

ГЕОХИМИЯ ПРИЛЕГАЮЩИХ ПОЧВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В РЕКЕ СЫРДАРЬЯ

В статье изложены результаты исследований международного эксперимента «Навруз», где предоставлено обоснование о концентрациях макро- и микро элементов в образцах донных осадков и прилегающих почв, отобранных в разных точках трансграничной реки Сырдарья. Приведены данные анализов трех лабораторий методом нейтронно-активационного и рентгено-флуоресцентного анализа.

Ключевые слова: макроэлементы, микроэлементы, тяжелые металлы, Сырдарья, нейтронно-активационный анализ, рентгено-флуоресцентный анализ.

Стремительный рост городов сказывается на состоянии природных сред, затронутых процессом урбанизации. Город Худжанд, крупный промышленный центр северного Таджикистана с населением около 389 тыс. человек, не является исключением. Подтверждение этому – результаты многочисленных исследований современного состояния атмосферного воздуха, почвенного покрова и водных объектов.

Ученые Таджикистана наряду с учеными Казахстана, Узбекистана и Кыргызстана, на протяжении 1999 по 2009 годов принимали участие в большом международном эксперименте «Навруз». Эксперимент проводился под эгидой Согдийской национальной лаборатории США. Основной целью эксперимента являлось изучение чистоты трансграничных рек Центральной Азии и влияния атомной промышленности бывшего СССР на экологию речных бассейнов региона.

В ходе эксперимента осуществлялся отбор образцов почв, донных осадков, воды и водной растительности. Для измерения содержания металлов в образцах, подготовленные пробы направлялись для проведения нейтронно-активационного и рентгено-флуоресцентного анализа. По условиям проекта, пробы отправлялись для нейтронно-активационного анализа в Институт ядерной физики Республики Узбекистан (NAA-UZ), в Институт ядерной физики Республики Казахстан (NAA-KZ). В Институте ядерной физики Академии наук Республики Казахстан производился также и рентгено-

флуоресцентный анализ (XRF-KZ) образцов. Результаты анализов собирались в Согдийской национальной лаборатории США [1-4].

Коллаборатором проекта нам была предоставлена база данных по эксперименту «Навруз». В работе предоставлены результаты обработки и интерпретации данных по реке Сырдарья.

Методика эксперимента

В ходе проведения полевых работ на реке Сырдарья был произведен отбор образцов донных осадков и прилегающих почв в двух точках: Булок на входе в Кайракумское водохранилище и на западной границе Худжанда. Сырдарья для Таджикистана является транзитной рекой и выбор точек на границе с Узбекистаном позволял контролировать геохимическую обстановку и оценивать вклад Таджикистана в загрязнение Сырдарьи [1-3].

Оба метода (NAA и XRF) дополняют друг друга и вместе позволяют анализировать 38 элементов. Анализируются макроэлементы (в алфавитном порядке): Ca, Fe, K, Mn, Na, Ti и микроэлементы: As, Au, Ba, Br, Ce, Co, Cr, Cs, Si, Eй, Ga, Hf, La, Lu, Mo, Nb, Nd, Ni, Rb, Sb, Se, Sr, Sc, Sm, Ta, Th, U, V, Y, Yb, Zn, Zr. 14 элементов таких как: K, Ti, Br, Cu, Ga, Mo, Nb, Nd, Ni, Se, Sr, V, Y, Zr, определяются только при помощи XRF-KZ. остальные элементы определяются методом NAA, или двумя методами одновременно. Элементы с концентрацией <1 мкг/г (ppm) могут быть определены только при помощи NAA.

В качестве примера на рис. 1 и 2 приведены данные по содержанию макро- и микро-элементов в образцах почвы, отобранных в точке Худжанд.



Рис. 1. Концентрация макроэлементов в образце. Измерения проведены в трех лабораториях.

Из представленных рисунков видно, что такие элементы, как кальций, железо и марганец хорошо определяются обоими методами

анализа. Натрий определяется только методом нейтронно-активационного анализа (NAA), а калий и титан методом рентгенофлуоресцентного анализа (XRF).

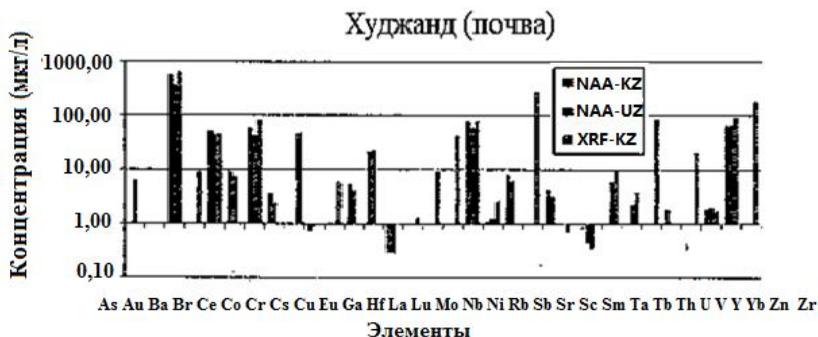


Рис. 2. Распределение микроэлементов в образце. Данные трех лабораторий.

Учитывая, что разброс данных для 3 видов анализа не превышает ошибок измерений, в дальнейшем использовались усредненные данные, что позволило уменьшить ошибки измерения.

Результаты анализа

Деление элементов на макро- и микроэлементы является достаточно условным и разные авторы по разному трактуют эти определения. В своих исследованиях мы придерживаемся определения, что к макроэлементам относятся элементы, кларк которых в земной коре превышает 0,1%. Концентрации макроэлементов в проанализированных образцах почв и донных отложениях, и их ошибки измерения указаны в табл. 1. Все данные приведены в процентах.

Таблица 1
Концентрации макроэлементов в проанализированных образцах почв и донных отложениях, и их ошибки измерения

		Ca	Fe	K	Mn	Na	Ti
Булук	Почва	8,97± 1,32	2,15± 0,19	1,63± 0,16	0,05± 0,005	1,49± 0,06	0,26± 0,03
	Осадки	10,2± 3,8	2,52± 0,76	1,79± 0,18	0,06± 0,03	0,96± 0,02	0,28± 0,03
Ходжент	Почва	7,92± 0,66	2,15± 0,66	1,71± 0,17	0,05± 0,005	1,08± 0,02	0,26± 0,03
	Осадки	11±2,6	2,33± 0,17	1,9± 0,2	0,39± 0,18	1,03± 0,01	0,24± 0,02
Кларк почвы		1,37	3,80	1,36	0,09	0,63	0,46
Кларк земной коры		4,15	5,63	2,09	0,09	2,36	0,57

Кларки элементов в почвах приведены по данным А.П. Виноградова (1962), в донных осадках в соответствии с кларками элементов в земной коре по данным С.Р. Тейлора (1964). Рассчитанных кларковых значений для донных отложений не существует. Большинство авторов при анализе донных отложений используют кларки в земной коре [5-7].

Во всех образцах обнаружено значительное превышение содержания кальция над кларком, так как основную массу прилегающих почв составляют гипсовые сероземы. Содержание марганца в образцах примерно соответствует кларку. Остальных элементов меньше кларковых значений.

По распространённости макроэлементы распределились следующим образом $\text{Ca} > \text{Fe} > \text{Na} > \text{K} > \text{Ti} > \text{Mn}$. За исключением кальция и железа распределение соответствует геохимической специфике элементов.

Наличие большого количества горнорудных хвостохранилищ в бассейне р. Сырдарьи может отразиться на геохимии донных отложений. В частности, для урановых хвостохранилищ характерна ассоциация тяжелых металлов (в порядке приоритета): $\text{Se} > \text{Cr} > \text{U} > \text{Co} > \text{Ni} > \text{As} > \text{Sb} > \text{Pb} > \text{Zn} > \text{Mo}$. Причем хром, никель и селен имеют площадной характер загрязнения почв, и распространяются вниз по течению, от мест складирования урановых отходов, до реки. Локальные очаги загрязнения в почвах формируют свинец, цинк, молибден, фтор, сурьма и мышьяк. Эти элементы присутствуют в виде примесей в урановых хвостах и с грунтовыми водами выносятся в почвенный покров равнинных частей и в реку. Часть элементов (уран, свинец, цинк, медь, вольфрам) осаждаются в процессе миграции в основном на протяжении первых километров от источника загрязнения. Одним из источников попадания в окружающую среду тяжелых металлов являются сточные воды промышленных предприятий, для очистки которых разработано множество способов [5-10].

На рис. 3 и 4 показаны картины распределения концентраций микроэлементов в образцах почв и донных осадков, отобранных в точке Булок и Худжанд.

По степени распространения в почвах элементы распределились следующим образом: $\text{Ba} > \text{Sr} > \text{Zr} > \text{V} > \text{Rb} > \text{Cr} > \text{Zn} > \text{Ce} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{La} > \text{Y} > \text{Nb} > \text{Sc} > \text{C0} > \text{Th} > \text{As} > \text{Ga} > \text{Hf} > \text{Sm} > \text{Cs} > \text{Se} > \text{U} > \text{Br} > \text{Yb} > \text{Mo} > \text{Sb} > \text{Eu} > \text{Ta} > \text{Lu}$.

В образцах донных отложений элементы распределились таким образом: $\text{Ba} > \text{Sr} > \text{Zr} > \text{V} > \text{Rb} > \text{Cr} > \text{Zn} > \text{Ce} > \text{Cu} > \text{Ni} > \text{La} > \text{Y} > \text{Th} > \text{Nb} > \text{Co} > \text{Sc} > \text{Ga} > \text{Hf} > \text{As} > \text{Sm} > \text{U} > \text{Cs} > \text{Se} > \text{Yb} > \text{Br} > \text{Sb} > \text{Mo} > \text{Eu} > \text{Ta} > \text{Lu}$.

Эти распределения не совсем соответствуют геохимической спецификации.

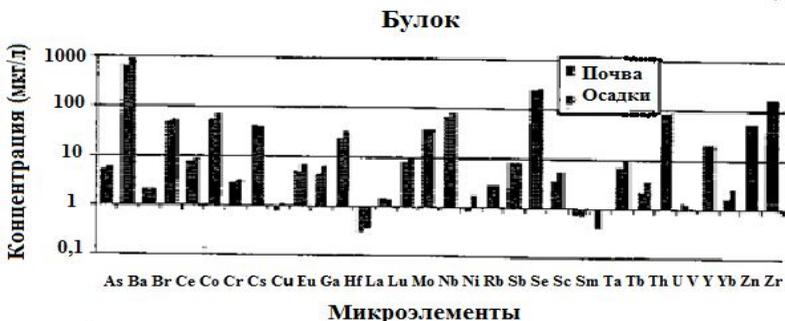


Рис. 3. Распределение микроэлементов в образцах в точке Булок.



Рис. 4. Распределение микроэлементов в образцах в точке Худжанд.

Проведен расчет отношений концентраций элементов к их кларковым значениям (КК). Подобные расчеты важны при геологическом районировании, так как позволяют выявлять геохимические аномалии. Результаты расчетов показаны на рис. 5 и 6.

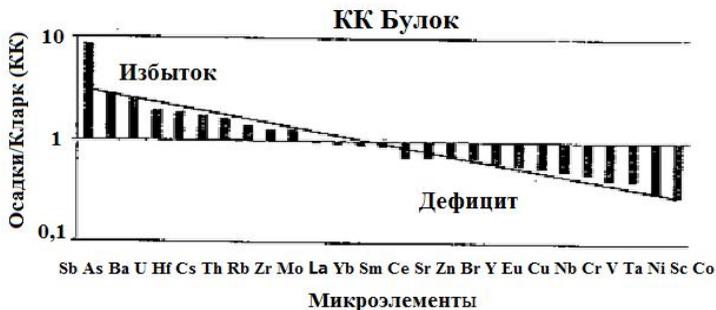


Рис. 5. Отношение концентрации элементов в образцах донных отложений к их кларку в точке Булок.

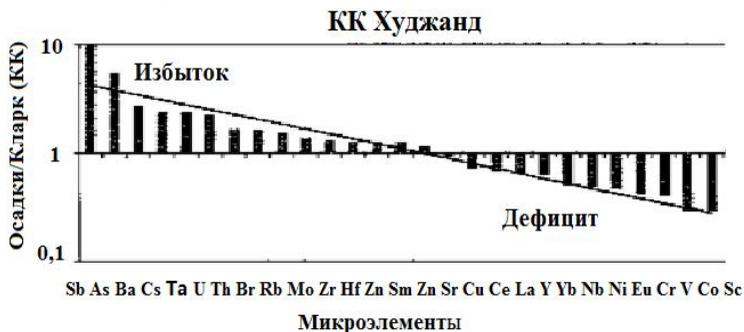


Рис. 6. Отношение концентрации элементов в образцах донных отложений к их кларку в точке Худжанд.

Со значительным превышением над кларками в донных отложениях встречаются Sb (до 10 раз) и As (до 6 раз). Столь значительное завьшение концентраций имеет антропогенное происхождение и связано в точке Булок с работой горнорудных предприятий Узбекистана и Кыргызстана (скорее всего с Кадамджайского сурьмяного комбината), а в точке Худжанд с расположенными в Согде горнорудными хвостохранилищами.

С избытком концентраций над кларками ($КК > 1$) в донных отложениях встречаются следующие элементы: Sb, As, Ba, Cs, U, Th, Rb, Zr, Mo, Hf.

С дефицитом ($КК < 1$) встречаются следующие элементы: Sr, Zn, Br, Y, Eu, Cu, Nb, Cr, V, Ni, Sc, Co.

Такие элементы как: Sb, As, Cs, U, Th, Mo и Ni являются токсичными металлами, а такие как: Sr, Zn, Br, Cu, Cr, V и Co биогенными (полезными для жизнедеятельности организмов). Как видно из представленных картин в донных отложениях Сырдарьи преобладают токсичные металлы, и наблюдается дефицит биогенных элементов.

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высоких Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

Библиографический список

1. Abdushukurov D.A., Passell H.D., Vandergraaf T.T. Geochemistry of the Kayrakum reservoir on Central Asia's Syr Darya, Academic Publishing

“Lambert”. FRG. 2014. p. 1-90.

2. Джураев А.А., Абдушукуров Д.А., Давлатшоев Т., Джураев Ан. А., Пассель Х. Исследования, проведенные в рамках проектов «НАВРУЗ», в книге «Ядерная физика в Академии Наук Республики Таджикистан» /под ред. Д.А. Абдушукурова и И. Бободжанова, Душанбе. 2013. С. 254-287.

3. Абдушукуров Д.А., Джураев А.А., Пасселл Х. Геохимические аспекты экологии Кайракумского водохранилища. - ФРГ: Изд-во Ламберт. 2014. С. 1-105.

4. Опарин В.Б. Урановые рудники Майлуу-Суу и их воздействие на окружающую среду Кыргызстана и приграничные районы Узбекистана // Materials of the International Conference, “Problems of Radioecology and Waste Management of Uranium Production in Central Asia”, Issukkul. 2011.

5. Шайхiev И.Г., Федотова А.В., Дряхлов В.О., Абдуллин И.Ш., Свергузова С.В. Влияние ВЧЕ плазмы пониженного давления на структуру полисульфонамидных мембран и их разделительные характеристики относительно водомаслянной эмульсии // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №5. С.167-173.

6. Шайхiev И.Г., Суханов Е.В., Свергузова С.В., Порожняк Л.А., Фомина Е.В., Денисова Л.В. Некоторые особенности коагуляционной очистки воды с помощью пыли электросталеплавильного производства // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19. №9. С.158-163.

7. Шайхiev И.Г., Степанова С.В., Свергузова С.В. Удаление ионов кобальта высоких концентраций из модельных растворов с использованием экстрактов из отходов от переработки *Pisumsativum* // Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. 2016. №7. С.159-166.

8. Шайхiev И.Г., Галимова Р.З., Алмазова Г.А., Свергузова С.В. Исследование кинетики процессов адсорбции фенола отходами валяльно-войлочного производства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №10. С.179-185.

9. Шайхiev И.Г., Свергузова С.В., Беловодский Е.А., Старостина И.В. Исследование физико-химических свойств пыли электрофильтров предприятия по производству железобетонных изделий // Вестник технологического университета. 2016. Т. 19. №21. С.181-183.

10. Свергузова С.В., Порожняк Л.А., Ипанов Д.Ю., Сапронова Ж.А., Шамшуров А.В., Новикова Е.А. Коллоидно-химические свойства пыли ЭДСП в процессах водоочистки // Экология и промышленность России. 2013. № 7. С. 22-25.