

**ПРОИСХОЖДЕНИЕ КРУПНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ
ЭПГ-Cu-Ni МЕСТОРОЖДЕНИЙ КРУПНЫХ ИЗВЕРЖЕННЫХ ПРОВИНЦИЙ
НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ СИБИРИ И БАЛТИЙСКОГО ЩИТА**

Дюжиков О.А., Шарков Е.В.

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН,
Москва, sharkov@igem.ru*

Крупные изверженные провинции широко представлены в геологической истории Земли от палеопротерозоя до кайнозоя. Наиболее важным типом их рудной минерализации являются крупные и уникальные сульфидные ЭПГ-Cu-Ni месторождения, связанные с расслоенными мафит-ультрамафитовыми интрузивами. Однако, несмотря на огромные размеры этих провинций, такие месторождения очень редки. Почему? Мы обсудим эту проблему на примере фанерозойской Сибирской и двух палеопротерозойских провинций в восточной части Балтийского щита.

Пермотриасовые сибирские траппы. Крупнейшая в мире Сибирская трапповая провинция (240-250 млн. лет) образована, главным образом, базальтовыми лавовыми покровами и силлоподобными мафическими, реже – мафит-ультрамафитовыми интрузивами. В северо-западной части платформы, в Норильском районе, часть из них содержит уникальные сульфидные ЭПГ-Cu-Ni месторождения, отсутствующие на всей другой территории развития Сибирских траппов или, в лучшем случае, имеющие субэкономическое значение. Месторождения Норильского района связаны с крупными расслоенными силлами габбро-долеритов (Норильский и Талнахский интрузивы), происшедшими за счет пикробазальтовых расплавов с повышенными содержаниями Ti и щелочей, близкими по составу к плагиопикритам гудчихинской свиты в окружающих лавовых плато. Эти интрузивы имеют мощность от 100-200 м до 350 м в раздувах, и прослеживаются на десятки километров. Они имеют линзо- или трубообразную форму с крутыми бортами и автономной внутренней структурой с ультрамафическими дифференциатами в нижних частях прогибов дна. Огромное количество даек, магматических брекчий и мощных (до 300-400 м) экзоконтактовых ореолов, включая магнезиально-известковые и известковые скарны, а также различные метасоматиты и магнезиальные роговики по вмещающим сульфат-карбонатным (с галитом) эвапоритам. Обращает на себя внимание, что промышленное ЭПГ-Cu-Ni оруденение развито только в мезократовых интрузивах норильско-талнахской группы и отсутствует как в лейкократовых, так и меланократовых телах. Сульфидные руды представлены несколькими разновидностями: (1) вкрапленными рудами в пикритовых и такситовых габбродолеритах; (2) массивными рудами, образующими тела до 40 м толщиной в подстилающих массивы метаморфических и метасоматических породах; (3) гнездово-вкрапленными рудами между телами массивных руд; и (4) малосульфидная PGE минерализация в верхних оливиновых габбро с хромитами.

Палеопротерозойские крупные изверженные провинции балтийского щита. Cu-Ni-ЭПГ месторождения здесь связаны с двумя крупными изверженными провинциями: (1) среднепалеопротерозойской, образованной Fe-Ti пикритами и базальтами, где рудная минерализация сосредоточена в Печенгской структуре на Кольском полуострове, (2) с раннепалеопротерозойской провинцией, образованной породами кремнеземистой высоко-Mg (бонинитоподобной) серии (КВМС), где месторождения связаны с крупными расслоенными интрузивами. Эти провинции развиты в восточной части Балтийского щита на одной и той же территории, последовательно сменяя друг друга во времени

Среднепалеопротерозойская (2.3-1.9 млрд. лет) изверженная провинция занимает всю восточную часть Балтийского щита, однако крупные сульфидные Cu-Ni месторождения с возрастом 1.98 млрд. лет встречены только в пределах Печенгской структуры. Месторождения здесь связаны с небольшими грубо-расслоенными мафит-ультрамафитовыми интрузивами, расположенными в метаосадках черносланцевой Продуктивной толщи пильгуйярвинской серии. Родоначальная магма этих интрузивов отвечала ферропикритам, аналогичным лавам в верхней части серии. Сульфидная Cu-Ni минерализация представлена вкрапленными, прожилково-вкрапленными, брекчиевидными и массивными рудами (Горбунов и др., 1999). Согласно изотопным данным, руд имеют сложный генезис: их происхождение связано как с магматическими процессами, так

и переотложением рудного материала при метаморфических и метасоматических процессах.

Раннепалеопротерозойская изверженная провинция КВМС. Составной частью этой изверженной провинции, развивавшейся на протяжении от 2.5 до 2.35 млрд. лет назад, являются крупные расслоенные мафит-ультрамафитовые интрузивы, содержащие в ряде случаев значительные ЭПГ-Cu-Ni месторождения. На Кольском полуострове они развиты преимущественно в обрамлении Печенгско-Варзугского рифтогенного пояса и представлены комплексами Мончегорским, Имандровским, Федорово-Панским и горы Генеральской. В Карелии такие интрузивы встречены как на севере (Луккулайсваара, Ципринга и Кивакка) и на юге, где расположен крупнейший в Европе Бураковский массив. Все эти интрузивы образованы ритмичным переслаиванием дунитов, гарцбургитов, бронзититов, норитов, габброноритов и анортозитов, и близки по составу к таким классическим интрузивам как Бушвельд (ЮАР) и Стиллуотер (США). Несмотря на общее сходство в строении и составе пород, каждый из этих интрузивов имеет свои особенности строения и рудной минерализации. Наиболее разнообразна минерализация в Мончегорском комплексе, где развиты промышленные месторождения сульфидных Cu-Ni руд, хромититов и ЭПГ; в Бураковском – хромититов, в Федорово-Панском и Луккулайсваара – малосульфидные месторождения ЭПГ и т.д. Детальное изучение этих интрузивов показало, что в процессе их формирования важную роль играло многократное поступление порций свежего расплава в затвердевающие интрузивные камеры. Однако только некоторые из этих поступлений были обогащены рудными компонентами. Они растекались по временному дну затвердевающих интрузивных камер, образуя рудоносные рифы – главный тип месторождений в таких интрузивах.

Дискуссия. Почему только редкие порции свежего расплава, поступающие в затвердевавшие интрузивные камеры, являлись рудоносными? Мы полагаем, что это было связано с особенностями происхождения магм КВМС. Судя по изотопно-геохимическим данным, эти магмы произошли в результате крупномасштабной ассимиляции высокотемпературными мантийными расплавами архейского корового материала. Мы полагаем, что формирование магм КВМС происходило путем «всплывания» очагов высокотемпературных магм сквозь кору по принципу зонной плавки, т.е. путем плавления кровли и кристаллизации у дна, где выделялись наиболее тугоплавкие компоненты.

С этой точки зрения появление рудоносных рифов было связано с ассимиляцией такими магматическими очагами архейских супракрустальных пород, обогащенных рудными компонентами (ЭПГ, Ni, Cu и др.) и Cl- и S-содержащими флюдами и рассолами, благоприятствующими извлечению и мобилизации рудных компонентов, а также их фиксации в минеральных формах. Такими супракрустальными породами могли быть коматииты, черные сланцы, сульфидсодержащие метаосадки и др. Если такие породы отсутствовали на пути «всплывающих» очагов, то отсутствовали и рифы, как это хорошо видно на многочисленных примерах безрудных расслоенных интрузивов, образованных такими же породами. В случае Норильских интрузивов важную роль могли играть вмещающие эвапориты, где соответствующие флюидные компоненты присутствуют в изобилии; по-видимому, они ассимилировались расплавом, способствуя интенсивному рудообразованию.

Из всего этого следует, что состав исходных расплавов играл важную, но не определяющую роль при формировании крупных и уникальных месторождений. Их образование связано с комбинацией ряда факторов, особенно указанных выше. При наличии соответствующих условий и расплавы раннепалеопротерозойской кремнеземистой высоко-Mg серии, и Fe-Ti пикриты и базальты могут формировать аналогичные месторождения.