

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЛЕВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИРОДНЫХ ПРЕСНЫХ ВОД В РАЙОНАХ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Д.Д. Шабунин

Научный руководитель старший преподаватель Б.Р. Соктоев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время всего лишь 15-30 % исходного минерального сырья подвергается переработке для извлечения полезных компонентов из них. Большая часть отходов производства (порядка 70-80 %) размещается в отвалах и хвостохранилищах, которые занимают огромные территории зачастую весьма плодородных земель [1]. Хвостохранилища представляют опасность для живых организмов, в том числе и человека, т.к. через их дамбы и ложе происходит дренаж загрязненных вод. Эти воды, в свою очередь, поступают в поверхностные и подземные воды, изменяют санитарно-гигиенические показатели и химический состав последних. Установлено, что вредные вещества, находящиеся в отходах, могут мигрировать на значительные расстояния, загрязняя окружающую среду [2].

В районах расположения хвостохранилищ основной причиной негативного воздействия на окружающую среду является влияние внешних факторов: температуры, атмосферных осадков, воздушных потоков, поверхностных вод, деятельности микроорганизмов. К числу внутренних факторов можно отнести минеральный и химический состав отходов, их пористость, водопроницаемость и дисперсность [3].

Индикаторами воздействия хвостохранилищ на окружающую среду являются: почва, растительность, снеговой покров, подземные воды [4]. В данной работе предполагается выяснить воздействие хвостохранилищ путем изучения минерального и элементного состава солевых отложений природных пресных вод (карбонатов) в районах горнодобывающих предприятий.

Нами рассматриваются следующие хвостохранилища: бывшего Джидинского W-Мо комбината (Республика Бурятия), Комсомольского и Урского горнообогатительных комбинатов (ГОК) (Кемеровская область), Учалинского и Сибайского ГОКов (Республика Башкортостан). В исследуемых регионах нами было отобрано 35 проб накипи из бытовых нагревательных приборов (посуды). Более подробные данные приведены в таблице 1. Для каждого из изученных районов был выбран условный фон, представляющий собой пробу, которая была отобрана в населенном пункте, не попадающем в зону влияния хвостохранилища.

Таблица 1

Районы пробоотбора

Регион	Район	Количество проб
Республика Бурятия	Закаменский	5
Кемеровская область	Тисульский	7
	Гурьевский	2
Республика Башкирия	Баймакский	5
	Учалинский	6
	Хайбуллинский	5

Полученные пробы накипи были изучены в МИНОЦ «Урановая геология» методами инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), рентгеновской дифрактометрии и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ).

По данным ИНАА были рассчитаны основные статистические параметры, в частности, средние значения, а также коэффициенты концентрации относительно фона (накипь из воды оз. Байкал), относительно условного фона и относительно среднего значения по выборке. По полученным коэффициентам концентрации были построены геохимические ряды для каждого района исследования (табл. 2).

Таблица 2

Геохимическая специализация солевых отложений природных пресных вод в изученных районах

Район	№*	Геохимический ряд
Закаменский	1	Zn _{28,6} - Lu _{1,9} - U _{1,6} - Ag _{1,5} - Eu _{1,5} - Ta _{1,4} - Ca _{1,1} - Tb _{1,0} - Fe _{1,0}
	2	Cs _{3,3} - Ce _{2,1} - Th _{1,8} - Rb _{1,8} - Au _{1,7} - La _{1,7} - Ba _{1,7} - Sc _{1,6} - Lu _{1,5} - Sb _{1,3} - Br _{1,3} - Fe _{1,1} - U _{1,0} - Hf _{1,0} - Ca _{1,0}
	3	Sc _{21,4} - Hf _{12,2} - Cs _{10,5} - Co _{10,0} - Sb _{9,8} - Sm _{6,2} - Fe _{5,6} - Th _{4,4} - Yb _{4,1} - Zn _{3,2} - Eu _{3,0} - Rb _{2,5} - Na _{2,5} - Cr _{1,9} - Tb _{1,8} - Ta _{1,4}
Тисульский	1	Zn _{215,2} - Eu _{4,8} - Ta _{3,7} - Tb _{3,5} - Lu _{1,8} - As _{1,4} - Sm _{1,2} - Ca _{1,2} - Ag _{1,1} - Fe _{1,1}
	2	Zn _{2,4} - Eu _{2,2} - Sm _{1,8} - Co _{1,7} - Tb _{1,7} - Yb _{1,7} - Ta _{1,5} - Sc _{1,4} - Hf _{1,4} - Lu _{1,4} - Th _{1,3} - Au _{1,3} - Fe _{1,2} - Ba _{1,1} - Ca _{1,0} - La _{1,0}
	3	Eu _{60,5} - La _{50,1} - As _{18,9} - Sm _{16,8} - U _{14,2} - Sc _{13,9} - Yb _{12,6} - Ce _{11,2} - Cs _{8,3} - Zn _{7,8} - Th _{7,2} - Sb _{5,9} - Lu _{5,8} - Au _{5,3} - Ta _{3,7} - Tb _{3,5} - Fe _{2,6} - Br _{1,7} - Cr _{1,4} - Hf _{1,3} - Ag _{1,1} - Ca _{1,0} - Rb _{1,0}
Гурьевский	1	Zn _{59,0} - Ta _{3,8} - Fe _{2,9} - Lu _{1,6} - U _{1,3} - Ca _{1,3} - Ag _{1,0} - Tb _{1,0}
	2	Fe _{3,1} - Ta _{1,5} - Lu _{1,2} - Ca _{1,1} - Sm _{1,0}
	3	U _{21,4} - La _{14,6} - Sm _{9,4} - Eu _{9,2} - Fe _{7,0} - Yb _{6,7} - Sc _{5,1} - Lu _{5,0} - Ce _{4,0} - Ta _{3,8} - Au _{3,7} - As _{3,6} - Cs _{2,9} - Zn _{2,1} - Th _{1,6} - Br _{1,5} - Sb _{1,3} - Cr _{1,3} - Ca _{1,1} - Rb _{1,1} - Ag _{1,0} - Tb _{1,0}
Баймакский	1	Zn _{40,6} - Ca _{1,3} - U _{1,0}
	2	Ca _{1,1} - Sr _{1,0}
	3	As _{7,4} - Ag _{1,8} - Ba _{1,8} - Sr _{1,7} - U _{1,3} - Ca _{1,3}
Учалинский	1	Zn _{25,8} - Cr _{2,0} - Ca _{1,1} - Tb _{1,0}
	2	Cr _{2,9} - Br _{1,1} - Sb _{1,2} - Au _{1,0} - Ca _{1,0}

**СЕКЦИЯ 9. ГЕОЭКОЛОГИЯ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЭКОЛОГИИ.**

	3	Sb _{18,2} - Th _{5,3} - Sc _{5,1} - U _{4,8} - Tb _{4,8} - Au _{3,1} - Cr _{2,9} - Hf _{2,4} - La _{2,4} - Co _{2,3} - Cs _{2,0} - Na _{1,9} - Fe _{1,6} - Rb _{1,3} - Ca _{1,3} - Eu _{1,2} - Sm _{1,2} - Zn _{1,1} - Ta _{1,0}
Хайбуллинский	1	Zn _{18,6} - Ta _{5,8} - U _{3,4} - Sr _{1,5} - Ca _{1,1}
	2	Ta _{2,3} - Na _{2,3} - U _{2,1} - Sr _{1,8} - Co _{1,6} - Cr _{1,3} - Br _{1,3} - La _{1,2} - Ba _{1,0} - Ce _{1,0} - Ca _{1,0}
	3	Ce _{24,5} - Yb _{15,1} - Tb _{8,4} - Th _{7,1} - Ta _{5,0} - Lu _{4,4} - Hf _{3,8} - Sc _{3,3} - Co _{1,8} - Ag _{1,7} - Br _{1,7} - Ba _{1,7} - Sm _{1,6} - Au _{1,5} - Eu _{1,2}

Примечание: 1 - относительно накипи из вод оз. Байкал; 2 - относительно среднего значения по всей выборке (n=35); 3 - относительно условного фона

По геохимической специализации солевых отложений природных пресных вод относительно такого фонового показателя как накипь из воды оз. Байкал изученные районы характеризуются следующим образом. В целом необходимо отметить разделение изученных районов на две группы по количеству элементов с КК>1: 1 - Закаменский, Тисульский, Гурьевский; 2 - Баймакский, Учалинский, Хайбуллинский. Одной из вероятных причин такого разделения может являться то, что первая группа объектов представляет собой нерекультивированные хвостохранилища, что ведет к активной миграции химических элементов из тела отходов, в то время как на действующих ГОКах защитные мероприятия позволяют снизить темпы и скорости миграции. Наибольшее количество химических элементов с КК>1 фиксируется в образцах из Тисульского района (10 химических элементов), далее идут Закаменский (9), Гурьевский (8), Хайбуллинский (5), Учалинский (4), Баймакский (3). Во всех геохимических рядах отмечаются Zn и Ca, причем Zn занимает лидирующее место во всех случаях. Специфичными элементами для каждого из районов являются: As, Sm - Тисульский, Sr - Хайбуллинский, Cr - Учалинский.

Относительно среднего значения по всей выборке изученные районы также дифференцированы. По общему количеству химических элементов с КК>1 районы формируют следующий ряд: Тисульский (16) - Закаменский (15) - Хайбуллинский (11) - Учалинский (5) - Баймакский (2). В отличие от предыдущего показателя - коэффициента концентрации относительно накипи из воды оз. Байкал - общим элементом для всех рядов является Ca. При этом необходимо отметить присутствие различных химических элементов в лидирующих позициях в каждом геохимическом ряду. Некоторые из них могут быть объяснены: так, например, Cs, Ce, Th, Rb в образцах из Закаменского района обусловлены, вероятнее всего, широким развитием гранитных интрузивов на территории района, в том числе и как вмещающих пород разрабатываемых месторождений. Лидирующая позиция Fe в накипи из Гурьевского района отражает преимущественный состав отходов: пирит, арсенопирит, ярозит и ряд других Fe-содержащих минералов. Относительно других районов данный вопрос требует дальнейшего рассмотрения. Также необходимо отметить, что специфичными элементами для каждого из районов являются: Cs, Rb - Закаменский, Zn, Eu, Tb, Yb - Тисульский, Na - Хайбуллинский.

Следующий показатель, который был рассчитан - это коэффициент концентрации относительно условного фона, в качестве которого выбирались пробы накипи из населенных пунктов, расположенных в схожих геологических условиях, но не попадающих в зону влияния хвостохранилищ. Как нам представляется, такое сравнение должно дать информацию об интенсивности процессов водной и ветровой миграции в теле отходов. Это хорошо видно на примере заброшенных хвостохранилищ (Гурьевский, Закаменский, Тисульский районы), для которых количество элементов с КК>1 больше (22, 19, 24, соответственно), чем в районах с функционирующим производством (Учалинский - 19, Хайбуллинский - 15, Баймакский - 6), а значит и действующим экологическим мониторингом, в том числе и хвостохранилищ. При этом спектр элементов с КК>10 опять же шире для «заброшенных» объектов: 4 - Закаменский район, 8 - Тисульский, 2 - Гурьевский. Для сравнения - в Баймакском районе отсутствуют такие элементы, в Учалинском - 1, в Хайбуллинском - 2.

Таким образом, проведенные предварительные исследования показывают, что элементный состав солевых отложений природных пресных вод в некоторой степени отражает влияние хвостохранилищ горнорудных производств на природные воды, используемые для питьевого водоснабжения. Наиболее сильно данное влияние фиксируется в районах нерекультивированных хвостохранилищ, которые доступны для интенсивной водной и воздушной эрозии, что приводит к активизации процессов миграции химических элементов.

Литература

1. Гальперин А.М. и др. Инженерно-геологическое обеспечение экологически безопасного освоения горнопромышленных природно-техногенных систем // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. - 2012. - № 6. - С. 520-526.
2. Леонтьев Л.И., Дюбанов В.Г. Техногенные отходы черной и цветной металлургии и проблемы окружающей среды // Экология и промышленность России. - 2011. - № 4. - С. 32-36.
3. Мормиль С.И. и др. Техногенные месторождения Среднего Урала и оценка их воздействия на окружающую среду. - М.: НИА-Природа, 2002. - 206 с.
4. Рихванов Л.П. и др. Биогеохимический мониторинг в районах хвостохранилищ горнодобывающих предприятий с учетом микробиологических факторов трансформации минеральных компонентов. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2017. - 437 с.