

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство научных организаций
Российская академия наук
Дальневосточный федеральный университет
Дальневосточный геологический институт ДВО РАН
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Научный совет по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОДЫ С ГОРНЫМИ ПОРОДАМИ

**Материалы Второй Всероссийской научной конференции
с международным участием**

06 – 11 сентября 2015 г., г. Владивосток, о. Русский, кампус ДВФУ



Владивосток
Дальнаука
2015

СОСТАВ И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАХОДКИНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ, ЧУКОТКА

Лубкова Т.Н., Яблонская Д.А., Шестакова Т.В., Липатникова О.А.

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва, Россия, E-mail: tanya_lubkova@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В статье рассмотрены вопросы формирования химического состава поверхностных вод на площади Находкинского рудного поля (Чукотка). С использованием комплекса аналитических методов получены достоверные сведения о составе вод, формирующихся в нейтральных условиях зоны гипергенеза и в зоне развития медно-молибден-порфировой и эпитермальной золото-серебряной сульфидной минерализации. Данные о химическом составе вод дополнены результатами термодинамических расчетов форм нахождения типоморфных микроэлементов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Медно-порфиновые месторождения в настоящее время обеспечивают около $\frac{3}{4}$ мировой добычи меди. При относительно низких содержаниях (в среднем 0,1 % меди) запасы руд в крупных месторождениях достигают миллиардов тонн; попутно из руд извлекают молибден, золото, серебро, платиноиды, рений, селен, теллур и ряд других элементов [6].

Повышенная сульфидность и объемы руд определяют опасность развития процессов кислотного дренажа, интенсивность которых возрастает при проведении геологоразведочных работ. Кислые рудничные воды могут отрицательно влиять на качество вод принимающих водотоков, приводя к понижению pH, увеличению общей минерализации, содержаниям сульфатов и растворенных форм металлов [5, 7].

В России основные запасы руд месторождений данного типа сосредоточены на северо-востоке территории, в пределах Олойского меднорудного пояса. Исследования химического состава вод проводились в районе Находкинского рудного поля, расположенного в южной части Баимской золото-меднорудной зоны, с разведкой которой связаны основные перспективы расширения минерально-сырьевой базы.

2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ

Находкинское рудное поле находится в Билибинском муниципальном районе ЧАО. Положение объекта в юго-восточной части Анюйского нагорья определяет сглаженный низкогорный рельеф, резко континентальный климат, преобладание лесотундровых ландшафтов, повсеместное распространение многолетнемерзлых пород. Оттайка мерзлоты, наряду с тальми снеговыми водами, обеспечивает основное питание водотоков, принадлежащих бассейну верхнего течения р. Баимка (приток р. Большой Анюй).

На площади рудного поля известны месторождения и проявления медно-молибден-порфировой и наложенной суб- и эпитермальной золото-серебряной рудных формаций. Рудовмещающими породами являются диоритовые порфириты и монцититы поздней юры – раннего мела (Весеннинский и Егдэгкичский интрузивные комплексы), измененные до фации кварц-серицитовых и кварц-калишпатовых метасоматитов. Стратифицированные вулканогенно-осадочные образования представлены андезитами, туфами и туфоконгломератами средней – поздней юры. Территория рудного поля перекрыта плащом современных четвертичных элювио-делювиальных образований. Аллювиальные отложения в долинах водотоков нарушены в результате разработки россыпных месторождений золота в 1960-80 гг.

Изучение химического состава вод проводилось по данным опробования водотоков разного порядка, дренирующих рудные зоны и безрудные участки площади. Отбор проб производился в межень летом 2010 г. Для определения микроэлементов на месте производилась фильтрация проб через мембранные фильтры (диаметр пор 0,45 мкм, «Millipore», США) с последующей консервацией HNO_3 . Отбор сопровождался замерами pH, электропроводности и приближенной оценкой расходов воды (метод «поплавка») [2]. В 2013 г. было проведено повторное опробование вод в опорных точках с расширением сети наблюдений. Часть пунктов была опробована двукратно в течение летней межени для оценки устойчивости состава вод.

Определение макрокомпонентов в водах производилось с использованием методов фотометрии (ХПК; анализатор «Эксперт-003-ХПК» фотометрический, Россия), объемного титрования (гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, ионы кальция, магния [3]), атомно-абсорбционной спектроскопии (Na, K; спектрометр ContrAA 700, AnalytikJena, Германия). Содержания

микроэлементов определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (масс-спектрометр ELEMENT2, ThermoFinnigan, Германия). Калибровка осуществлялась по растворам мультиэлементного стандарта (набор ICP-MS-68A, High-PurityStandards, США). Правильность измерений контролировалась использованием внутреннего стандарта (Indium ICP Standard CertiPUR 1002 мг/л ± 0,4%, Merk, Германия). Относительное стандартное отклонение при определении большинства элементов не превышало 5%. Аналитические работы были выполнены в лабораториях кафедры геохимии геологического факультета МГУ.

Для оценки форм нахождения микроэлементов в растворе было использовано термодинамическое моделирование. Моделируемая система включала 17 независимых компонентов – 15 химических элементов (Н, О, Са, Mg, Na, К, С, S, Cl, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb, Cd) и 2 квазиэлемента (гуминовую кислоту, Hu, и фульвокислоту, Fu). Набор растворенных частиц в расчетах состоял из 79 простых ионов и комплексов, среди которых 64 неорганических и 15 органических комплексов. Для более точного регулирования рН система была открыта по CO_2 . Источником термодинамических данных в работе служила расширенная база UNITHERM (кафедра геохимии МГУ). Численные значения использованных эффективных и термодинамических констант приведены в работе [1]. Валовый состав системы задавали по результатам химического анализа вод. Расчеты равновесного состава системы выполняли с помощью пакета программ термодинамического моделирования NCh v.4.3, в которой в качестве критерия равновесия используется минимум свободной энергии Гиббса системы [4].

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе проведенных работ были получены данные о химическом составе поверхностных вод в районе Находкинского рудного поля, свидетельствующие о преобладании вод сульфатно-магниево-кальциевого состава. Минерализация вод в зависимости от условий формирования стока варьирует в широком диапазоне: от менее 0,1 г/л до 5,4 г/л. Пространственное распределение вод по макросоставу показано на рис. 1.

Воды, дренирующие безрудные участки площади (пробы 1, 4, 11), нейтральные (рН 6,5-7,3), имеют малую минерализацию (0,06-0,16 г/л),

сульфатно-гидрокарбонатный и гидрокарбонатно-сульфатный, кальциевый и магниевый-кальциевый состав. Содержания микроэлементов низкие, сопоставимы с концентрациями в атмосферных осадках и почвенных растворах в северотундровых ландшафтах провинции многолетней мерзлоты.

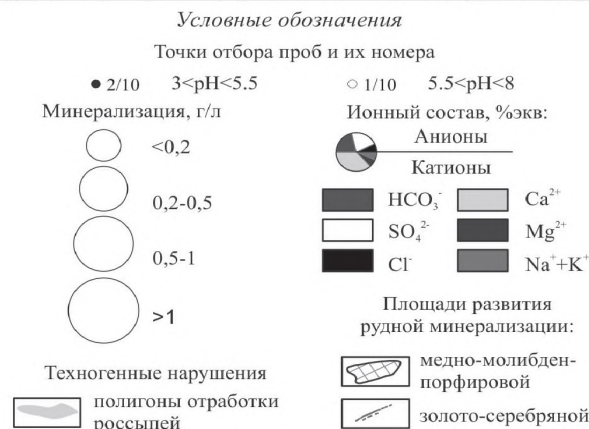
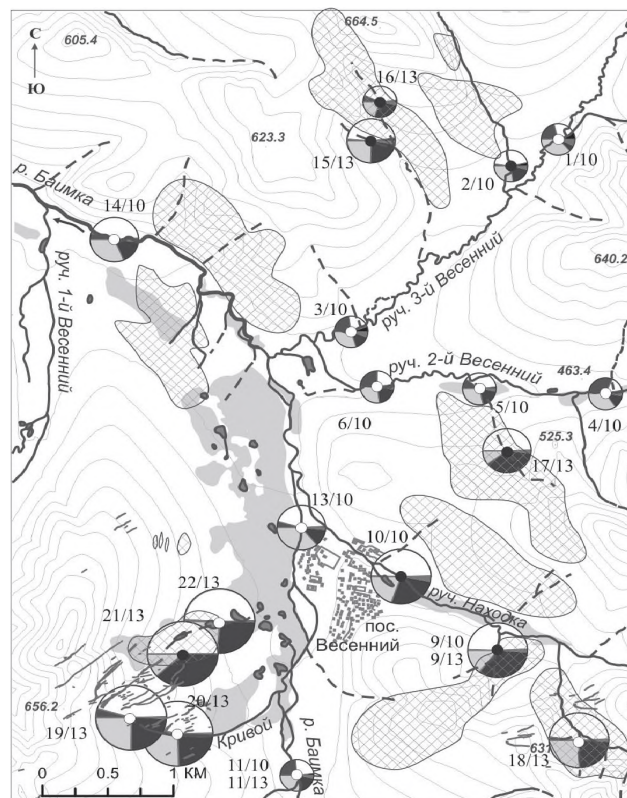


Рис. 1. Макросостав поверхностных вод Находкинского рудного поля.

Воды, дренирующие медно-молибден-порфировое оруденение (пробы 9, 10; 15, 17), имеют низкие значения рН 3,2-4,7, резко сульфатный магниевый и кальциево-магниевый состав, повышенную минерализацию (0,2-0,76 г/л), которая в рудничных водах, истекающих из подно-

трализации вод на контакте с кварц-карбонатными жильно-прожилковыми зонами (30%). Заметную роль для Си в этих группах играют сульфатные комплексы (15-40%). В водах, дренирующих продуктивную золото-серебряную минерализацию, ее перенос осуществляется преимущественно в виде карбонатных и фульватных комплексов. Последние резко преобладают в зонах смешения, а также в водах, дренирующих краевые части штокверков с наложенной убогой золото-серебряной минерализацией (содержание Си в этих водах, как правило, не превышает 0,0n мг/л).

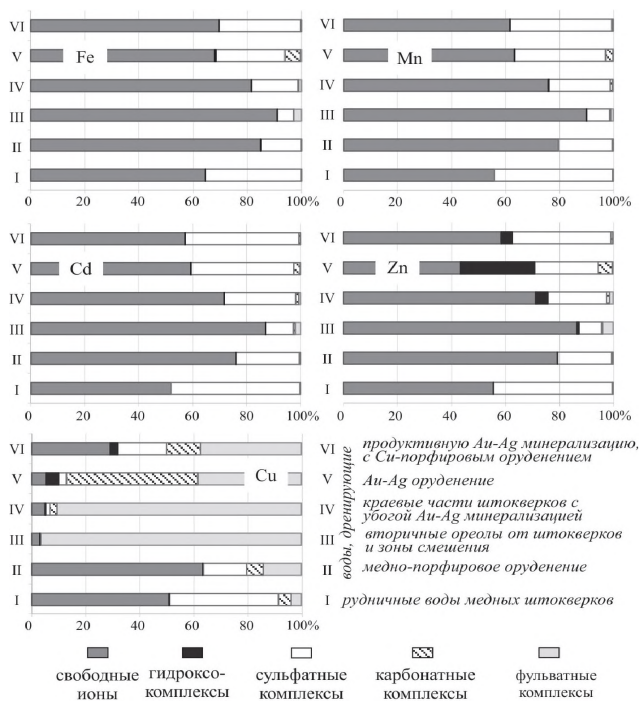


Рис.3. Формы нахождения металлов в поверхностных водах.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования выявили основные закономерности формирования состава

и формы нахождения типоморфных микроэлементов в поверхностных водах на площади Находкинского рудного поля. Полученные данные позволяют разработать программу мониторинга качества поверхностных вод при дальнейшей разведке Баимской золото-меднорудной зоны и могут быть использованы для характеристики состава вод в районах развития медно-порфирового оруденения Севера-Востока России.

Исследования выполнены в рамках НИР по договору № 114122540037 при финансовой поддержке ООО «ГЕОХИМПОИСКИ» и содействии ООО «РГК», которым авторы выражают свою благодарность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Липатникова О.А., Гричук Д.В. Термодинамическое моделирование форм нахождения тяжелых металлов в донных отложениях на примере Ивановского водохранилища // Вестник Московского Университета. Сер. 4: Геология. 2011. № 2. С. 51-59.
2. Лубкова Т.Н., Яблонская Д.А., Шестакова Т.В., Пухов В.В. Геохимические особенности состава поверхностных вод Находкинского медно-порфирового рудного поля, Чукотка // Вода: химия и экология. 2013. № 12. С. 29-34
3. Резников А.А. Методы анализа природных вод / Резников А.А., Муликовская Е.П., Соколов И.Ю. М.: Недра. 1970. 488 с.
4. Шваров Ю.В. NCh: новые возможности термодинамического моделирования геохимических систем, предоставляемые Windows // Геохимия. 2008. № 8. С. 898-903
5. Plumlee G.S. Geologic controls on the composition of natural waters and mine waters draining diverse mineral-deposit types / Plumlee G.S., Smith K.S., Montour M.R., Ficklin W.H., Mosier E.L. // The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits, Part B: Case Studies and Research Topics. Reviews in Economic Geology. Society of Economic Geologists. Inc. 1999. V. 6B. P. 373-432
6. Sillitoe R.H. Porphyry copper systems // Econ. Geol. Special Issue. 2010. V. 105 (1). P. 3-41
7. Verplanck Ph.L. Naturally acidic surface and ground waters draining porphyry-related mineralized areas of the Southern Rocky Mountains, Colorado and New Mexico / Verplanck Ph.L., Nordstrom D.K., Bove D.J., Plumlee G.S., Runkel R.L. // Appl. Geochem. 2009. V. 24. P. 255-267