

А. М. ВИЛЕНСКИЙ, Н. Ф. ЩЕДРИН

**ВЛИЯНИЕ ЩЕЛОЧНОСТИ — КИСЛОТНОСТИ
И КРЕМНЕКИСЛОТНОСТИ НА ХАРАКТЕР ФОРМИРОВАНИЯ
МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ОСНОВНЫХ
И УЛЬТРАОСНОВНЫХ ИНТРУЗИЯХ**

(Представлено академиком В. С. Соболевым 14 XI 1972)

Вопросам геологии и петрологии основных и ультраосновных интрузий, широко распространенных как в Советском Союзе, так и в зарубежных странах, посвящены многочисленные работы (¹⁻⁶), однако анализу физико-химических условий среды, при которых формируются медно-никелевые руды, уделено недостаточное внимание.

Как известно, при прочих равных благоприятных условиях концентрация любого полезного ископаемого происходит в типичных для него физико-химических условиях. К параметрам последних относятся в том числе щелочность — кислотность и кремнекислотность среды, значения которых изменяются в процессе кислотно-основного взаимодействия компонентов в расплаве или растворе (⁷⁻⁹).

Если принять за показатель щелочности — кислотности отношение атомов наименее основных компонентов в расплаве (растворе) к наиболее основным: $(\text{Si} + \text{Al}) / [(\text{Si} + \text{Al}) + (\text{Na} + \text{K})]$, то кремнекислотность может быть выражена содержанием в породах атомов кремния (¹⁰).

Анализ щелочности — кислотности и кремнекислотности изверженных горных пород в общем плане показал, что выделенные нами (¹⁰) естественные петрогенетические серии пород образовались за счет кислотно-основного взаимодействия компонентов в процессе эволюции исходных расплавов различной щелочности. Другими словами, исходя из теоретических положений, разработанных Д. С. Коржинским (⁷⁻⁸) и В. С. Соболевым (¹¹), следует полагать, что каждая петрогенетическая серия объединяет интрузии, образованные при определенном уровне (интервале) щелочности исходных расплавов. При этом эволюция последних протекала в объеме каждой серии по схеме Боуэна от основных к кремнекислым (см. рис. 1).

В связи с тем, что такие показатели, как щелочность — кислотность и кремнекислотность, являются параметрами, отражающими условия формирования не только горных пород, но и рудных компонентов, применение их значений позволяет выяснить те физико-химические условия среды, при которой формировалось медно-никелевое оруденение, вне зависимости от его генезиса. Поскольку в объеме каждой петрогенетической серии в интрузиях происходит изменение отношения щелочности — кислотности к кремнекислотности от 1,0 и выше, необходимо выделение тех петрогенетических серий и участков, к которым приурочены наиболее интересные в промышленном отношении никеленосные интрузии.

Никеленосные основные и ультраосновные интрузии Советского Союза расположены в пределах севера Сибирской платформы (²⁻⁴, ⁶) и Карело-Кольского региона (¹²⁻¹⁴). В региональном плане эти интрузии приурочены и встречаются в пределах следующих магматических формаций: базальтоидной (габброидной, габбро-верлитовой), гарцбургитовой, верлитовой и габбро-норитовой. Геологический и петрологический анализ собранного материала показал, что интрузии различной формационной принадлежности

формировались в определенных геологических и физико-химических условиях, определивших тот или иной характер оруденения (см. рис. 1). Обычно безрудные интрузивы верлитовой формации, представленные слабодифференцированными массивами, развитыми в пределах Карело-Кольского региона, формировались при весьма низкой щелочности и кремнекислотности. При почти одинаковых значениях (960—980) * щелочности — кислотности в никеленосных интрузиях гардбургитовой и базальтоидной формаций рудообразования, связанное с последними, формировалось при более высокой

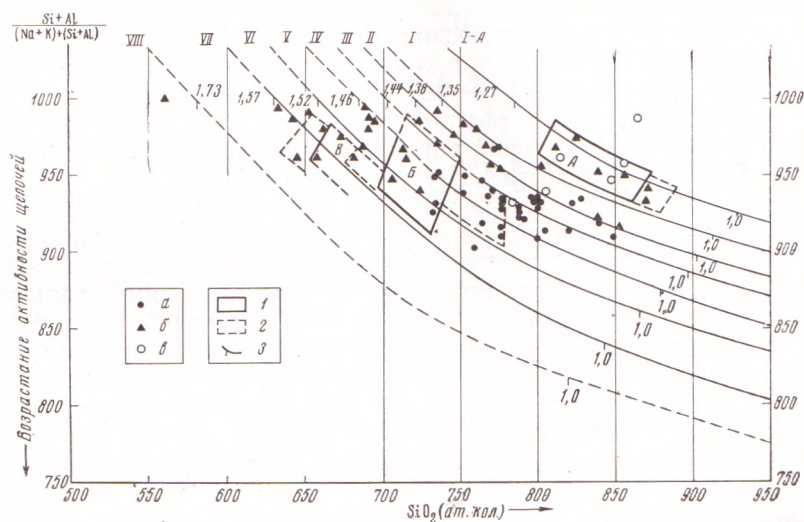


Рис. 1. Схема расположения основных и ультраосновных интрузий севера Сибирской платформы, Карело-Кольского региона и зарубежных стран. Поля развития естественных петрогенетических серий горных пород (интрузий): I-A — низкоглиноземистой, I — сверхизвестковой, II — известковой, III — известково-щелочной, IV — субизвестково-натриевой, V — слабощелочной, VI — щелочной, VII — сверхщелочной, VIII — щелочных габброидов и базальтоидов. а — интрузивы севера Сибирской платформы; б — интрузивы Карело-Кольского региона; в — интрузивы зарубежных стран. I — предполагаемые контуры распространения никеленосных интрузий: А — габбро-норитовой, Б — базальтоидной (габброидной, габбро-верлитовой). В — гардбургитовой формаций; 2 — предполагаемые контуры распространения слабоникеленосных интрузий; 3 — условные границы петрогенетических серий горных пород (интрузий) и отношение щелочности — кислотности к кремнекислотности

кремнекислотности, а поэтому при более низком отношении щелочности — кислотности и кремнекислотности. Никеленосные интрузии габбро-норитовой формации образовались, в отличие от гардбургитовой и базальтоидной, при относительно повышенной кремнекислотности (800—850), однако в условиях несколько пониженной в целом щелочности — кислотности (см. рис. 1).

Таким образом, в пределах естественных петрогенетических серий горных пород (интрузий), никеленосные массивы, имеющие промышленный интерес, отчетливо приурочены к двум разобщенным участкам, отражающим благоприятные для рудоотложения физико-химические условия среды. Для медно-никелевых руд, приуроченных к интрузиям базальтоидной и гардбургитовой формаций, эти условия осуществляются при низкой кремнекислотности и несколько повышенной щелочности. Так, наиболее интересные в промышленном отношении никеленосные интрузии (печенгская и норильская группы интрузий) базальтоидной формации ⁽²⁾ формировались при значении кремнекислотности в пределах 700—750 (42—45% SiO₂) и щелочности — кислотности 910—970 (возможно, до 990) в объеме известково-щелочной — щелочной серии пород. Отношение щелочности — кислот-

* Значения щелочности — кислотности приведены для средних составов интрузий.

ности к кремнекислотности в этом случае составляет 1,20—1,36. При увеличении, а также снижении кремнекислотности и щелочности степень рудоносности интрузий понижается. Относительно богатое медно-никелевое оруденение, приуроченное к интрузиям гарцбургитовой формации (алларечинский тип интрузий), формировалось при кремнекислотности в пределах 655—670 (39—40% SiO_2) и щелочности — кислотности 960—980 в объеме щелочной и сверхщелочной серий пород. Отношение щелочности — кислотности к кремнекислотности для интрузий этого типа составляет, в отличие от рудоносных интрузивов базальтоидной формации, 1,44—1,46. Медно-никелевые месторождения, генетически связанные с интрузиями габбро-норитовой формации, формировались в условиях повышенной кремнекислотности при ее значении порядка 810—860 (49—51% SiO_2) и щелочности — кислотности 940—960 и выше в объеме низкоглиноземистой — сверхизвестковой петрогенетических серий пород при отношении щелочности — кислотности к кремнекислотности 1,11—1,19 (см. рис. 1).

Таким образом, приведенный материал показывает узкие пределы щелочности — кислотности и кремнекислотности среды, при которых формируются два интересных в промышленном отношении типа медно-никелевых месторождений. Один из них приурочен к интрузиям базальтоидной и гарцбургитовой формаций, а другой — габбро-норитовой. В пределах Советского Союза первостепенное значение приобретают интрузии базальтоидной формации, распространенные на территории севера Сибирской платформы и Карело-Кольского региона. Интересные в промышленном отношении никеленосные интрузии габбро-норитовой формации, имеющие широкое развитие в ряде зарубежных стран (², ⁵), на территории Советского Союза встречаются весьма редко. Они отмечены пока только в пределах Кольского полуострова (Мончегорский плутон).

В заключение следует отметить, что предлагаемый нами метод выявления потенциально никеленосных интрузий позволит, наряду с другими методами, выделить те интрузивы, где существовали благоприятные для рудоотложения условия. Учитывая, что и отдельные дифференциаты рудоносных и безрудных интрузивов различны по условиям формирования, немаловажным следует считать применение предлагаемых нами параметров расчета щелочности — кислотности и кремнекислотности при изучении разрезов дифференцированных основных и ультраосновных интрузий. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят уточнить пределы щелочно-кислотности и кремнекислотности, при которых формируются медно-никелевые руды.

Норильская комплексная
геологоразведочная экспедиция
Красноярского территориального
геологического управления

Поступило
4 XI 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. С. Соболев, Тр. Арктич. инст., т. 43 (1936). ² М. Н. Годлевский, Генезис эндогенных рудных месторождений, М., 1968. ³ М. Н. Годлевский, Траппы и рудоносные интрузии Норильского района, М., 1959. ⁴ А. М. Виленский, Петрология интрузивных траппов севера Сибирской платформы, «Наука», 1967. ⁵ Л. Уайджер, Г. Браун, Расслоенные изверженные породы, М., 1970. ⁶ В. В. Золотухин, Основные закономерности протектоники и вопросы формирования трапповых интрузий, «Наука», 1964. ⁷ Д. С. Коржинский, В кн. Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. Изд. АН СССР, 1960. ⁸ Д. С. Коржинский, Сборн. Исследование природного и технического камня, «Наука», 1966. ⁹ В. А. Жаринов, Геол. рудн. месторожд., № 5 (1967). ¹⁰ А. М. Виленский, В кн. Геология и петрология интрузивных траппов Сибирской платформы, «Наука», 1970. ¹¹ В. С. Соболев, Введение в минералогию силикатов, Львов, 1949. ¹² А. И. Богачев, В. И. Кочнев-Первухов и др., В кн. Геохимия гипербазитов Карело-Кольского региона, «Наука», 1971. ¹³ Н. А. Елисеев, Э. И. Елисеев и др., Геология и рудные месторождения Мончегорского плутона, Изд. АН СССР, 1956. ¹⁴ Г. И. Горбунов, Геология и генезис сульфидных медно-никелевых месторождений Печенги, 1968.