

**ПЕТРОЛОГИЯ, ИЗОТОПИЯ, ОРУДЕНЕНИЕ И ГЕНЕЗИС  
РУДОНОСНЫХ ИНТРУЗИЙ ПЕЧЕНГСКОГО КОМПЛЕКСА ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЯ  
(КОЛЬСКИЙ РЕГИОН)**

**Смолькин В.Ф.**

*Государственный геологический музей РАН, Москва, vsmolkin@sgm.ru*

Рудоносные интрузии печенгского комплекса залегают в пределах Печенгского рудного поля, приуроченного к центральной части Северо-Печенгской структуры, выполненной метаморфизованными осадочными и вулканогенными породами палеопротерозойского возраста. Печенгский комплекс является типовым для габбро-верлитовой формации, сформированной на заключительном этапе развития Печенгско-Варзугского пояса, представляющего собой крупную палеорифтогенную систему, в условиях максимального его растяжения [2, 3].

Рудоносные интрузии являются частью вулcano-плутонической ассоциации (ВПА), которая включает в себя рудоносные и безрудные интрузии серпентинитов (метаморфизованных верлитов), клинопироксенитов и габбро, вулканические и субвулканические образования ферропикритового состава (массивные и шаровые лавы, расслоенные потоки, туфы, лавобрекчии, силлы), дайковые серии ферропикритов, перидотитов и оливиновых габбро [1]. На основе комплексного изучения всех фаций вулcano-плутонической ассоциации реконструирован состав первичных магм и условия их внедрения, установлена высокая степень взаимодействия магм с вмещающими породами, выявлены особенности процессов дифференции рудно-силикатных расплавов в камерах в зависимости от условий их кристаллизации.

Время формирования интрузий и вулкаников, установленное на основании изучения Sm-Nd, Re-Os и U-Pb систем, находится в пределах 1990-1980 млн. лет [1]. Завершает ферропикритовый магматизм комплекс субпараллельных крупных даек с U-Pb возрастом циркона  $1941 \pm 3$  млн. лет [4], внедрение которого произошло уже в пределы архейского фундамента, после закрытия Печенгского бассейна. В пределах архейского фундамента, вскрытого Кольской сверхглубокой скважиной, залегают высоко-Mg амфиболиты, близкие по геохимическим особенностям к ферропикритам. Это может свидетельствовать о существовании подводящих каналов во время ферропикритового магматизма.

Все фации ферропикритового магматизма объединяет сходство первично-минерального состава (оливин-хризолит, титаноавгит, керсутит, титанохромит, титаномагнетит), геохимических и изотопно-геохимических особенностей пород (аномально высокая железистость; повышенное содержание титана, фосфора и легких редких земель; первичные отношения  $\epsilon_{Nd} = 1,6 \pm 0,4$ ;  $^{187}Os/^{186}Os = 0,935 \pm 0,031$  [1]). Кристаллизация в вулканических потоках, судя по составу породообразующих и рудных минералов, происходила в более восстановительных условиях, чем в интрузивных камерах. В расслоенных вулканических потоках хорошо проявлены процессы силикатной и сульфидной ликвации, которая затухевана в интрузивных породах. Одной из причин ликвации является накопление щелочей и фосфора.

Состав первичной магмы, реконструированный по составу зон закалок и средневзвешенным составам интрузий и вулканических потоков, отвечал ферропикриту. Генерация первичных магм происходила за счет плавления метасоматизированной мантии. Ферропикриты хорошо отличаются по своим геохимическим и изотопно-геохимическим свойствам от одновозрастных толеитовых базальтов, подстилающих и перекрывающих черносланцевые толщи. Признаки смешения ферропикритовых и базальтовых магм не установлены. С ферропикритами и толеитовыми базальтами ассоциируют высококремнеземистые породы – туфосилициты, представляющие собою продукты глубокого подводного выветривания в условиях морского бассейна.

Интрузии разделяются по геологическому положению, составу, строению и возрасту на три группы. Первая, более ранняя, представлена маломощными интрузиями трещинного типа. Они прорывают нижележащие вулканики, сложены верлитами и пироксенитами. Вторая группа объединяет многочисленные маломощные интрузии верлитов (серпентинитов), залегающие преимущественно в нижней части черносланцевой толщи. Третья группа включает в себя наиболее крупные интрузии, дифференцированные на верлиты, пироксениты и габбро. В ряде случаев

сохранились маломощные зоны закалок, представленные мелкозернистыми клинопироксенитами. Интрузии прорываются сериями даек долеритов и ферропикритов, часть из которых является дорудной.

Внедрение интрузий происходило многократно на фоне снижения вулканической активности. Установлено возрастание их рудного потенциала от ранней к более поздней группе. Значительную роль в сульфидном рудообразовании играли процессы контаминации ферропикритовыми магмами пород архейского фундамента и вмещающих сланцев, обогащенных сульфидно-углеродистым веществом. Формирование сульфидных руд происходило в глубинных промежуточных очагах и интрузивных камерах. При охлаждении и кристаллизации силикатных магм сульфидные расплавы частично выжимались в трещины, расположенные как в пределах интрузий, так и во вмещающих породах. Сульфиды частично были переотложены в период 1760-1700 млн. лет в условиях наложенного зеленосланцевого метаморфизма с изменением состава фаз (обогащение пирротина кобальтом и др.).

Помимо печенгского комплекса, аналогичные интрузии и комагматические им вулканы ферропикритового состава были открыты и изучены в других частях палеорифтогенной системы – в западной части Имандра-Варзугской структуры (соленозерский комплекс) и на территории Северной Норвегии (Пасвик), однако их рудный потенциал незначителен.

Типовыми признаками интрузий печенгского и других вышеназванных комплексов являются постоянная пространственная и генетическая связь с ферропикритами, габбро-верлитовый состав пород, титановая специфика породообразующих и рудных минералов, высокое содержание в породах железа и титана, обогащение легкими редкими землями, фосфором и летучими компонентами. Одной из особенностей ферропикритовой магмы, помимо повышенного содержания никеля и серы, является высокая ее способность к силикатной ликвации.

Одним из результатов изучения магматизма Печенгско-Варзугского пояса является вывод о сопряженности во времени и пространстве двух типов магматизма – безрудного базальтового и сульфидоносного ферропикритового, продукты которых постоянно перемежаются в разрезах вулканогенных толщ. Магмы разного состава, не смешиваясь между собой, использовали сближенные подводящие каналы и формировали близко расположенные вулканические центры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Смолькин В.Ф. Коматиитовый и пикритовый магматизм раннего докембрия Балтийского щита. СПб.: Наука, 1992, 278 с.
2. Смолькин В.Ф. Кольская (Печенгско-Варзугская) рифтогенная система // Магматизм и металлогения рифтогенных систем восточной части Балтийского щита. СПб: Недра, 1993. С. 24-63.
3. Смолькин В.Ф. Магматизм раннепротерозойской (2.5-1.7 млрд. лет) палеорифтогенной системы. Северо-запад Балтийского щита // Петрология. 1997. Т. 5. № 4. С. 394-411.
4. Смолькин В.Ф., Баянова Т.Б., Федотов Ж.А.. Рудоносные базит-ультрабазиты Печенгско-Аллареченского района, Кольский регион: изотопное датирование // Изотопная геохронология в решении проблем геодинамики и рудогенеза. Тез. докл. СПб.: ИГГД РАН, 2003. С. 467-470.