

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УГЛЕРОДИСТЫХ СЛАНЦЕВ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОЙ МЕГАЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА

Район исследований включает южную часть Ильменогорско-Сысертской зоны, Арамилско-Сухтелинскую зону и частично Челябинский горстообразный выступ западнее одноименного гранитного массива. Разрезы углеродистых сланцев охватывают широкий возрастной диапазон, предположительно, от докембрия до позднего палеозоя.

По составу главных петрогенных окислов черные сланцы всех возрастных уровней попадают в группу кремнисто-углеродистых (вулканогенно-кремнисто-углеродистых) отложений, а по величине некоторых петрохимических модулей эти породы, согласно известной классификации Я. Э. Юдовича [3] могут быть отнесены к единому классу силитов с выделением в нем нескольких стандартных подтипов: 1) породы с высокими содержаниями  $\text{SiO}_2$  (гиперсилиты) при весьма незначительных концентрациях остальных окислов (кундравинская толща); 2) породы с высокими содержаниями  $\text{SiO}_2$  (суперсилиты), умеренными концентрациями большинства окислов и повышенными содержаниями  $\text{K}_2\text{O}$  и  $\text{P}_2\text{O}_5$  (игишская толща); 3) породы с умеренными содержаниями  $\text{SiO}_2$  (нормосилиты), повышенным глиноземом и фосфором (саитовская толща); 4) породы с низкими содержаниями  $\text{SiO}_2$  (миосилиты) при повышенных значениях концентрации глинозема, закисного железа, магния, калия и, особенно, фосфора (игишская, саитовская толщи).

Для большинства черносланцевых отложений присущ однотипный характер нормированных по хондриту кривых, концентраций РЗЭ — преимущественное накопление легких лантаноидов с отчетливым Eu минимумом и слабым фракционированием тяжелых РЗЭ. При высоких концентрациях цериевых земель отмечается значительное накопление La по отношению к Sm и Yb. Степень обогащенности всего спектра РЗЭ хорошо коррелируется с содержаниями в черных сланцах  $\text{K}_2\text{O}$  и суммарной щелочности — с возрастанием концентраций щелочей отмечается увеличение содержания РЗЭ.

Вариации в распределении содержания РЗЭ по отдельным толщам стратиграфического разреза свидетельствуют о периодически меняющихся источниках питания и различном вкладе в осадок вулканогенного и кластогенного материала. Особенно показательными в этом отношении являются некоторые разновидности углеродистых сланцев из кыштымской, саитовской и игишской толщ Ильменогорско-Сысертской зоны, для которых характерен явный дефицит легкой группы РЗЭ (особенно La и Ce), отчетливый европиевый трог и плоский характер фракционирования тяжелых лантаноидов при их невысокой (в 2–3 раза больше нормы) концентрации. Подобный эффект явно указывает на иной минеральный состав материала, поступавшего в бассейн седиментации. Эти нормощелочные осадки с явным преобладанием в их составе слюдяных минералов над полевыми шпатами, возможно, маркируют дистальные части осадочного

бассейна, удаленные от центров вулканизма с очень слабым привнесом полевошпатовой кластики, либо областями их питания служили высокостарые коры выветривания, при формировании которых происходила значительная потеря основных носителей лантаноидов.

Другая группа пород — гиперщелочные углеродистые сланцы из палеозойских разрезов Арамилско-Сухтелинской зоны — с высокими суммарными содержаниями РЗЭ и показательными трендами фракционирования лантаноидов, позволяет предполагать значительное участие в их образовании вулканогенного материала кислого и основного состава. Добавим к этому, что углеродистые сланцы, содержащие примесь глинистого материала, обычно более обогащены как легкими, так и, в особенности, тяжелыми РЗЭ, что находит объяснение в известном высоком сорбционном эффекте пелитовой фракции осадочных пород.

Большинство элементов-примесей в углеродистокремнистых отложениях не достигает кларковых значений, лишь некоторые из них — P, Zr, Sr, Ni — показали устойчивые надкларковые и аномально высокие концентрации.

**Фосфор.** В Ильменогорско-Сысертской зоне углеродистые кварциты саитовской и игишской толщ обладают аномально высокими и рудными ( $>7\% \text{P}_2\text{O}_5$ ) содержаниями фосфора, стабильными на большом интервале разрезов, что придает им четкую геохимическую специализацию.

Аномально-фосфатноносные кварциты представлены тонко-рассеянным апатитом в тесной ассоциации с графитистым веществом, слюдами и полевыми шпатами. Среди них есть и настоящие фосфориты, описанные В. П. Парначевым [1] в окрестностях оз. Иткуль и наблюдаемые нами в разрезе черных сланцев игишской толщи по скв. 42. Это обычно сферические конкрециевидные образования размером от нескольких миллиметров до первых сантиметров, слагающие серию маломощных горизонтов, достаточно устойчиво прослеживающихся на большой площади в сланцевом обрамлении Ильменогорского блока. Содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  в конкрециевидных обособлениях достигает 23%, в их составе отмечается постоянное присутствие примеси карбонатов [1]. Высокие концентрации  $\text{P}_2\text{O}_5$  приходится на умеренно-кремнистые и низкокремнистые нормосилиты с отчетливой прямой корреляционной связью между  $\text{P}_2\text{O}_5$  и CaO, что обычно характерно для карбонатно-кремнистых конкреций, каковыми первоначально и являлись эти породы. Петрохимические особенности фосфатноносных углеродистых сланцев, указывающие на примесь в них вулканогенного материала, допускают поступление фосфора в осадочный бассейн преимущественно из вулканических источников.

**Цирконий.** В основном характерен для палеозойских черносланцевых отложений Арамилско-Сухтелинской зоны. Его надкларковые и аномально высокие концентрации (до 500 г/т), установленные в целом ряде проб, очевидно объясняются присутствием в осадках вулкано-

генного материала кислого состава. Это еще раз подчеркивает близость углеродистого осадконакопления к центрам вулканической активности в палеозойских бассейнах седиментации. Для некоторых Zr-содержащих углеродистых кварцитов характерны повышенные концентрации железа и его прямая корреляция с надкларковым цирконием. Такая закономерность, известная для металлоносных осадков современных океанических бассейнов [2], может указывать на еще один, гидрогенный, источник циркония в черных сланцах с фиксацией его в гидроокислах железа.

**Стронций.** В надкларковых количествах стронций накапливается на отдельных уровнях стратиграфического разреза по всей изученной площади. Однако типовым элементом он является в основном для кремнисто-углеродистых отложений игишской толщи. Здесь стронций обычно ассоциирует с повышенным рубидием, цирконием, а иногда и барием, образуя локальные комплексные аномалии. Считается [2], что стронций в осадочном процессе генетически не связан с накоплением  $S_{орг.}$ , а его основными формами в углеродистом осадке являются карбонатная и фосфатная. Это в полной мере подтверждается на примере углеродистых силитов игишской толщи, которым свойственна прямая корреляционная связь стронция с фосфором и кальцием.

**Никель.** Большая группа углеродисто-кремнистых отложений имеет либо околоскларковые концентрации Ni, либо в 2–3 раза превышающие его норму. Особенно высокие содержания Ni присущи углеродисто-глинистым сланцам игишской и кундравинской толщ. Обращает внимание, что именно углеродистые сланцы, а не кремнисто-углеродистые их разновидности обладают отчетливой геохимической специализацией на Ni. Это подчеркивает преимущественно терригенную природу его повышенных концентраций. В ряде случаев никеленосные черные сланцы сопровождаются повышенными содержаниями Fe, Cr, Co, а нередко обогащены и таким типично терригенным элементом как Zr. Схожесть в поведении названных элементов подтверждает единство их источников, каковыми являлись скорее всего коры выветривания по базит-гипербазитовым породам.

**Литература:** 1. *Парначев В. П., Петров В. И., Лукошков В. Н. и др.* Фосфат-содержащие породы Сысертско-Ильменогорской структуры на Южном Урале // Геохимия зоны сочленения Урала и Восточно-Европейской платформы. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. С. 119–129. 2. *Юдович Я. Э., Кетрис М. П.* Элементы-примеси в черных сланцах. Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. 304 с. 3. *Юдович Я. Э., Кетрис М. П.* Проблемы литохимии: Препринт. Сыктывкар, 1997. 27 с.

**А. М. Косарев, И. Б. Серавкин, А. А. Бородулин, К. Р. Мунбаева**

## **МЕДЬ, ЦИНК И НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГРУППЫ ЖЕЛЕЗА В ВУЛКАНИТАХ БАЙМАК-БУРИБАЕВСКОЙ СВИТЫ НА ЮБИЛЕЙНОМ КОЛЧЕДАННОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ И ЕГО ФЛАНГАХ**

1. Рудовмещающая баймак-бурибаевская свита ( $D_{1ems\ b-br}$ ) в Бурибайском рудном районе делится на три толщи: нижнюю — диабазовую ( $b-br_1$ ), среднюю — спилито-вариолитовую ( $b-br_2$ ) и верхнюю — риолит-базальтовую ( $b-br_3$ ). Рудные тела Юбилейного месторождения залегают в верхах разреза  $b-br_2$  и низах разреза  $b-br_3$ . Стратиграфически выше баймак-бурибаевской залегают верхнетаналькская ( $D_{1vtn}$ ) и ирендыкская ( $D_{1-2ig}$ ) свиты.

Авторами составлены 3 выборки метабазальтов, характеризующие особенности распределения Cu, Zn, Co, Ni, Cr в подрудной, рудовмещающей и надрудной частях разреза на месторождении Юбилейном, на фланге метасоматического ореола и в 6–10 км юго-восточнее месторождения — в разрезе по р. Таналык. Используются результаты количественного атомно-абсорбционного анализа (96 проб), выполненного Н. Г. Христофоровой в химической лаборатории ИГ (г. Уфа). Основная задача работы — анализ латеральных и вертикальных вариаций перечисленных элементов с целью определения параметров конвективной рудогенерирующей системы.

2. По результатам предшествующих исследований (В. А. Прокин, И. Б. Серавкин, Ш. Н. Кац и др.) известно, что мощные линзы серицит-хлорит-кварцевых метасоматитов, сопровождающих колчеданное оруденение,

располагаются на границе эпидот-актинолитовой и пренит-пумпеллиитовой фаций регионального метаморфизма.

На Юбилейном месторождении рудоносные метасоматиты мощностью до 400 м локализованы между эпидот-актинолитовой (снизу) и хлорит-пумпеллиитовой (сверху) метаморфическими зонами. В геологическом разрезе по р. Таналык граница между актинолит-эпидотовой и эпидот-пумпеллит-гидрослюдистой метаморфическими зонами проходит внутри верхней части спилито-вариолитовой толщи ( $b-br_2$ ).

3. По данным выборок (табл. 1–3) были составлены гистограммы и определены значения интервалов моды (табл. 4); при анализе материала учитывались также: характер асимметрии гистограмм, кларки и данные о содержаниях микроэлементов в слабо измененных вулканитах. Показателями выноса того или иного элемента являются отрицательные геохимические аномалии, соответствующие ультранизким концентрациям, не свойственным неизменным вторичными процессами породам данного геохимического типа. Свидетельством активного выноса элемента является также смещение моды в область ультранизких концентраций (10–30% кларка) и, соответственно, правая асимметрия гистограмм.