

**ПЕЧЕНГСКОЕ CU-NI РУДНОЕ ПОЛЕ (ФЕННОСКАНДИНАВСКИЙ ЩИТ)
КАК ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР****Казанский В.И.¹, Лобанов К.В.¹, Соколова Е.В.¹, Чичеров М.В.¹, Исанина Э.В.², Шаров Н.В.³**¹Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва, lobanov@igem.ru²Государственное геологическое предприятие «Невскгеология», г. Санкт-Петербург³Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск, sharov@krc.karelia.ru

Основой для интерпретации Печенгского рудного поля как деформированного палеопротерозойского вулканического центра является ранее разработанная интегральная глубинная модель Печенгского рудного района (Казанский и др., 1994). В рамках этой модели был сделан вывод, что Северное крыло Печенгской структуры, в котором сконцентрированы Cu-Ni месторождения, представляет собой фрагмент вулканической кальдеры, осложненный согласными зонами рассланцевания, а ее Южное крыло – комбинацию чешуйчатой моноклинали с надвинутыми на нее гранитными куполами. Одновременно было высказано предположение, что современный эрозионный срез Печенгского района отвечает горизонтальному сечению мантийной рудообразующей системы центрального типа. В настоящее время эти соображения могут быть дополнительно аргументированы и развиты.

В последние годы показано, что вулканогенно-осадочные серии, слагающие Северное и Южное крыло Печенгской структуры, отличаются по возрасту, литологии, геохимическим характеристикам вулканитов и, в то же время, тесно связаны между собой (Skufin, Theart, 2005). В обеих сериях преобладают вулканические и вулканокластические породы, варьирующие по составу от андезитобазальтов до трахибазальтов и трахиандезитов, и от базальтов до пикрит-базальтов. Более ранняя Северопеченгская серия (2234-1905 Ма) имеет циклическое, а более молодая Южнопеченгская серия (1905-1700 Ма) – моноциклическое строение. Вместе с тем вулканиты верхней части Северопеченгской серии обнаруживают признаки сходства с таковыми Южнопеченгской серии. Они выражены в виде прослоев ультракислых риолитовых туфов и лав, перемежающихся с ферропикритовыми лавами и щелочными высокотитанистыми базальтами. Появление этих пород согласуется с развитием в Южнопеченгской серии локальных вулканических центров, сложенных пестрыми по составу ассоциациями пород: от пикрит-базальтовой до андезит-дацит-риолитовой. В частности, Порыташский центр, расположенный на границе Северного и Южного крыла Печенгской структуры, сложен дацитами, подчиненными риолитами и андезитами.

О сопряженном развитии в пространстве и времени Северопеченгской и Южнопеченгской серий свидетельствуют и результаты корреляции стратиграфии и магматизма Печенгской структуры и примыкающего к ней пояса Пасвик (Melezik et al., 1995). Установлено, что палеопротерозойские осадочные и вулканические формации обеих серий непрерывно продолжаются из Печенгской структуры в пояс Пасвик (рис. 1). При этом их мощности уменьшаются в несколько раз. Параллельно изменяются их условия залегания. Наиболее резкие изменения зафиксированы на западном фланге Печенгской структуры, где дугообразно-концентрическое расположение осадочных и вулканических пород сменяется их линейной ориентировкой. Соответствующие изменения характерны и для туфогенно-осадочной Продуктовой толщи, которая в Северном крыле Печенгской структуры достигает мощности 1.5-2 км и насыщена многочисленными габбро-верлитовыми интрузиями и Cu-Ni месторождениями, а в поясе Пасвик уменьшается по мощности в несколько раз и вмещает небольшие габбро-верлитовые тела, не содержащие Cu-Ni руд (Hodges, 1995). В поясе Пасвик находит продолжение и крупный Порыташский разлом северо-западного простиранья.

Медно-никелевые месторождения не только занимают определенное положение в разрезе Северопеченгской серии и структурах Северного крыла. Никеленосные габбро-верлитовые интрузии близки по возрасту (1980 Ма) и генетически связаны с ферропикритами формации Пильгуярви, перекрывающей Продуктивную толщу (Смолькин, 1992; Hanski, 1992). Базальты формации Пильгуярви были образованы из деплетированного мантийного источника, а ферропикриты и соответственно габбро-верлиты из метасоматически обогащенного мантийного источника, который в большей степени подвергся контаминации коровым материалом. В этом заключается одно из отличий никеленосного интрузивного магматизма Печенги от предшествующего базальтоидного вулканизма Северопеченгской серии.

Вместе с тем, в Печенгском рудном поле никеленосные габбро-верлитовые интрузии вместе с окружающими туфогенно-осадочными и вулканогенными породами деформированы и метаморфизованы, а его Cu-Ni месторождения кроме магматических руд содержат эпигенетические руды (Горбунов и др., 1999).

Яркий пример – месторождения Восточного рудного узла, приуроченные к самому крупному Пильгуярвинскому массиву габбро-верлитов и его флангам (рис. 2). В результате глубокого бурения установлено, что массив расчленен на несколько блоков, надвинутых друг на друга, что ему присущи сдвигание разрезов основных и ультраосновных пород, тектоническое выклинивание вмещающих метаосадочных пород в промежутках между блоками, развитие мощных зон рассланцевания на контактах массива. Со структурно-петрофизических

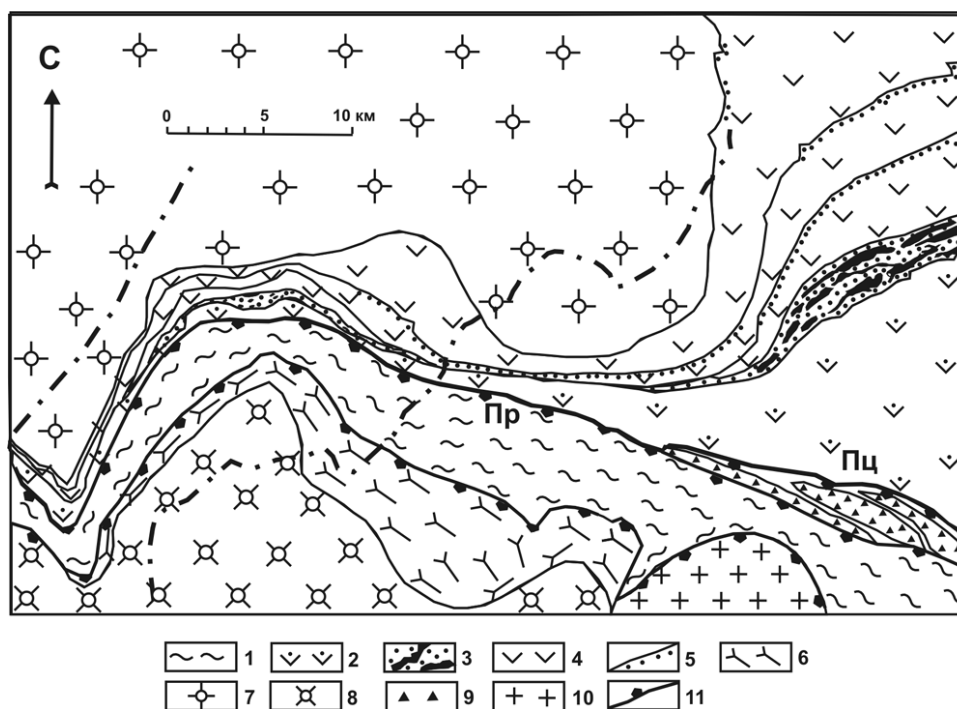


Рис. 1. Схема места сочленения Печенгской структуры и пояса Пасвик. Составлена на основе геологической карты пояса Пасвик-Печенга в масштабе 1:200000. Авторы В.А.Мокроусов, Л.С.Молотков, Г.Юе и др., 1995, с изменениями.

1-5 – палеопротерозой: 1 – Южнопеченгская серия, метавулканические и метасадочные породы; 2-5 – Северопеченгская серия: 2 – метабазалты и метапикриты (формация Пилыгуярви, 3 – Продуктивная толща (черным показаны никеленосные габбро-верлиты), 4 – метабазалты и метаандезиты и 5 – метасадочные породы (формаций Коласйюки, Куэтьярви, Ахмалахти); 6 – кристаллические сланцы (PR-AR?); 7-8 – архей: 7 – гнейсы, мигматиты, граниты, амфиболиты, 8 – гнейсы, кристаллические сланцы; 9 – субвулканические дациты и андезиты; 10 – реоморфические гранитоиды (PR); 11 – разломы: Пр – Порыташский разлом, Пц – Порыташский локальный вулканический центр

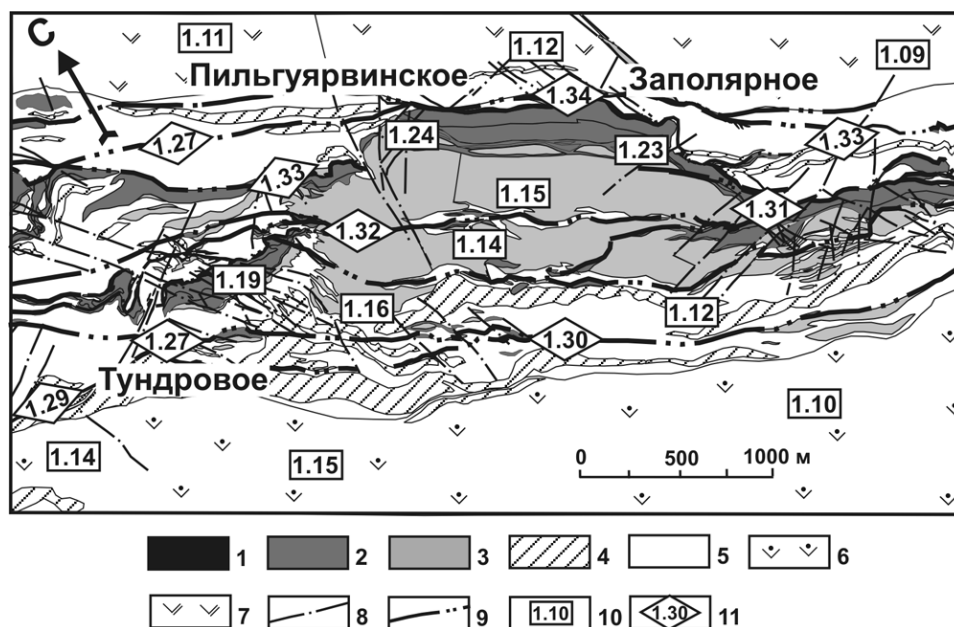


Рис. 2. Петрофизическая схема Восточного узла Печенгского рудного поля. Составлена с использованием материалов ГМК «Печенганикель» (Любанов, 2008).

1 – брекчиевидные, сплошные и богатые вкрапленные Cu-Ni руды; 2 – верлиты и пироксениты; 3 – габбро; 4 – габбро-диабазы; 5 – туфогенно-осадочные породы Продуктивной толщи; 6-7 – вулканогенные породы: 6 – формация Пилыгуярви, 7 – формация Коласйюки; 8 – диагональные разрывы; 9 – межпластовые зоны рассланцевания; 10-11 – средние значения коэффициента объемной анизотропии продольных волн: 10 – тектонических блоков, 11 – межпластовых зон рассланцевания. Заполярное – название месторождения.

позиций гетерогенная Продуктивная толща выделяется в разрезе Северопеченгской серии не только по литологии слагающих ее пород. Она отличается и по физическим параметрам пород, в том числе по величинам упругой анизотропии продольных волн, характеризующей интенсивность синметаморфических деформаций (Лобанов, 2008). Если в туфогенно-осадочных породах эти величины находятся в пределах 1.15-1.17, в габбро-верлитовых телах, содержащих магматические вкрапленные руды, варьирует от 1.15 до 1.22, то в межпластовых зонах рассланцевания, вмещающих ремобилизованные брекчиевидные Cu-Ni руды, они достигают максимальных значений 1.30-1.32. Предполагается, что ремобилизация руд произошла в температурных границах зеленосланцевой фации.

Несмотря на чешуйчато-надвиговые тектонические деформации Печенгской структуры, по данным сейсмических исследований ее Северное и Южное крыло прослеживается в разрезах земной коры. С помощью сейсмотомографического моделирования под Печенгской структурой обнаружен подъем поверхности раздела Мохо на максимальную отметку в 36-34 км, интерпретированный как некогда существовавший мантийный плюм. На большей части Кольского полуострова раздел Мохо выделяется фрагментарно. Но здесь он выражен наиболее четко. По соотношению скоростей продольных и поперечных сейсмических волн под Печенгской структурой на глубине 15-25 км выявлены аномальные объекты со значениями V_p/V_s 1.80-1.90. Они аналогичны таковым под Норильским рудным районом и рассматриваются как некогда существовавшие промежуточные очаги (Исанина и др., 2000; Казанский и др., 2002).

Исходя из предполагаемой связи Печенгского рудного поля с деформированным приразломным вулканическим центром (deformed fault-bound volcanic center), медно-никелевые месторождения этого рудного поля можно отнести к вулканоплутоническому классу, а соответствующую рудообразующую систему к мантийно-коровому типу (Lobanov, Kazansky, 2008).

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбунов Г.И., Астафьев Ю.А., Гончаров Ю.В., Корчагин А.У., Нерадовский Ю.Н., Смолькин В.Ф., Соколов С.В., Шаров Н.В., Яковлев Ю.Н. Медно-никелевые месторождения Печенги (отв. Редактор Н.П.Лаверов). М. ГЕОС, 1999, 236 с.
2. Исанина Э.В., Верба М.Л., Иванова Н.М., Казанский В.И., Шаров Н.В. Глубинное строение и сейсмогеологические границы Печенгского района на Балтийском щите и смежной части шельфовой плиты Баренцева моря // Геология рудных месторождений. 2000. Т. 42. № 5. С. 476-487.
3. Казанский В.И., Кузнецов О.Л., Кузнецов А.В., Лобанов К.В., Черемисина Е.Н. Глубинное строение и геодинамика Печенгского рудного района: опыт изучения Кольской сверхглубокой скважины // Геология рудных месторождений. 1994. Т. 36. № 6. С. 500-519.
4. Казанский В.И., Исанина Э.В., Лобанов К.В., Предовский А.А., Шаров Н.В. Геолого-геофизическая позиция, сейсмогеологические границы и металлогения Печенгского рудного района // Геология рудных месторождений. 2002. Т.44. № 4. С. 276-286.
5. Лобанов К.В. Структурно-петрофизические условия локализации раннепротерозойских пегматитовых и магматических месторождений северо-восточной части Балтийского щита. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геол.-мин. наук. Москва, ИГЕМ РАН, 2008, 70 с.
6. Смолькин В.Ф. Коматиитовый и пикритовый магматизм раннего докембрия Балтийского щита. СПб: Наука, 1992. 272 с.
7. Hanski E. Petrology of Pechenga Ferropicrites and cogenetic Ni-bearing Gabbro-wehrlite Intrusions, Kola Peninsula, Russia // Geol. Surv. Finland. Bull. 1992. no. 367. 195 p.
8. Lobanov K.V., Kazansky V.I. The Paleoproterozoic mantle-crustal Cu-Ni ore-forming system of the Pechenga ore district (Fennoscandian shield). 33 IGC. Oslo. 2008. CD.
9. Melezhik V.A. Sturt B.A., Mokrousov V.A. et al. The Early Proterozoic Paskvik-Pechenga Greenstone Belt: 1:200000 geological map, stratigraphic correlation and revision of stratigraphic nomenclature // Geology of the eastern Finmark-western Kola region. Trondheim. 1995. P. 81-91.
10. Skuf'in P.K. and Theart H.F.J. Geochemical and tectono-magmatic evolution of the volcano-sedimentary rocks of Pechenga and other greenstone fragments within the Kola greenstone belts, Russia // Precambrian Research. 141. 2005. P. 1-48.

ИДИОМОРФИЗМ ХРОМИТА И ОБОГАЩЕНИЯ ХРОМИТОВЫХ РУД НА ВИНТОВОМ СЕПАРАТОРЕ

Кевлич В.И.

Институт геологии Карельского НЦ РАН, г. Петрозаводск, kevlich@krc.karelia.ru

В отечественной и зарубежной практике хромитовые руды обогащаются с применением комплекса методов – гравитационных, магнитных и флотации [1,2,4], в основе которых лежит использование формы, размеров зерен минералов и технологических свойств – флотационных, плотности, магнитной восприимчивости.