

# ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ В ИЗУЧЕНИИ УГЛЕРОДИСТЫХ МЕТАСОМАТИТОВ

Ю.В. Данилова, В.Б. Савельева, Б.С. Данилов

*Институт земной коры СО РАН, 664033, Иркутск, e-mail: jdan@ crust.irk.ru*

Изучением процессов углеродистого метасоматоза геологи занимаются около 30 лет. Особым стимулом в изучении этих процессов стало появление в открытой печати публикаций о принадлежности к метасоматическому типу Кумдыкольского графит-алмазного месторождения (Северный Казахстан), приуроченного к глубинному разлому. Позднее было установлено, что высокоуглеродистые тектониты-метасоматиты перспективны не только на поиск алмазов, но и отличаются весьма разнообразной геохимической специализацией. В работах отечественных геологов неоднократно рассматривались проявления углеродистых метасоматитов с повышенными, а зачастую и промышленными концентрациями Au, Ag, W, Sb, As, Sn, Cu, Pb, Zn, Pt, Pd и т.д. [1-4].

Вопросы генезиса и их потенциальной металлоносности углеродистого метасоматоза остаются по-прежнему открытыми. На примере нескольких проявлений углеродистого метасоматоза, прослеженных в тектонических зонах, входящих в систему глубинных разломов краевого шва Сибирской платформы показана чёткая зависимость между проявлением углеродистого метасоматоза и концентрированием рудных, редких и редкоземельных элементов.

В пределах глубокометаморфизованной в условиях гранулитовой фации метаморфизма Ольхонской серии (Чернорудско-Баракчинская тектоническая зона, Зап. Прибайкалье) установлена большая группа пород, подвергнутых углеродистому метасоматозу. Изучение микрокомпонентного состава основных разновидностей пород, содержащих графитовую минерализацию, показало, что основными элементами-примесями в них являются Co, Ni, Cr, Cu, Ti, Zn, Au, Pt, Pd, Sc, V, S, F, а также Ba, Sr, Nb, Zr, Nd, Ce, Y, La. В обуглероженных группах всех разновидностей метасоматитов количество Co, Ni, Cr, Cu, Zn, Sc, V и S заметно выше, чем в необуглероженных. Максимальные содержания установлены в графитизированных фассаитизированных, амфиболитизированных, скаполитизированных метасоматитах и повышенные количества – в графитизированных пироксен-плагиоклазитизированных метасоматитах. Стронций, барий и цирконий, напротив, выносятся из интенсивно графитизированных участков. В графитах установлены включения халькопирита, молибденита, интерметаллических соединений Cu-Zn-Pb±Al, Fe-Ni-Cr состава, фосфатно-иттриевые соединения, циркон, барит, окислы Fe и Cr часто с примесями V, Zn, Mn и Al. Среди включений в большом разнообразии и количестве обнаружены самородные металлы: титан, железо, цинк, медь, свинец, олово и платина.

Углеродистый метасоматоз в зоне Главного Саянского разлома (р. Китой, р. Белая, р. Архут) наложен на метаморфизованные в условиях амфиболитовой фации кристаллосланцы, гнейсы, мрамора. В интенсивно графитизированных метасоматитах и пегматитах зоны Главного Саянского разлома установлены повышенные концентрации V, Sc, Ni, Cr, Co, Zn, Cu, Au, Pt, Pd. Максимальные концентрации элементов сосредоточены в графитовых жилах, линзах, гнездах, обнаруженных в пегматитовых гранитах и катаклазитизированных диопсидовых плагиогнейсах. В углеродистых амфиболовых, амфибол-клинопироксен-плагиоклазовых метасоматитах содержание перечисленных элементов-примесей возрастает, за счёт рассеянной и прожилково-вкрапленной графитовой минерализации. В графитах отмечено преимущественное развитие сульфидной (пирит, молибденит, халькопирит, пирротин), сульфоарсенидной (сульфоарсениды Fe, Co, Fe-Co-Pt) и оксидной (оксиды Fe-Ni, ильменит, рутил) форм отложения металлов и редко самородной (самородное железо).

В пределах Тункинского разлома установлены тела апокарбонатных углеродисто-кварцевых метасоматитов. Тункинский разлом является оперяющим по отношению к

Главному Саянскому разлому и отделяет Тункинские гольцы от Тункинской кайнозойской впадины. Степень преобразования пород по Р-Т параметрам в пределах Тункинского разлома не выходит за пределы зеленосланцевой фации метаморфизма. Углеродистый метасоматоз характеризуется привносом широкого спектра редких элементов: Ва, Мо, W, Zr, Hf, Nb, Th, U, Y, Ni, Cu, Sc, V, Cr и в меньшей мере Rb и Со. При этом собственно углеродизация сопровождается наиболее резким увеличением содержаний в породах РЗЭ, Y, Мо и Hf, в меньшей мере проявлен рост содержаний Ва, W, Sc, Ni, Cu и ещё в меньшей степени V, U и некоторых других элементов. В породах с преобладанием окварцевания наиболее интенсивно возрастают содержания W, Мо, Hf, Cu, РЗЭ и Ва, в меньшей мере содержания Ni, Sc, V, Cr, Y, Nb, Zr, U. В мусковитсодержащих углеродистых породах более чем на порядок повышены по сравнению с вмещающими породами содержания Nb, Та, Hf, Zr, Мо, W, Y, РЗЭ, Sc, Cr, Ni, Cu и в меньшей мере повышены содержания U, Rb, V, Со. Наиболее распространенными акцессорными и рудными минералами в парагенезисе с углеродистым веществом являются фторапатит, пирит, сфалерит, рутил, циркон, гидроокислы железа, барит. Кроме того, выявлены халькопирит, паризит и уранинит.

Самыми низкотемпературными среди изученных проявлений углеродистого метасоматоза (углеродизация пород происходила при температуре не выше 450° С) являются апогарцбургитовые и апосерпентинитовые метасоматиты Оспинско-Китойского массива (В. Саян). Содержания проанализированных редких элементов в метасоматитах очень низкие, однако, по сравнению с необуглерожеными породами в метасоматитах отчетливо проявлен рост концентраций редких щелочей – Rb и Cs, а также Ва, Pb, Y, РЗЭ, Nb, Sn. В метасоматитах с высоким содержанием CO<sub>2</sub> (углерод-магнезит-серпентиновых) повышено также содержание Sr. В апосерпентинитовых метасоматитах, кроме того, выявлены повышенные значения Cu. Однозначно устанавливается привнос восстановленными высокоуглеродистыми флюидами Au, Pt и частичный вынос Pd из тектонических зон во внешние околоразломные ореолы или в верхние горизонты. В углеродистых метасоматитах обнаружено около 30 акцессорных и рудных минералов, а так же самородные: Au, Pt и Pd, цинк, медь, железо. Повсеместно распространены магнетит, хромшпинелид (пикотит), ильменит, рутил, циркон, апатит. Остальные минералы имеют малозначительные концентрации или присутствуют в количестве редких знаков: анатаз, брукит, сфен, турмалин, лейкоксен, флюорит, муассонит, шпинель, шеелит, монацит, пирротин, халькопирит, блеклая руда, сфалерит, галенит, арсенопирит.

Специфические минералого-геохимические особенности углеродизированных пород, принимающих активное участие в строении тектонических зон, позволяют полагать, что с процессом обуглероживания связано перемещение и отложение многих рудных, редких и рассеянных элементов, часть из которых может иметь мантийный источник, и привнесены они во вмещающие породы вместе с СО, СН<sub>4</sub> и другими компонентами восстановленных флюидов углерод-углеводородной направленности.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 09-05-00343, 10-05-00289).*

#### **Литература**

1. Иванкин П.Ф., Назарова Н.И. Проблема углеродистого метасоматоза и рассеянной металлоносности осадочно-метаморфических пород. // Советская геология, 1984, №2, с. 90–99.
2. Новгородова М.И. Неупорядоченное углеродистое вещество как продукт процессов углеродизации – нового типа гидротермально-метасоматических преобразований пород в рудных районах. // Второе совещание по геохимии углерода. М., 1986, с. 132–134.
3. Томсон И.Н., Сидоров А.А., Полякова О.П., Полохов В.П., Митюшкин Н.Т. Графит-ильменит-сульфидная минерализация в рудных районах Востока СССР // Геология рудных месторождений, 1984, № 6, с. 19–31.
4. Ханчук А.И., Плюснина Л.П., Молчанов В.П. Первые данные о золото-платиноидном орудуении в углеродистых породах Ханкайского массива и прогноз крупного месторождения благородных металлов в Приморском крае // Доклады РАН, 2004, т. 397, № 4, с. 524–529.