

УДК 541: 543.3

О.Б. Логинова, С.В. Темерев

Мониторинг тяжелых металлов в поверхностных водах бассейна реки Кобдо (Монгольский Алтай)

Ключевые слова: мониторинг, водные экосистемы, тяжелые металлы, атомно-абсорбционная спектрометрия, вольтамперометрия.

Природные источники ртутной эмиссии образуют глобальный ртутный пояс Земли (рис. 1), ближайший к нам расположен в Республике Алтай (п. Акташ). Во времена СССР рудник действовал как предприятие горно-рудной промышленности всесоюзного значения.

Природные источники ртути в окружающую среду – локальные проявления тектонической активности земной коры. Места столкновения тектонических плит континентов, вулканической деятельности, гейзеров и термальных источников – главные источники ртутной эмиссии. Природные источники, как правило, не приводят к аккумулярованию ртути и опасности. Индустриальные источники ртути – главная причина экологических ртутных бедствий [1].

Поверхностные воды Западной Монголии ранее не исследовались на содержание ртути и других тяжелых металлов. В качестве объекта исследования впервые выбран бассейн р. Кобдо. Химическими индикаторами мониторинга источников выбраны тяжелые металлы (ТМ): Hg, Cd, Pb, Cu, в том числе терригенные Fe, Mn как наиболее стабильные во времени химические

вещества (длительная доставка образцов автомобильным транспортом). Ранее эти элементы нами использовались как индикаторы при экологической оценке состояния реки Оби [2]. Изучение распределения микроэлементов в природных водах бассейна р. Кобдо, в настоящее время почти не затронутых хозяйственной деятельностью человека, актуально в связи с отсутствием каких-либо гидрохимических данных о водных объектах Западной Монголии.

Цель настоящей работы – по содержанию ТМ (Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Mn и Hg) на частицах взвесей оценить состояние вод бассейна и идентифицировать возможные источники их поступления в экосистему р. Кобдо.

Пробы воды отбирались в пластиковые сосуды объемом от 1,0 до 1,5 л во время российско-монгольской экспедиции (табл. 1).

На месте отбора пробы воды без отделения взвесей подкисляли из расчета 2 мл HCl на 1 л ($pH \approx 1,5$) и доставляли в лабораторию в охлажденном виде ($\sim 4^\circ C$). В лаборатории, прежде чем приступить к анализу проб, было произведено предварительное их разделение фильтрованием под давлением 1,0–1,5 атм инертного газа аргона, через мембранные ядерные фильтры диаметром пор 0,11 мкм (лавсан). Фильтры с осадками высушивал под ИК-лампой до постоянной массы [3].

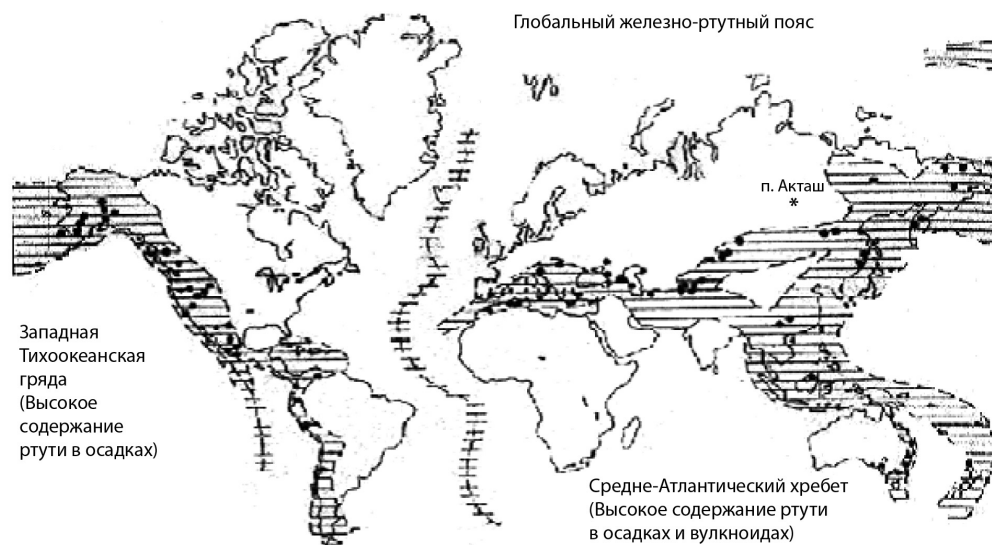


Рис. 1. Источники природной эмиссии ртути [1]:

- природные источники ртути; * рудопроявление в п. Акташ

Таблица 1
Места отбора проб в июле 2007 г. (картосхема рис. 2)

№ точки отбора	Наименование водного объекта
1	Хурган Нур, VII/29, река
2	Сагсай Гол, VII/3, река
3	Хотон Нур, VII/25, озеро
4	Толбо Нур VII/25, озеро
5	Ховд Баян Улгий, VII/28, река
6	Улан Хус Ховд Гол, VII/1, река, мост
7	Родник Дээж №6
8	Ховд Баян Улгий, VII/27, река
9	Родник Дээж №9
10	Родник Дээж №10

Навески взвешенного вещества (ВВ) помещали в термостойкие колбы, добавляли 2 мл азотной, 1 мл серной и 1 мл соляной кислот (все марки ХЧ), закрывали обратным холодильником с водяным охлаждением и осторожно нагревали на водяной бане до прекращения выделения оксидов азота. Параллельно готовили «холостой» раствор кислот. Затем растворы остужали и количественно переносили в мерные колбы на 25 мл, доводя объём до метки дистиллятом. Подготовленные таким образом минерализаты анализировали на содержание ТМ атомно-абсорбционной спектрометрией в пламенном варианте атомизации (ААС ПА) по максимумам поглощения в области аналитических линий элементов: Cu, Pb, Cd, Zn.

В фильтрате определяли содержание Ca^{2+} , Mg^{2+} (ААС в воздушно-ацетиленовом пламени), Na^+ , K^+ (пламенная фотометрия с корректирующими светофильтрами), Hg (гидридным методом в кварцевой кювете). Дополнительно фильтрат контролировали на содержание Cu, Pb, Cd, Zn методом вольтамперометрии с помощью ртутно-графитового электрода. Количественно концентрации металлов определяли

методом градуировочного графика, используя серии стандартных растворов в областях линейности градуировочных графиков (государственный стандартный образец). В качестве контрольного применяли «холостой» раствор кислот. По полученным данным строили график в координатах «высота пика (мм) – концентрация металла (мкг/мл)» (табл. 2).

По уравнению регрессии определяли концентрации металлов (в мкг/л) с учетом объема профильтрованной пробы (табл. 3).

$$C_{Me} = C'_{Me} \cdot V_{мк} / V_{пр.пробы}$$

где C_{Me} – концентрация металла в пробе, мкг/л; C'_{Me} – концентрация металла по уравнениям (табл. 4), мкг/мл; $V_{мк}$ – объем мерной колбы 25 мл; $V_{пр.пробы}$ – объем профильтрованной воды, л.

Таким образом, установлено пространственное распределение взвешенных форм тяжёлых металлов в природных водах бассейна р. Кобдо.

Из результатов ААС ПА (табл. 4) видно, что концентрации Cu, Pb, Cd, Zn находятся вблизи верхней границы фоновых содержаний для незагрязненных вод. В пробах №5 и №6, в результате влияния антропогенного фактора, отмечено относительное превышение Fe, Cu, Pb. В процессе поступления от райцентра эти элементы, накапливаясь, во взвешенном веществе могут аккумулироваться в донных отложениях при уменьшении скоростей течения, например в озерах бассейна.

Поступление ртути и свинца в водоемы Северозападной Монголии может быть результатом влияния рудопоявлений ртутного пояса Земли. Особенно хорошо это видно в пробе №2 (табл. 4). Концентрация Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Mn и Hg в поверхностных водах западной части Монголии бассейна р. Кобдо не превышают ПДК вод хозяйственно-бытового назначения.

Пространственное распределение Zn, Pb, Cd, Cu, Fe, Mn в бассейне реки Кобдо (реки: Сагсай Гол, Хурган Нур, Ховд Баян Улгий, Улан Хус Ховд Гол,

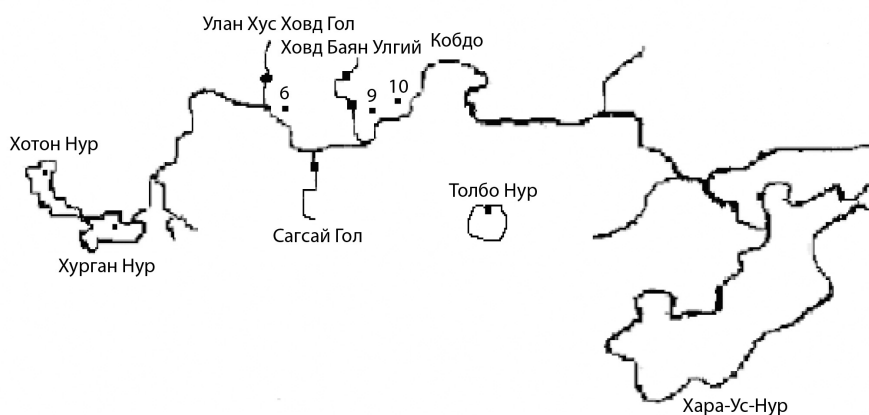


Рис. 2. Карта западной границы Монголии в местах пробоотбора:
■ – точки отбора проб; 6, 9, 10 – номера родников

Таблица 2

Градуировочные зависимости ААС определений элементов

Элемент	Длина волны, нм	Уравнения регрессии, $h, [мм] = a + b C_{Me}, [мкг/мл]$	Коэффициент корреляции, r
Fe	248,4	$h = 1,2 + 1,42C_{Fe}$	0,999
Mn	279,5	$h = 4,1 + 1,21C_{Mn}$	0,999
Zn	213,9	$h = 17,9 + 8,1C_{Zn}$	0,995
Pb	283,6	$h = 4,9 + 3,6C_{Pb}$	0,980
Cu	324,8	$h = 6,94 + 3,9C_{Cu}$	0,996
Cd	228,8	$h = 4,04 + 18,7C_{Cd}$	0,993
Hg	253,7	$h = 0,15 + 420C_{Hg}$	0,996
Ca*	422,7	$h = 5,56 + 5,4C_{Ca}$	0,997
Mg*	285,2	$h = 3,98 + 47,8C_{Mg}$	0,999
Na*	589,0?	$h = 13,97 + 61,1C_{Na}$	0,994
K*	766,5	$h = 17,8 + 31,1C_{K}$	0,986

Примечание: *концентрации представлены в мг/мл.

Таблица 3

Катионы в поверхностных водах бассейна р. Кобдо

№ п/п по табл. 1	Концентрация катиона, мг/л			
	Ca ²⁺ ,	Mg ²⁺ ,	Na ⁺ ,	K ⁺ .
1	13,0	2,2	0,7	0,3
2	13,0	1,9	1,4	0,3
3	4,4	1,1	0,52	0,1
4	23,0	6,0	38,6	3,8
5	10,0	3,1	1,1	0,4
6	4,4	1,4	1,1	0,2
7	60,0	19,0	10,4	0,5
8	10,3	1,8	1,2	0,2
9	32,0	14,0	7,2	0,2
10	84,0	9,8	2,0	0,3
Атмосферные осадки	~1,0	~0,4	~1,0	~0,3

Таблица 4

Результаты определения ТМ в водах бассейна р. Кобдо по анализу минерализатов ВВ

№ п/п по табл. 1	Концентрация ТМ, мкг/л						
	Fe	Hg	Mn	Cu	Pb	Zn	Cd
1	290	0,52	1,0	55	50	16	0,05
2	40	1,39	1,0	2,1	99	1,4	0,08
3	120	1,02	1,0	2,1	29	4,0	0,02
4	230	2,06	6,6	1,8	12	17	0,03
5	280	0,39	1,2	2,1	17	4,0	0,05
6	3600	0,27	64	10	33	5,5	0,02
7	740	0,45	98	4,8	74	20	0,02
8	410	0,43	1,9	4,8	31	4,0	0,03
9	160	0,37	1,0	16	43	4,0	0,05
10	200	0,26	1,0	4,8	25	4,0	0,02
Фоновое содержание	30	менее 0,01	0,5	2,0	20	1,0	0,01

Мониторинг тяжелых металлов в поверхностных водах бассейна реки Кобдо

Ховд Баян Улгий; озера: Хотон Нур, Толбо Нур и три родника) отражает влияние антропогенных источников на водосборе.

Учитывая вышеизложенное исследование, экосистемы, бассейна р. Кобдо следует считать благополучными в санитарно-гигиеническом отношении.

Библиографический список

1. Wilken, R.-D., Hintelman H. Analysis of Mercury – Species in Sediments, NATO ASI Series, Vol, G 23. Metal Sediments in the Environment /Edited/ by J.A.C. Broekaert, S. Güser, F. Adams – Berlin, 1990.

2. Темерев, С.В. Тяжелые металлы – индикаторы состояния реки Оби / С.В. Темерев, В.М. Савкин

// Химия в интересах устойчивого развития. – 2004. – №12.

3. Темерев, С.В. Взаимодействие водных экосистем с поверхностью водосбора на примере Обь-Иртышского бассейна / С.В. Темерев // Сибирский экологический журнал. – 2006. – №6.