитами гор Нюд и Поаз [25].

Породы верхней части разреза заметно отличаются от габброидов гор Нюд и Поаз наличием незакономерной линзовидной первичной расслоенности и в целом более лейкократовым составом. Для них характерно широкое развитие такситовых разновидностей пород, наличие грубозернистых шлиров и сегрегаций лейкократовых габброноритов. В этой части разреза выявлено платинометалльное оруденение, представленное телами пластообразной и линзообразной формы, которые приурочены к лейкократовым габброноритам и анортозитам [4, 5, 15, 24].

Возраст пегматоидных метагаббро-анортозитов Вуручайвенча (2497 ± 21 млн лет, U-Pb метод по циркону) близок к возрасту такситовых габброноритов горы Нюд (2507 ± 9 млн лет) [17], а также пород собственно Мончеплутона (≈ 2500 млн лет).

Породы основного состава массива описываются как метагабброиды, в том числе мезократовые метагаббронориты, лейкократовые метагаббро, анортозиты и др. [15, 17]. Однако термин «мета» не дает возможности вполне оценить степень изменения пород, поэтому в первую очередь необходимо было установить первичный минеральный состав пород массива.

Состав пород массива Вуручайвенч. Детальное петрографическое изучение позволило выделить три разновидности пород. Первый вид – это неизмененные и слабоизмененные габбронориты, широко распространенные на территории массива. Второй вид – метасоматиты хлорит-пропилитовой ассоциации. Третий относится к пропилитам амфиболовой ассоциации [14].

На рис. 2 приведена схема участка детальных работ с точками отбора проб, расположенного в центральной части описываемого массива. Как видно, основную массу пород составляют габбронориты. Пропилиты представлены вытянутыми телами северо-западного простирания. Тело амфиболовых метасоматитов также простирается в северо-западном направлении. Платинометалльное и сульфидное оруденение прослеживается в верхней части участка

детального изучения и ассоциирует с хлоритовыми пропилитами.

Основные минералы *габброноритов* (рис. 3, А) представлены авгитом, бронзитом и плагиоклазом в соотношении 1:2:4. Текстура породы массивная. Структура гипидиоморфнозернистая, обусловленная развитием неправильных зёрен плагиоклаза и идиоморфных зёрен пироксенов; и пойкилитовая, характеризующаяся наличием мелких зёрен бронзита (ойкокрсталлы) в более крупных пойкилитовых зёрнах плагиоклаза.

Авгит обычно образует крупные зерна до 3, бронзит – короткопризматические зерна до 1,5 мм, а плагиоклаз занимает интерстиционное пространство. Вторичные изменения встречаются часто, однако в небольшом количестве (15–20%), и затрагивают в основном пироксены. В зёрнах плагиоклаза проявлена сосюритизация в виде мелкозернистого агрегата.

Пропилиты (рис. 3, Б) состоят из хлорита, кварца, альбита и цоизита в различных пропорциях. Текстура пропилитов массивная. Структура нематофибробластовая, полностью замещенные минералы иногда повторяют гипидиоморфнозернистую структуру. Различимы отдельные зерна кварца и альбита размером до 0,3 мм. Основная масса породы – тонкозернистый кварц-альбит-хлорит-цоизитовый агрегат.

Текстура *амфиболового метасоматита* массивная. Структура нематобластовая, обусловлена раз-

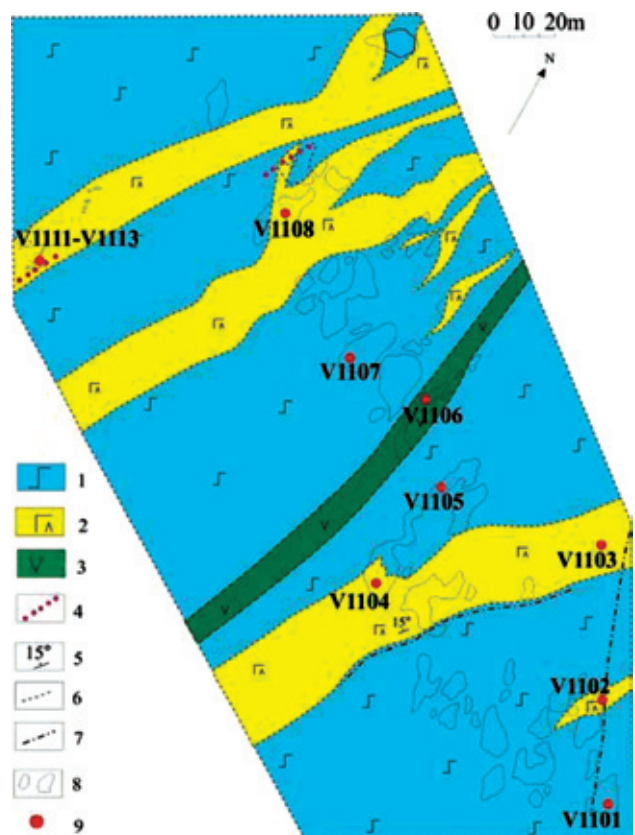
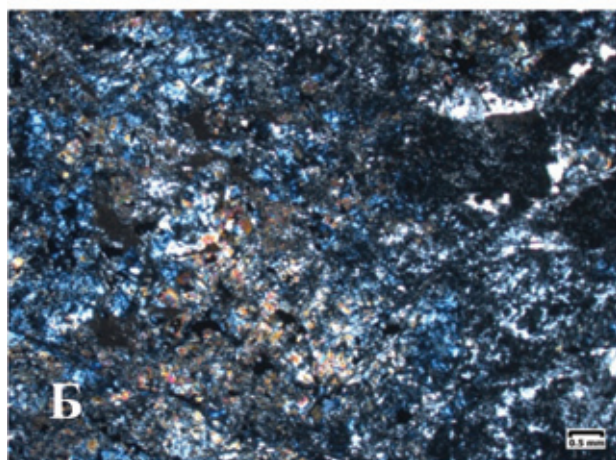
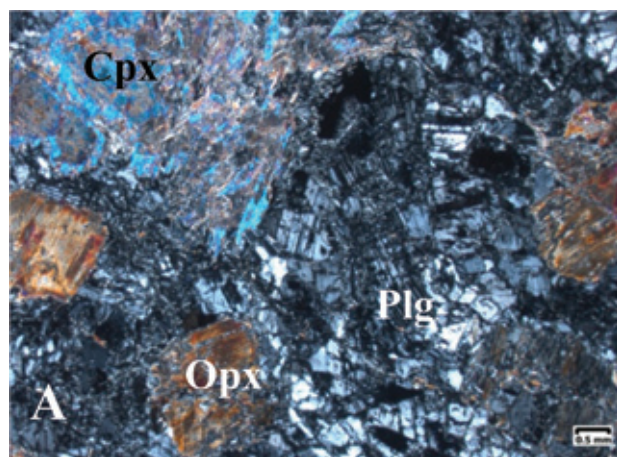


Рис. 2. Схема участка детального изучения в юго-западной части массива Вуручайвенч [15]

1 – габбронориты; 2 – хлоритовые пропилиты; 3 – амфиболовый пропилит по дайке габбро-долерита; 4 – сульфидное и ЭПГ-оруденение; 5 – элементы залегания расслоенности; 6 – геологические границы; 7 – разрывные нарушения; 8 – границы коренных обнажений и элювиальных развалов; 9 – места отбора проб, номер

Результаты рентгеноструктурного анализа пропилитов массива Вуручуайвенч

Но-мер п. п.	Про-пилит	Основные минералы, %	Минералы примеси, %
1	V1111	Клинохлор 36 Кварц 30 Альбит 20 Эпидот 9 (цоизит, клиноцоизит)	Гематит 3 Мусковит 2 Пирротин <1
2	V1112	Кварц 33 Альбит 30 Клинохлор 26 Эпидот 10 (цоизит, клиноцоизит)	Мусковит <1% Гематит <1 Троилит <1
3	V1103	Альбит 50 Эпидот 12 Клинохлор 12 Мусковит 10 Гематит 7 Кварц 5	Гидроксилапатит 2 Пирротин 1
4	V1104	Альбит 56 Роговая обманка 12 Кварц 9 Эпидот 7 (цоизит, клиноцоизит)	Клинохлор 4 Гематит <1 Пирротин <1


Рис. 3. Шлифы пород массива Вуручуайвенч

А – габбронорит, Б – пропилит, В – амфиболовый метасоматит. Срх – клинопироксен (авгит), Орх – ортопироксен (бронзит), Plg – плагиоклаз (андезин)

отобраны из зоны сульфидного и ЭПГ оруденения (V1111, V1112), два других вне этой зоны (V1103, V1104) для обнаружения возможных различий.

Результаты рентгеноструктурного анализа указывают на разницу в минеральном составе пропилитов (табл. 1) из зон с малосульфидным платино-металльным оруденением (1, 2) и из безрудной зоны (3, 4), далее рудная и нерудная зоны. Метасоматиты из рудной зоны характеризуются альбит-кварц-хлоритовой ассоциацией, из нерудной – альбитовой ассоциацией с небольшим количеством эпидота, хлорита, мусковита, кварца. Оба типа пропилитов в среднем содержат около 10% эпидота. Сульфидные минералы присутствуют также в обоих типах, но в небольшом количестве ($\approx 1\%$). Для пропилитов из рудной зоны характерны заметные количества гематита (до 3%).

Петрохимические и геохимические особенности пород. Петрохимические особенности пород массива в настоящее время достаточно подробно изучены. Согласно петрографическому кодексу [13], породы интрузива Вуручуайвенч принадлежат к основным породам нормальнощелочного подотряда.

В табл. 2 представлены данные химических анализов пород массива Вуручуайвенч. Между габброноритами и пропилитами отмечается разница в содержании Al_2O_3 , MgO, Na_2O , K_2O . Содержания кремнезема в породах 46,6–51,8%, наименьшие характерны для пропилитов из рудной зоны. Для габброноритов общее содержание железа около 5%, а среднее отношение $Fe^{2+}/Fe^{3+} = 7 \div 1$, в пропилитах их соотношение примерно $1 \div 1$, а содержание от 3 до 7% скорее всего объясняется развитием в них гематита. Пропилиты из рудной и нерудной зон отличаются по содержанию меди, никеля и серы, а также МПГ. Максимальное содержание МПГ 4,6, из них Pd 3,95 г/т.

Результаты химических анализов пород массива Вуручайвенч

Компонент	Габбронориты		Хлоритовые пропилиты					Габбро-до-лерит
	V1101	V1105	V1103	V1104	V1111	V1112	V1113	V1106
			Нерудная зона		Рудная зона		Нерудная зона	
SiO ₂ , %	51,5	50,6	51,3	51,8	46,6	48,4	49,6	49,9
Al ₂ O ₃	20,3	19,3	25,5	23,8	24,1	24,3	26,3	14,9
TiO ₂	0,24	0,22	0,21	0,23	0,2	0,35	0,35	1,29
ΣFe	5,28	6,2	2,95	3,11	6,66	4,91	2,78	13,3
MnO	0,095	0,11	0,046	0,062	0,076	0,066	0,059	0,19
MgO	6,53	8,94	2,57	3,69	4,53	3,62	0,81	6,13
CaO	11,5	9,68	10,2	11,7	12,5	12,4	14,9	9,61
Na ₂ O	2,4	1,83	4,84	3,48	2,26	3,05	3,61	2,66
K ₂ O	0,22	0,19	0,53	0,83	0,088	0,16	0,25	0,61
P ₂ O ₅	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,1
п.п.п.	1,85	2,71	1,82	1,37	2,86	2,61	1,39	0,97
Сумма	100	99,8	100	100	99,8	99,9	100	99,7
V, г/т	0,0084	0,0083	0,0056	0,0069	0,01	0,0095	0,0064	0,032
Cr	0,0088	0,011	0,004	0,0088	0,0061	0,0063	0,009	0,023
Ba	0,011	0,014	0,016	0,031	0,0025	0,0083	0,0091	0,023
Fe ₂ O ₃	0,95	0,34	1,15	1,31	2,87	2,03	2,05	1,41
FeO	3,9	5,28	1,62	1,62	3,41	2,6	0,65	10,7
S	0,0093	0,0025	0,0025	0,0025	0,38	0,17	0,0025	0,041
Co	31,1	42,5	13,2	14,3	65,8	31,1	5,64	45,7
Ni	101	144	38,9	51,3	1660	471	59,4	78,1
Cu	26,8	13,1	14	16,6	1300	676	57,5	52,2
Zn	44,7	44,5	21	22,6	34,9	33,7	12,8	96,9
Pd	0,001	0,001	0,001	0,0064	3,95	1,86	0,032	0,016
Pt	0,0046	0,0049	0,0052	0,0028	0,59	0,27	0,045	0,011
Rh	0,0031	0,0034	0,001	0,0021	0,1	0,044	0,001	0,0023
Au	0,001	0,001	0,001	0,001	0,099	0,0031	0,001	0,001
ΣPGE	0,0087	0,0093	0,0072	0,0113	4,64	2,174	0,078	0,0293

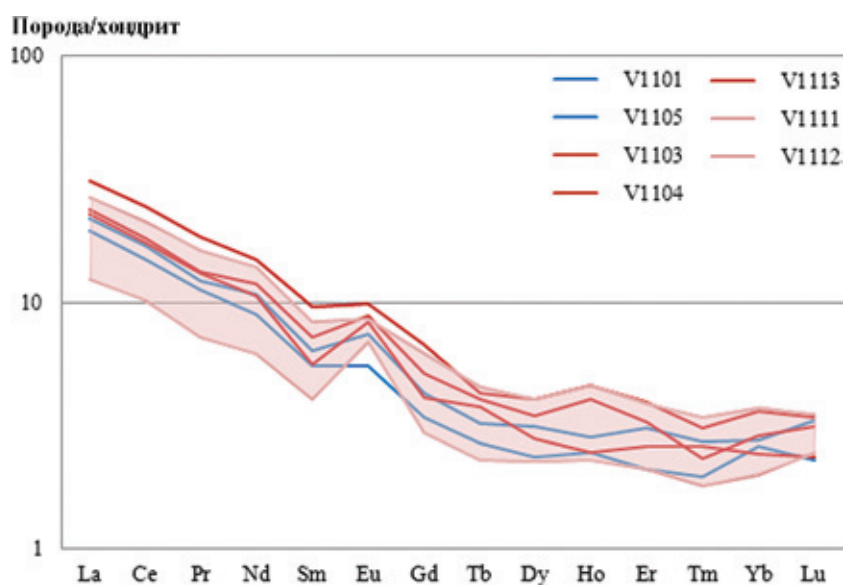


Рис. 4. Распределение P3Э в породах интрузива Вуручайвенч. Нормализация к хондриту C1 по [26]

Синие линии – габбронориты; красные – пропилиты из нерудной зоны; розовые – пропилиты из рудной зоны

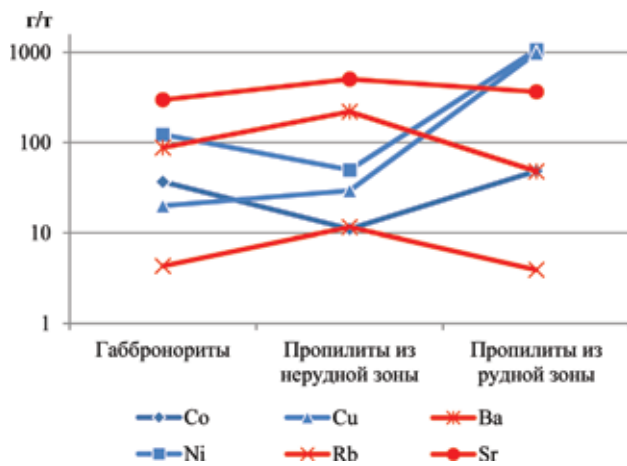


Рис. 5. Содержание халькофильных и крупноионных элементов в породах интрузива Вуручайвенч

Общий характер поведения кривых для разных пород практически не отличается. Четко прослеживается высокая дисперсия, т. е. разброс значений (рис. 4, розовые линии) в пропилитах из рудной зоны. Среднее содержание суммы РЗЭ в габброноритах 24, пропилитов 28–30 г/т. Содержание РЗЭ в амфиболовом метасоматите повышенное – 65 г/т, распределение соответствует габбро-долеритам дайкового комплекса Мончеплутона [17].

Положительная европиевая аномалия прослеживается как в измененных, так и в свежих породах массива. Для пропилитов из рудной зоны отмечается наибольшее значение европиевой аномалии $Eu/Eu^* = 1,98$, в пропилитах из нерудной зоны ($Eu/Eu^* = 1,44$) и габброноритах ($Eu/Eu^* = 1,23$) это значение меньше. Главной причиной европиевой аномалии считается фракционирование плагиоклаза, в котором концентрируется европий [1]. Однако ни габбронориты (рис. 4), ни даже анортозиты ($Eu/Eu^* = 1,4–1,5$) [3, 17] не обладают такой высокой аномалией, характерной для пропилитов. Накопление европия может также происходить в окислительной среде при постмагматических процессах [1, 11], что скорее всего и является причиной высокого содержания европия в пропилитах. Более высокая европиевая аномалия в пропилитах из рудной зоны свидетельствует о более кислой обстановке, которая также могла способствовать накоплению МПГ.

Породы массива различаются по содержанию некоторых халькофильных и крупноионных элементов (LILE) (рис. 5). Пропилиты из рудной зоны существенно обогащены Cu и Ni (≈ 1000 г/т) и обеднены Rb, Ba и Sr. Отмечается обеднение халькофильными элементами пропилитов из нерудной зоны даже по сравнению с габброноритами. В пропилитах из нерудной зоны также выявлено обогащение крупноионными элементами. Следовательно, в пропилитах из рудной зоны концентрировались халькофильные элементы и выносились крупноионные, и наоборот, для пропилитов из нерудной зоны характерно накопление крупноионных и вынос халькофильных элементов.

Оруденение. В средней части разреза массив Вуручайвенч выявлен протяженный риф – серия сближенных линз метагабброноритов, содержащих вкрапленное сульфидное медно-никелевое и пла-

тинометалльное оруденение [12, 15, 23]. Распределение МПГ в рифе весьма неравномерно, но достаточно хорошо изучено и детально описано [6].

Содержания ЭПГ+Au в рудах массива от первых граммов до первых десятков граммов на тонну с преобладанием палладия над платиной и в среднем составляет более 3 г/т [17].

По данным [4, 5, 17], на территории платинометалльного рифа обнаружены следующие минеральные виды ЭПГ: самородные металлы и интерметаллиды (золото, серебро, электрум, кюстелит; сульфиды (ирарсит, платарсит, холингвортит и др.; арсениды (сперрит, маякит и др.); теллуриды и селениды (сопчеит, науманит); висмутотеллуриды (котульскит, майченерит и др.).

На территории Мончегорского района многие исследователи [24] изучают и другие платинометалльные объекты. МПГ присутствуют в сульфидных жильных образованиях НКТ (Нитис-Кумужья-Травяная), а также в рудном пласте массива Сопча [2, 8, 20]. Такие платинометалльные объекты, как Морошковое озеро, массив Южносопчинский, Мончетундровская интрузия, не менее перспективны, чем массив Вуручайвенч. В табл. 3 показано распределение, а также количество минеральных видов благородных металлов в различных массивах.

Массив Вуручайвенч, в отличие от массивов НКТ и рудного пласта Сопчи, характеризуется в три раза меньшим содержанием самородных металлов, в нем нет сульфидов, но широко развиты сульфидарсениды и арсениды. По комплексу минеральных видов оруденение рифа Вуручайвенч хорошо сопоставляется с оруденением, установленным на Южносопчинском участке, участке Морошковое озеро и в Мончетундровской интрузии. В них представлены практически все группы МПМ, но общей особенностью является широкое развитие арсенидов и сульфидарсенидов (рис. 6).

Таблица 3

Распределение видов и количества минералов и фаз благородных металлов в массивах Мончегорского плутона [5, 17]

Минеральные виды	Количество минеральных видов в массивах		
	НКТ, Сопча	Вуручайвенч	Южносопчинский, Морошковое озеро, Мончетундровская интрузия
Самородные элементы и интерметаллиды	12	4	7
Сульфиды	4	–	4
Сульфидарсениды	–	6	4
Арсениды	1	7	8
Теллуриды, селениды, станниды	8	3	4
Висмутотеллуриды	7	4	3
Висмутиды	2	1	–
Прочие	–	1	3
Всего	34	26	34
В том числе не определенные	8	4	13

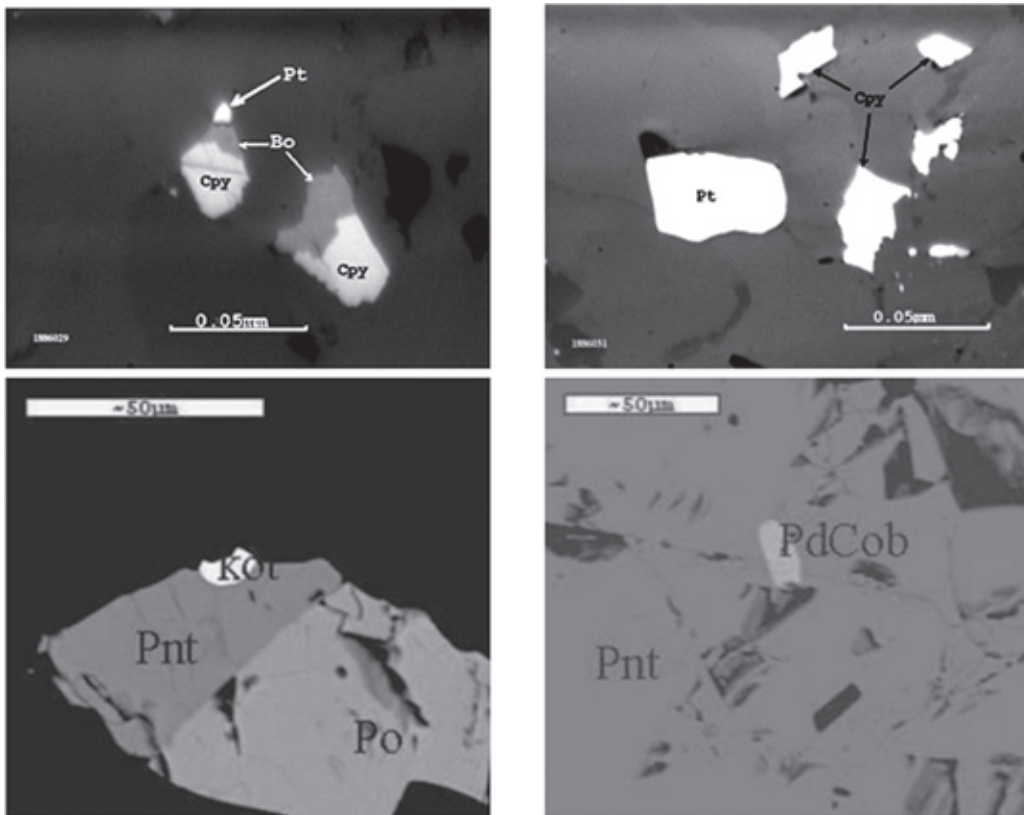


Рис. 6. Взаимоотношения минералов платиновой группы и их формы в рудах массива Вуручуайвенч [17, 24]

Crpy – халькопирит, Bo – борнит, Pt – платарсит, kot – котульскит, Pnt – пентландит, Po – пирротин, PdCob – палладийсодержащий кобальтин

Впервые на территории массива Вуручуайвенч выявлены породы пропилитовой ассоциации. Зоны пропилитов закартированы на детальном участке массива. Установлено, что пропилиты по минеральному составу делятся на два типа. С пропилитами кварц-альбит-хлоритовой ассоциации связано платинометалльное оруденение, в пропилитах альбитовой ассоциации оруденение отсутствует. Характер распределения РЗЭ в магматических и метасоматических породах массива почти одинаков, что указывает на их генетическую связь. В среднем пропилиты содержат больше РЗЭ, чем габбронориты. Наблюдается более высокая дисперсия в содержании РЗЭ в пропилитах рудной зоны, чем в пропилитах нерудной. Значительная европиевая аномалия ($Eu/Eu^* = 1,98$), а также преобладание гематита над сульфидами указывают на более кислую среду при формировании пропилитов из рудной зоны. Метасоматические процессы, происходившие в пропилитах из рудной зоны, способствовали накоплению халькофильных и выносу крупноионных элементов. Кроме того, особенной чертой для руд массива Вуручуайвенч является развитие арсенидов и сульфидарсенидов МПМ в отличие от таковых в сульфидных рудах Мончеплутона, которые представлены интерметаллидами, самородными элементами и сульфидами.

1. *Балашов Ю.А.* Геохимия редкоземельных элементов. – М.: Наука, 1976. – 265 с.

2. *Галкин А.С., Кнауф В.В.* МПГ в разрезе НКТ – меридиональной ветви Мончегорского плутона (Кольский полуостров). 2001. <http://www.natires.com/rnkt.htm>.

3. *Гребнев Р.А.* Геохимия основных пород платиносодержащего массива Вуручуайвенч (Мончегорский комплекс, Мурманская область) // Современные проблемы геохимии: Материалы конф. молодых ученых. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2011. – 303 с.

4. *Гроховская Т.Л.* и др. Платинометалльная минерализация в габброноритах массива Вуручуайвенч, Мончегорский плутон (Кольский полуостров, Россия) / Т.Л. Гроховская, Г.Ф. Бакаев, Е.П. Шелепина, М.И. Лапина, И.П. Лапутина, Г.Н. Муравицкая // Геология рудных месторождений. 2000. Т. 42. № 2. – С. 147–161.

5. *Гроховская Т.Л.* и др. Рудная платинометалльная минерализация в расслоенном Мончегорском магматическом комплексе (Кольский полуостров, Россия) / Т.Л. Гроховская, Г.Ф. Бакаев, В.В. Шолохнев, М.И. Лапина, Г.Н. Муравицкая, В.С. Войтехович // Геология рудных месторождений. 2003. Т. 45. № 4. – С. 329–352.

6. *Иванченко В.Н., Давыдов П.С.* Основные черты геологического строения месторождений проявлений МПГ южной части Мончегорского рудного района // Проект Интеррег-Тасис: Стратегические минеральные ресурсы Лапландии – основа устойчивого развития Севера: Сб. материалов проекта. Вып. II. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2009. – С. 70–78.

7. *Кнауф В.В., Давыдов П.С., Иванченко В.Н.* Благороднометалльная минерализация на поисковой площади Вуручуайвенч. Международное сотрудничество и обмен опытом в геологическом изучении и разведке платинометалльных месторождений северной части Фенноскандинавии. Промежуточные результаты международного проекта KOLARCTIC INTERREG III A North – TACIS N KA-0197 «Стратегические минеральные ресурсы – основа устойчивого развития Севера» (Россия – Финляндия – Швеция). – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. – С. 88–97.

8. *Кнауф В.В., Галкин А.С., Дедюхин А.Н.* МПГ в такситовых габброноритах южного обрамления НКТ (минералогия, генетические особенности, основные технологические свойства оруденения). 2002. <http://www.natires.com/taxites.htm>.
9. *Кнауф В.В., Гусева Н.С.* О новом рудно-формационном типе платинометаллических руд в двучленных разрезах массивов южного обрамления Мончегорского расслоенного плутона. 2010. <http://www.natires.com/obramlenie.pdf>.
10. *Козлов Е.К.* Естественные ряды никеленосных интрузий и их металлогения. — Л.: Наука, 1973. — 288 с.
11. *Крупенин М.Т.* Редкоземельные и малые элементы во флюоритах и вмещающих доломитах Суранского месторождения (нижний рифей, Южный Урал) / М.Т. Крупенин, П. Меллер, П. Дульски // *Геохимия*. 1999. № 11. — С. 78–89.
12. *Надретт А.Дж.* Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометаллических руд / пер. с англ. В.А. Федоренко. — СПб.: СПбГУ, 2003. — 487 с.
13. Петрографический кодекс. Издание третье. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. — 194 с.
14. *Плющев Е.В., Шатов В.В., Кашин С.В.* Металлогения гидротермально-метасоматических образований. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. — 560 с. (Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 354).
15. *Припачкин П.В., Рундквист Т.В.* Геологическое строение и платиноносность юго-западной части массива предгорий Вурэчуайвенч (Мончегорский комплекс, Кольский полуостров) // *Руды и металлы*. 2008. № 5. — С. 61–68.
16. *Припачкин П.В., Костенко Л.С.* Платинометаллические объекты расслоенных зон субширотной ветви Мончегорского плутона и Мончетундровского массива // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Кольского полуострова: Сб. статей / ред. академик РАН Ф.П. Митрофанов. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. — С. 85–95.
17. Расслоенные интрузии Мончегорского рудного района: петрология, оруденение, изотопия, глубинное строение. В двух частях / под ред. Ф.П. Митрофанова и В.Ф. Смолькина. — Апатиты: КНЦ РАН, 2004. — 177 и 177 с.
18. *Рундквист Т.В., Припачкин П.В.* К вопросу о геологическом строении и платиноносности восточной части Мончегорского плутона, Кольский полуостров // *Руды и металлы*. 2009. № 4. — С. 15–24.
19. *Рундквист Т.В., Вурсий Г.Л.* Некоторые геохимические особенности сульфидного платинометаллического оруденения субширотной ветви Мончегорского плутона и Мончетундровского массива // Новые данные по геологии и полезным ископаемым Кольского полуострова: Сб. статей / ред. академик РАН Ф.П. Митрофанов. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. — С. 96–104.
20. *Рундквист Т.В., Припачкин П.В., Вурсий Г.Л.* Некоторые особенности сульфидного платинометаллического оруденения Сопчинского пласта «330» // *Обогащение руд*. 2007. № 2. — С. 34–38.
21. *Рундквист Т.В., Припачкин П.В.* К вопросу о геологическом строении и платиноносности восточной части Мончегорского плутона, Кольский полуостров // *Руды и металлы*. 2009. № 4. — С. 15–24.
22. *Рундквист Т.В., Припачкин П.В., Гребнев Р.А.* Особенности взаимоотношений интрузивных тел в зоне контакта ультрамафит-мафитовых комплексов Мончегорский и Главного хребта (Участок «Южносопчинский», Кольский полуостров) // *Литосфера*. 2012. № 3. — С. 65–79.
23. *Уэйджер Л., Браун Г.* Расслоенные изверженные породы. — М.: Мир, 1970. — 552 с.
24. *Хашковская Т.Н.* и др. Минералого-технологические исследования благороднометаллического оруденения Мончегорского района / Т.Н. Хашковская, Е.В. Королева, В.И. Максимов, А.В. Дедеев, С.М. Козырев, В.Н. Иванченко, А.Н. Дедюхин // *Разведка и охрана недр*. 2006. № 8. — С. 37–43.
25. *Шарков Е.В.* Формирование расслоенных интрузивов и связанного с ними оруденения. — М.: Научный мир, 2006. — 364 с.
26. *McDonough W.F., Sun S.-S.* The composition of the Earth // *Chem. Geol.* 1995. N 120. — P. 223–253.
27. *Sharkov E.V., Chistyakov A.V.* The Early Paleoproterozoic Monchegorsk Layered Mafite-Ultramafite Massif in the Kola Peninsula: Geology, Petrology, and Ore Potential // *Petrology*. 2012. Vol. 20. N 7. — P. 607–640 (на русском языке).

Пахалко Алексей Геннадьевич — вед. инженер, ВСЕГЕИ. <Aleksey_Pahalko@vsegei.ru>.