

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ АНТРОПОГЕННЫХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

© 2018 г. Б. Р. Соктоев¹, И. М. Фархутдинов², Л. П. Рихванов¹

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск.
E-mail: bulatsoktoev@gmail.com*

² *Башкирский государственный университет, г. Уфа. E-mail: iskhakgeo@gmail.com*

Постановка проблемы. Республика Башкортостан (РБ) в геологическом отношении расположена на стыке двух крупных геологических структур: западная часть находится в пределах Восточно-Европейской платформы, восточная часть приурочена к Уральским горам. Между этими двумя крупными блоками земной коры выделена переходная зона в виде Предуральского прогиба. Эти особенности региона способствует развитию зон с различной геохимической специализацией слагающих пород и, соответственно, различными металлогеническими особенностями.

Также для территории РБ характерна интенсивная техногенная нагрузка, обусловленная развитой промышленной и сельскохозяйственной инфраструктурой. На равнинной части преобладает нефтегазодобывающая (запад, северо-запад РБ) и нефтехимическая (гг. Стерлитамак, Уфа, Салават, Мелеуз, Туймазы) отрасли. В горной части сосредоточены объекты горнодобывающей промышленности (добыча угля, Au, Fe, цветных металлов). Вокруг предприятий данных отраслей сформировались очаги кризисной и катастрофической геоэкологической обстановки [1, 3, 4, 6, 10].

Эффект воздействия природных и техногенных факторов окружающей среды находит свое отражение в элементном составе компонентов природной среды (почвы, природные воды, растительность). В данной работе представлены предварительные результаты изучения антропогенных карбонатных отложений — нестандартной для эколого-геохимических исследований среды, которая, тем не менее, обладает большой информативностью при оценке качества воды, используемой для питьевых целей, а также эколого-геохимической обстановки территории [2, 7–9, 11].

Материалы, методы. Отбор проб накипи был произведен в 253 населенных пунктах в 52 административных районах в 2016 г. Накипь отбиралась из различной теплообменной аппаратуры, в которой многократно кипятилась питьевая вода (эмалированные и электрические чайники, кастрюли, котлы, самовары). В каждом случае фиксировался тип посуды, в которой кипятилась вода, и источник водоснабжения (центральное/индивидуальное).

Для определения элементного состава образцов антропогенных карбонатных отложений был использован метод инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на 28 химических элементов в ядерно-геохимической лаборатории Международного инновационного научно-образовательного центра (МИНОЦ) «Урановая геология» Национального исследовательского Томского политехнического университета (аналитики — А.Ф. Судыко, Л.В. Богутская).

Обработка аналитических данных включала несколько этапов. На первом этапе проводилась статистическая обработка с определением большого количества показателей (среднее значение, стандартная ошибка, медиана, мода, дисперсия, минимальное и максимальное значения, коэффициент вариации, асимметрия, эксцесс и их стандартные ошибки). При расчете средних содержаний химических элементов из выборок убиралась «ураганная проба». Для сравнительных характеристик рассчитывались коэффициенты парной и множественной корреляции, по значениям которых построены граф-ассоциации и дендрограммы. На втором этапе выявлялась геохимическая специализация по расчету коэффициентов концентрации относительно фоновых показателей: кларка осадочных карбонатных пород (по [5]) и накипи из вод оз. Байкал, полученной авторами [9].

Результаты и обсуждение. Результаты позволяют выделить ведущую группу элементов, средние концентрации которых превышают 100 мг/кг: Na, Ca, Fe, Zn, Sr, Ba. Ca и Fe могут рассматриваться как структурообразующие элементы, находящие свое отражение в минеральном составе накипи: кальцит, арагонит, сидерит и другие минералы. Zn, Sr, Ba известны как геохимические спутники Ca, обладающие той же валентностью (2+) и близким ионным радиусом, что позволяет им изоморфно замещать ионы Ca в кристаллической решетке кальцита или арагонита — главных минералов

в составе накипи. Наличие Na требует дальнейших исследований, поскольку воды преимущественно натриевого состава слабо распространены, что является одним из условий повышенных концентраций (~10%) данного элемента для образования собственных минералов, например, троны.

По данным парной корреляции для антропогенных карбонатных отложений на территории РБ характерна тесно взаимосвязанная группа химических элементов в составе Sc, REE, Ta, Hf, Th, к которым также тяготеют Fe, Co, Cr, Rb, Cs. Такая группировка элементов, вероятно, указывает на преимущественный вклад геологической составляющей в формирование химического состава накипи. Существенным отличием проб накипи из РБ является слабые корреляционные связи Ca, как это отмечалось в предыдущих исследованиях в Павлодарской и Томской областях, Байкальском регионе, Республике Алтай: во всех изученных регионах данный элемент характеризуется отрицательной корреляционной связью с большинством изученных химических элементов. В свою очередь, на территории РБ Ca в накипи имеет значимые отрицательные связи только с Na, Br, Cs, La, Eu, Yb, Th.

Данные кластерного анализа подтверждают результаты парного корреляционного анализа. Выявлены значимые ассоциации элементов: 1) Lu, Rb, La, Yb, Eu, Th, Cs, Sc; 2) Nd, Sm, Tb, Ce; 3) Hf, Co; 4) Fe, Ta, Cr; 5) Sb, Zn; 6) Ba, U, Sr; 7) Br, Na. Обращают на себя внимание следующие особенности: 1) отсутствие корреляции Ca с геохимически родственными Sr, Ba, Zn; 2) значимая корреляция Na и Br; 3) отсутствие корреляции Ag и Au с геохимическими спутниками — As и Sb. Полученные результаты сильно отличаются от ранее проведенных исследований на других территориях, что ставит вопрос о выявлении возможных факторов, способствующих формированию такой нестандартной геохимической специализации.

Сравнительный анализ средних концентраций изученных химических элементов в антропогенных карбонатных отложениях РБ с имеющимися данными по другим регионам показал, что для территории Башкирии характерны невысокие относительно других регионов содержания практически всех элементов. Исключение составляет лишь Ag, средняя концентрация которого по всей выборке составляет 3.3 мг/кг, что превышает фоновые показатели — кларк осадочных карбонатных пород и накипь из воды оз. Байкал — в 59 и 47 раз, соответственно. В пространственном распределении Ag на территории РБ выделяется субмеридиональная зона обогащения, протягивающаяся с северо-востока на юго-запад. При этом максимальные концентрации (до 188 мг/кг) фиксируются в западной части республики — в Белебеевском, Ермакеевском и Шаранском районах.

Заключение. Первые результаты по изучению антропогенных карбонатных отложений на территории РБ показывают региональную геохимическую специализацию на Ag, средняя концентрация которого превышает фоновые показатели в десятки раз. Перспективными на данный химический элемент являются, прежде всего, западные районы республики, где отмечены максимальные концентрации.

Литература:

1. *Абдрахманов Р.Ф.* Гидрогеоэкология Башкортостана. — Уфа: Информреклама, 2005. — 344 с.
2. *Арынова Ш.Ж.* Элементный состав солевых образований из природных пресных вод как индикатор экологической безопасности водопользования: Автореф. дис. ... канд. геол.- наук / ТПУ. — Томск, 2017. — 22 с.
3. *Асылбаев И.Г.* Оценка геохимического состояния почв Южного Урала: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. / БашГАУ. — Уфа, 2016. — 44 с.
4. *Белан Л.Н.* Геоэкологические основы природно-техногенных экосистем горнорудных районов Башкортостана: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук / ВИМС. — М., 2007. — 50 с.
5. *Григорьев Н.А.* Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. — Екатеринбург: УрО РАН, 2009. — 383 с.
6. *Опекунова М.Г.* Диагностика техногенной трансформации ландшафтов на основе биоиндикации: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук / СПбГУ — СПб., 2013. — 36 с.
7. *Монголина Т.А.* Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатор природно-техногенного состояния территории: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук / ТПУ. — Томск, 2011. — 21 с.
8. *Робертус Ю.В., Рихванов Л.П., Соктоев Б.Р.* Особенности химического состава солевых отложений подземных питьевых вод Республики Алтай // Известия Томского политехнического университета. — 2014. — Т. 324, № 1. — С. 190–195.

9. *Соктоев Б.Р.* Геохимия карбонатной составляющей природных пресных вод и ее индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона): Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук / ТПУ. – Томск, 2015. – 22 с.
10. *Шакиров А.В.* Эколого-географическое районирование Башкортостана. – М.: Химия, 2003. – 356 с.
11. *Язиков Е.Г., Рихванов Л.П., Барановская Н.В.* Индикаторная роль солевых образований в воде при геохимическом мониторинге // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2004. – № 1. – С. 67–69.