

# ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПИТЬЕВЫХ ВОД БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

Соктоев<sup>1</sup> Б.Р., Рихванов<sup>1</sup> Л.П., Тайсаев<sup>2</sup> Т.Т.

<sup>1</sup>*Томский политехнический университет, г. Томск,  
e-mail: bulat2670@mail.ru; rikhvanov@tpu.ru*

<sup>2</sup>*Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ*

В настоящее время пристальное внимание уделяется эколого-геохимической оценке состояния различных территорий, испытывающих интенсивное антропогенное влияние, например, вокруг промышленных предприятий, урбанизированных образований и т.д. Антропогенное влияние проявляется в загрязнении всех геосферных оболочек Земли, в том числе и гидросферы. Бурное промышленное развитие цивилизации привело к проблеме загрязнения поверхностных и подземных вод, которые используются как источники водоснабжения населения.

Общеизвестно, что качество питьевых вод определяется ее составом. Оценка качества производится непосредственно при анализе самой воды. Мы предлагаем решать эту проблему с использованием солевых отложений (накипи), образующихся на стенках бытовой посуды, предназначенной для кипячения питьевой воды, для оценки состояния качества вод и эколого-геохимической обстановки на территориях с различными геологическими и металлогеническими особенностями и разной степенью техногенной нагрузки

Исследование солевых отложений питьевых вод были начаты на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета в ходе реализации программы «Радиационный мониторинг Томской области» с 1993 г. и при выполнении научно-исследовательской работы «Оценка качества среды обитания человека на юге Томской области с целью возможного выделения радиационного фактора заболеваемости» в 1995–1996 гг. [Экология..., 1994].

Как показывают исследования, элементный состав солевых отложений четко фиксирует смену геохимических обстановок, обусловленную факторами природно-техногенного характера [Эколого-геохимические..., 2006; Языков, 2006; Языков и др., 2004].

Опыт предыдущих исследований позволяет говорить о наследовании химического состава воды солевыми отложениями [Монголина, 2011]. Уровень содержания макро- и микроэлементов в накипи зависит от геохимических особенностей территории, сильное влияние на формирование состава оказывают природные (месторождения, рудопроявления) и техногенные (промышленные предприятия, урбанизированные образования) источники.

Преимущество используемого нами такого объекта исследования, как накипь состоит в том, что эта среда, являясь депонирующей, отражает длительный временной интервал ее накопления (месяцы, годы), тем самым она дает не одномоментный показатель, а представляет долговременную картину химического состава питьевых вод [Языков и др., 2007].

Элементный состав накипи отражает качество питьевых вод, употребляемых каждый день и являющихся одним из основных поставщиков химических элементов в организм человека. На примере урана была доказана закономерность: чем больше в воде, тем больше его в накипи [Монголина, 2011]. Также исследованиями показана сходность элементного состава накипи питьевых вод и крови человека [Барановская, 2011].

*Объект исследования* – солевые отложения (накипь) из бытовой посуды, используемой для кипячения питьевой воды. *Предмет исследования* – их элементный и вещественный состав.

Работы проводились в период с 2009 по 2011 гг. на территории Байкальского региона, в четырех районах: на правом берегу и левом берегу Братского водохранилища (Иркутская область), в том числе в населенных пунктах, расположенных в зоне возможного влияния подземного ядерного взрыва «Рифт-3»; в Закаменском районе, в том числе на территории

влияния хвостохранилища закрытого Джидинского вольфрамово-молибденового комбината; в Боргойской впадине, потенциально ураноносной территории; в Баргузинской котловине – районе развития процесса современного рифтогенеза (все три района – Республика Бурятия). Общее количество населенных пунктов, в которых были отобраны пробы накипи, составляет 51, общее количество проб – 130.

На сегодняшний день не существует ГОСТов или методических указаний, которые регламентируют отбор, пробоподготовку и анализ проб накипи, поэтому авторы при исследовании руководствовались методикой, изложенной в патенте [Способ..., 2007].

Солевые образования в виде накипи отбирались из различной посуды, в которых многократно кипятилась вода, в том числе из эмалированных и электрических чайников постукиванием, в случае, если накипь была прочно закреплена на стенках посуды, то это выполнялось с помощью ножа, изготовленного из нержавеющей стали. Накипь осторожно снималась со стенок бытовой теплообменной посуды (чайник, кастрюля, котел, самовар). В каждом случае учитывался тип посуды, в которой кипятилась вода, и глубина водоносного горизонта. Во всех полученных пробах использовалась водопроводная или колодезная вода, которая идет на питьевое водоснабжение. Проба высушивалась при комнатной температуре, затем истиралась в агатовой ступке до состояния пудры. В таком состоянии пробы отправлялась на дальнейший анализ.

Основным методом определения элементного состава солевых отложений питьевых вод являлся инструментальный нейтронно-активационный анализ на 27 химических элементов, проведенный на исследовательском реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования Томского политехнического университета (аналитики – с.н.с. Судыко А.Ф., Богутская Л.Ф.).

Анализ полученных результатов позволяет говорить о широком интервале разброса значений содержания химических элементов в данном объекте исследования. Вариация может быть объяснена разным химическим составом воды, используемой для питьевого водоснабжения, соответственно, факторами, оказывающими воздействие на формирование химического состава этих вод.

Результаты анализа позволяют выделить элементы с широким диапазоном содержаний, например, Na, Cr, Sb, Zn, что, скорее всего, связано с особенностями геологического строения территорий. Ведущую группу элементов, минимальные концентрации которых превышают единицы и десятки мг/кг и выше, составляют Ca, Fe, Na, Br, Ba. Первые три элемента являются основообразующими для солевых отложений питьевых вод, наличие же Br и Ba требует дальнейших исследований, хотя в литературных источниках отмечается, что складчатая часть Байкальского региона характеризуется повышенными уровнями содержания бария в коренных породах [Региональная..., 2008].

Необходимо отметить, что для каждой территории наблюдается своя геохимическая специализация накипи. Так, наиболее высокими концентрациями изученных химических элементов характеризуется накипь из района Баргузинской котловины. 16 из 27 элементов в данном месте накапливаются в максимальных количествах. Это такие элементы, как Na, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, Sb, La, Ce, Sm, Eu, Yb, Lu, Hf, Th, U. Обращают на себя внимание высокие содержания в солевых отложениях Th, U, Hf, редких земель, а также аномальных концентраций Zn (в среднем 1.4 %), Co (в среднем 0.16%).

Как нам представляется, основная причина этих высоких концентраций элементов – то, что район восточного побережья оз. Байкал, особенно Баргузинская котловина, является примером проявления современного рифтогенеза. Через котловину проходит Баргузинский разлом, один из крупнейших в Байкальской рифтовой зоне. Можно предположить, что в данном случае, возможно, имеет место подъем термальных вод из глубинных горизонтов по разрывным нарушениям и их последующее смешение с грунтовыми и поверхностными водами. Подтверждением этого могут служить геохимические данные по анализу большого количества термальных источников [Ломоносов, 1974; Плюснин и др., 2000]. В отдельных случаях, как, например, в районе Кулиных болот, формируется гидrogenная геохимическая

аномалия с U, Se, Mo и рядом других элементов. С другой стороны, избыточные концентрации элементов в этом районе могут быть обусловлены широким развитием высокорadioактивных гранитов Баргузинского комплекса ( $U > 10$  г/т,  $Th > 30$  г/т). Также необходимо отметить, что геологические образования Баргузинской котловины в целом являются специализированными на уран.

Чрезвычайно интересной As-Au-Ag специализацией характеризуется накипь из Боханского района Иркутской области. Причины этого пока непонятны. Тогда как накипь из населенных пунктов находящегося рядом Осинского района характеризуется максимальным накоплением 5 элементов: Ba, Rb, Cs, Br и, почему-то, Ta. Если первые четыре элемента можно объяснить с геологической точки зрения наличием кембрийских соленосных и гипсоносных пород, наличием рассолов, проявлений нефти (отсюда и Br), то природа Ta абсолютно непонятна, в том числе в накипи из с. Ново-Ленино, где его концентрация составляет 1.1 мг/кг, что, например, выше кларка для гранитов [Виноградов, 1957].

Еще одной территорией со слабой техногенной нагрузкой из исследованных является Боргойская впадина (Джидинский район). По результатам анализа для населенных пунктов Боргойской впадины характерны следующие элементы: Cr, Sr, Ba, Tb, U. Прежде всего, стоит отметить U, концентрация которого в отдельных пробах достигает 93 мг/кг. Такие высокие показатели накопления элементов в солевых отложениях питьевых вод связаны, прежде всего, с геологическим строением территорий. В Боргойской впадине при бурении поисковых скважин были выявлены урановые рудопроявления (устное сообщение Д.А. Самовича, ПГО «Сосновгеология»), которые, возможно, находятся на уровне водоносных горизонтов, откуда ведется водоснабжение местного населения.

Одной из задач, рассматриваемых нами в процессе исследования, являлось выявить индикаторные показатели для подземного ядерного взрыва (ПЯВ) «Рифт-3», проведенного в верховьях р. Обуса 31.07.1982 г. вблизи (7-12 км) сел Борохал, Горхон в 20 км от залива Обуса Братского водохранилища.

Факт воздействия ПЯВ на гидросферу в этом районе находит некоторое подтверждение при изучении распределения редкоземельных элементов. Солевые отложения из населенных пунктов, расположенных вдоль р. Обуса, характеризуются наиболее высокими показателями концентрации Sm и Eu, по сравнению с другими исследованными населенными пунктами Прибайкалья.

В целом, накипь в районе возможного воздействия ПЯВ характеризуется также повышенными показателями Th и торий-уранового отношения. Значение торий-уранового отношения составляет 0.05 при среднем показателе для остальной территории 0.01. Если рассматривать торий-урановое отношение в пределах Осинского района, то отмечается четкое разделение населенных пунктов, расположенных в зоне влияния и вне этой зоны. Для зоны влияния характерно повышенное значение торий-уранового отношения.

Все вышеизложенное относилось к территориям с низкой техногенной нагрузкой, расположенных, как правило, в сельских районах и характеризующихся слабым развитием промышленности. Однако, в районах исследования существует один достаточно сильный источник техногенного влияния – хвостохранилище ныне закрытого Джидинского вольфрамowo-молибденового комбината (г. Закаменск).

Результаты изучения солевых отложений в его окрестностях подтверждают низкое качество питьевых вод и по ряду компонентов (Ba, Zn, Rb, Au, U) превышают кларковые и фоновые значения. Поскольку основной источник водоснабжения населения – месторождение подземных вод, находится в аллювиальных отложениях р. Модонкуль и не защищено от поверхностного загрязнения, можно сделать предположение о проникновении элементов в водоносный горизонт.

Нами были также опробованы техногенные пески, оставшиеся после деятельности комбината. Сравнивая элементный состав этих отходов и солевых отложений питьевых вод, можно говорить о несомненном влиянии песков через инфильтрационные воды на поверхностные и подземные воды. Также необходимо отметить корреляцию ведущих

элементов (Zn, Rb, Au) в ряду «шламовые отложения-накипь-волосы человека», этот факт подтверждает процесс вовлечения этих элементов в биологический круговорот и поступление в человеческий организм.

По медико-демографическим данным население города подвержено, прежде всего, заболеваниям органов дыхания, связанным с пылением поверхности хвостохранилища, а также отмечается повышенный уровень общей заболеваемости и заболеваний костно-мышечной и эндокринной систем [Отчет..., 2005].

Использование солевых отложений питьевых вод как долговременной депонирующей среды достаточно хорошо отражает особенности химического состава вод, а также геохимическую обстановку, сложившуюся на территории. Состав питьевой воды отражается на геохимических характеристиках накипи, что позволяет использовать их как гигиенический показатель качества питьевой воды. Показатели накопления элементов в накипи могут быть использованы как поисковый признак для месторождений металлических полезных ископаемых.

*Работа выполнена при частичной поддержке гранта Бурятского государственного университета на 2011-2012 гг.*

### Литература

Барановская Н.В. Закономерности накопления и распределения химических элементов в организмах природных и природно-антропогенных экосистем: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Томск, 2011. – 46 с.

Виноградов А. П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 230 с.

Ломоносов И.С. Геохимия и формирование современных гидротерм Байкальской рифтовой зоны. – Новосибирск: Наука, 1974. – 168 с.

Монголина Т.А. Геохимические особенности солевых отложений (накипи) питьевых вод как индикатор природно-техногенного состояния территории: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Томск, 2011. – 21 с.

Отчет по теме «Ликвидация негативных воздействий техногенных хвостов Джидинского вольфрамово-молибденового комбината в Закаменском районе Республики Бурятия. Этап 1.3.2. Исследование современного состояния отдельных компонентов окружающей природной среды и здоровья населения г. Закаменска». – Красноярск, 2005. – 146 с.

Плюснин А.М., Суздальницкий А.П., Адушинов А.А., Миронов А.Г. Особенности формирования травертинов из углекислых и азотных термальных вод в зоне Байкальского рифта // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. №4. С. 564-570.

Региональная геохимия окружающей среды Байкальского региона / В.И. Гребенщикова, Э.Е. Лустенберг, Н.А. Китаев, И.С. Ломоносов; науч. ред. академик РАН М.И. Кузьмин; Ин-т геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. – 232 с.

Способ определения участков загрязнения ураном окружающей среды : пат. 2298212 Рос. Федерация. – № 2005120840 ; заявл. 04.07.05 ; опубл. 27.04.07, Бюл. № 12. – 6 с.

Экология Северного промышленного узла г. Томска: Проблемы и решения / Томский государственный университет; под ред. А. М. Адама. – Томск: Изд-во ТГУ, 1994. – 260 с.

Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения / Л.П. Рихванов, Е.Г. Язиков, Ю.И. Сухих [и др.], под ред. А.Г. Бакирова. – Томск: Курсив, 2006. – 216 с.

Язиков Е. Г. Экогеохимия урбанизированных территорий юга Западной Сибири : автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. – Томск, 2006. – 47 с.

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.

Язиков Е. Г., Барановская Н. В., Рихванов Л. П. Использование солевых образований (накипи) для целей геохимического районирования территорий // Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых: матер. междунар. науч. конф., посвящ. столетию со дня рождения акад. К. И. Лукашева, 14–16 марта 2007 г. – Минск, 2007. С. 252-254.