

КОМПЛЕКСНЫЕ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫЕ РУДЫ КОЛВИЦКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (КОЛЬСКИЙ П-ОВ)

Войтеховский Ю.Л.¹, Нерадовский Ю.Н.¹, Бороздина С.В.¹, Грошев Н.Ю.¹, Мокрушин А.В.¹, Савченко Е.Э.¹, Малыгина А.В.²

¹ Геологический институт КНЦ РАН, Апатиты; ² Апатитский филиал Мурманского государственного технического университета, Апатиты, woyt@geoksc.apatity.ru

В южной части Кольского п-ова развит порьереченский (порьегубский) интрузивный комплекс пород, который образует в гранулитах Лапландско-Колвицкого пояса цепь массивов северо-западного простирания протяженностью более 20 км. Интерес к комплексу вызван изучением минерального состава связанных с ним титаномагнетитовых руд Колвицкого месторождения [2]. Оно известно как типичное месторождение Ti-Fe-V руд [1], но в настоящее время получены данные о более широком элементном составе оруденения, включая цветные (Cu, Ni, Co) и благородные элементы (Au, Ag, Pt, Pd, Rh), поэтому есть основание расширить перспективы месторождения за пределы титаномагнетитовых руд.

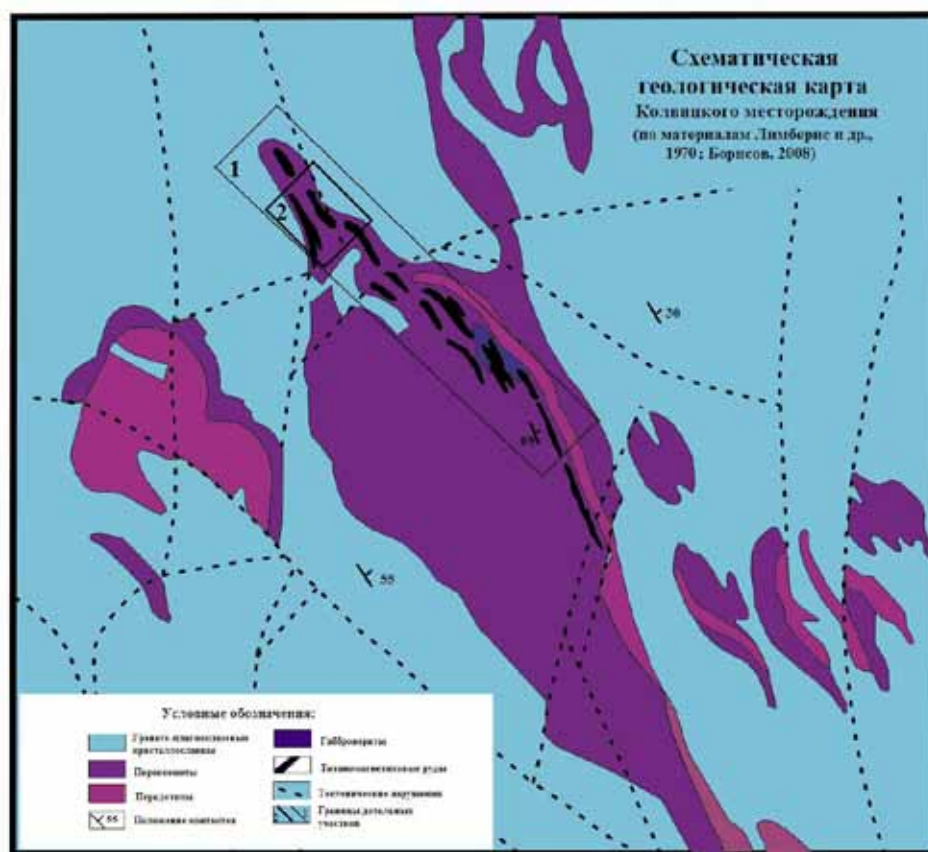


Рис. 1. Схематическая геологическая карта Колвицкого месторождения.

В интрузивный комплекс входит 15 массивов, сложенных среднезернистыми клинопироксенитами, перидотитами и оливинитами. Наиболее крупный массив клинопироксенитов располагается в северо-западной части, имеет размеры 4×1 км (рис. 1). Клинопироксениты повсеместно содержат ксенолиты основных гранулитов, а в восточной части массив пересекается сложной тектонической зоной северо-западного простирания, в пределах которой развиты линзы перидотитов и оливинитов с залежами титаномагнетитовых руд, тела габброноритов и кристаллических сланцев. Главная рудная зона (ГРЗ) имеет блочную структуру, в связи с развитием многочисленных более поздних поперечных разломов северо-восточного простирания, смещающих рудные тела на расстояние до 50 м. Ю.Г. Лимберис с коллегами полагали (Лимберис и др., 1970 ф), что в порьереченском комплексе можно выделять две интрузивные

фазы: раннюю – клинопироксениты и позднюю – комплекс вебстеритов, перидотитов и оливинитов вместе с титаномагнетитовыми рудами.

Оруденение, связанное с порьберченским комплексом, представляет редкое сочетание трех типов оруденения: железо-титано-ванадиевых руд ильменит-титаномагнетитового типа, сульфидных медно-никелевых руд, обогащенных медью, и малосульфидного платинометалльного оруденения, представленного теллуру-висмутидами палладия, серебра и свинца.

Титаномагнетитовые руды слагают крутопадающие тела, мощностью от 5 до 50 м, по простиранию от 40 до 1500 м, уходящие на глубину более 350 м. Рудные тела, сложенные богатыми рудами, имеют линзообразные и жилообразные формы, контакты с вмещающими породами резкие. Геологические запасы руды составляют около 100 млн тонн при среднем содержании Fe_2O_3 – 40 %, TiO_2 – 7 %, V_2O_5 – 0.2 %. Титаномагнетитовые руды по содержанию титаномагнетита выделяются бедные (< 30%), средние – (30-50 %), богатые вкрапленные (50-80 %) и сплошные руды (> 80 %). Рудные залежи содержат ксенолиты гранат-плагиоклаз-пироксеновых сланцев мощностью до 1.5 м. Главными минералами руд являются: титаномагнетит (титанистый магнетит) – 42-77 % (среднее 58.9), ильменит – 4-10% (среднее 8.3), шпинель – 3-12 % (среднее 7.5) [4].

Сульфидное медно-никелевое оруденение присутствует в породах и титаномагнетитовых рудах ГРЗ в виде вкрапленности. Содержание вкрапленности 5-10%. Она концентрируется преимущественно за пределами титаномагнетитовых руд, в связи с этим во вмещающих породах содержание Cu, Ni и S составляет в среднем 0.232, 0.098 и 0.35 %, а в титаномагнетитовых рудах – 0.168, 0.075 и 0.36 %, соответственно. Важно, что сульфидная вкрапленность наблюдается также обособленно в отрыве от богатых титаномагнетитовых руд в других массивах комплекса. Установлено 13 минеральных фаз сульфидов, среди которых преобладают медные фазы, главными минералами являются: троилит, халькопирит, кубанит и пентландит, второстепенными: борнит, халькозин, ковеллин макинавит, виоларит и др. [3].

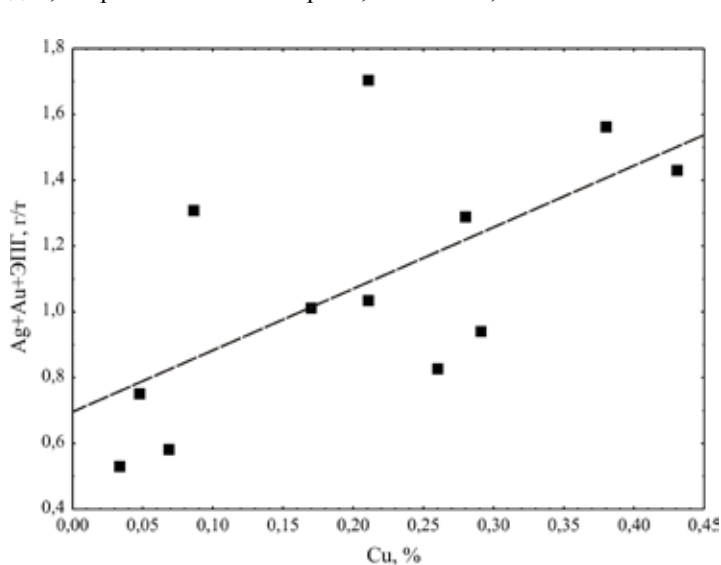


Рис. 2. Зависимость содержания Ag+Au+ЭПГ от содержания Cu в породах и титаномагнетитовых рудах Колвицкого месторождения. Штрихами показана линия регрессии.

серебряных (табл. 1). Размеры зерен МБМ варьируют от 0.2 мкм до 20 мкм. По частоте встречаемости на первом месте располагается палладиевый минерал фрудит (57.6 %), далее идут гессит (12.6 %), котульскит (8.4 %), электрум (6.3 %); остальные фазы встречаются редко. По объему вещества на первом месте находится золото-серебряная минеральная фаза – 42.4 %, а затем идут платиноиды: фрудит (25.6 %), котульскит (16.1 %) и др. Выявлено, что благороднометалльная минерализация представлена преимущественно теллуру-висмутидами палладия и серебра.

Анализ минеральных ассоциаций, показал, что 78 % зерен МБМ включены в первичные сульфидные минералы, в том числе 71 % зерен – в халькопирит и кубанит, 5 % зерен – в троилит и 2 % – пентландит; 22 % зерен МБМ располагались в прожилках, секущих породообразующие силикаты. Наблюдается связь МБМ, в составе которых присутствуют элементы Bi, Pb, Sn и S с вкрапленниками сульфидов, а Ag, Te и Au – с прожилками.

Платинометалльное оруденение представлено Pd, Pt, Rh, суммарное содержание которых в породах варьирует от 0.020 до 0.814 г/т, а в титаномагнетитовых рудах от 0.004 до 0,036 г/т. Оно сопровождается высокими содержаниями Au и Ag. Так содержание серебра в породах составляет от 0.56 до 1.32 г/т, а в титаномагнетитовых рудах от 0.52 до 1.03 г/т. Суммарное содержание ЭПГ, Au и Ag достигает в породах с сульфидной вкрапленностью 1.7 г/т. Наблюдается корреляция содержания ЭПГ, Au и Ag с распределением Cu (рис. 2).

В результате исследований пород и руд под электронным микроскопом ЛЕО-1450 обнаружено 191 зерно минералов благородных металлов (МБМ), среди них выявлено 13 минеральных фаз, из которых 8 палладиевых и 5 се-

Таблица 1. Минералы благородных металлов в породах и рудах Порьереченского комплекса.

Минерал	Формула
Гессит	Ag ₂ Te
Звягинцевит	Pd ₃ Pb
Котульскит	Pd(Te,Bi)
Меренскит	(Pd,Pt)(Te,Bi) ₂
Мончеит	(Pt,Pd)(Te,Bi) ₂
Паоловит	Pd ₂ Sn
Плюмбопалладинит	Pd ₃ Pb ₂
Фрудит	PdBi ₂
Кюстелит	Ag,Au (Pd,Fe)
Эмпрессит	AgTe
Минеральная фаза	МФ Pd-Te-Ag-Pb (Bi,Au,Sn)
Минеральная фаза	МФ Pd-Te-Bi-Pb (Ag)
Минеральная фаза	МФ AgS
Минеральная фаза	МФ Pb-I-Ag-Te

Анализ распределения МБМ в разных структурных позициях показал, что они встречаются, как в виде включений в главных сульфидах, так и в зоне контакта сульфидов с силикатами и в прожилках за пределами вкрапленников. При этом преобладают выделения в прожилках (43 %), несколько меньше выделений внутри зерен сульфидов (30 %) и на контакте (27 %). Наблюдается тенденция развития палладиевых фаз со свинцом и оловом во включениях, а платино-палладиевых фаз с висмутом и серебряных фаз с золотом – в прожилках. Последние также активно выделялись и на границе вкрапленников, в местах пересечения их трещинами, путем замещения сульфидов. Таким образом, фазы МБМ с платиной и золотом внутри сульфидов отсутствуют.

Исследования оруденения в порьереченском комплексе позволяют предположить, что все типы оруденения генетически связаны и возникли в результате единого процесса. Металлогения комплексного оруденения Колвицкого месторождения определяется, вероятно, прежде всего, дифференциацией магматического расплава на раннемагматической стадии, в течение которой выделился оливин и отликвировали сульфиды и титаномагнетит. Обогащенная этими компонентами часть расплава осела в нижние части магматического очага, а верхняя часть обогатилась компонентами клинопироксена. Последовательное внедрение клинопироксенитов, а затем перидотитов и титаномагнетитовых руд сформировали современное взаимоотношение клинопироксенитов с породами и рудами ГРЗ. Неравномерность распределения сульфидной и титаномагнетитовой фаз послужила причиной образования слоев с разной концентрацией рудного вещества непосредственно в ГРЗ, а также широкого рассеяния сульфидного оруденения с МБМ в пределах порьереченского комплекса в целом. Это позволяет рекомендовать расширение поисков и оценку сульфидного оруденения с МБМ за пределами главного массива.

Список литературы

1. Беляев К.Д., Карпов Р.В. Геологические предпосылки поисковых работ на Кольском п-ове и новые направления их развития // Состояние и перспективы расширения минерально-сырьевой базы Северо-Запада РСФСР. Л.: «Недра», Лен. Отд., 1973. С. 15-29.
2. Войтеховский Ю.Л., Нерадовский Ю.Н., Гришин Н.Н. и др. Колвицкое месторожд. (геология, вещественный состав руд) // Вестник МГТУ. Т. 17. № 2. 2014. С. 271-278.
3. Нерадовский Ю.Н., Войтеховский Ю.Л., Гришин Н.Н. и др. Сульфидная минерализация в титаномагнетитовых рудах Колвицкого месторождения (Кольский п-ов) // Наука и образование – 2014 [Электронный ресурс]: матер. Междунар. науч.-техн. конф. Мурманск, 24-28 марта 2014 г. С. 858-863. <http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/nio-9.pdf>
4. Нерадовский Ю.Н. Исследование фазового состава титаномагнетита (на примере Колвицкого месторождения, Кольский п-ов) // Рациональное недропользование: сб. научн. тр. / Ред. С.Е. Гавришева. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. Гос. Техн. ун-та им Г.И. Носова, 2014. С. 158-167.