

МЫШЬЯК В ПРИРОДНЫХ СРЕДАХ ЗОЛОТОРУДНЫХ ПОЛЕЙ АДЫЧА-ТАРЫНСКОЙ ЗОНЫ (ЯКУТИЯ)¹

¹К.Р. РЯБОВА, ¹Е.А. ФИЛИМОНЕНКО, ¹Е.Г. ЯЗИКОВ,
²Ю.П. СОБЯНИН, ¹Ю.А. КАРПЕНКО

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет
(Томск, Россия)*

k-ryabova2011@mail.ru

² *ООО «Богуславец»*

(Якутск, Россия)

y.sobyanin@tais.u.ru

Мышьяк относится к рассеянным элементам, его кларк в верхней части континентальной земной коры по данным различных авторов оценивается в диапазоне от 1,7 до 5,6 г/ т. Мышьяк является весьма распространённым химическим элементом в рудах Якутии. Геохимические аномалии мышьяка контрастно проявлены в ряде рудных зон в геосинклинальной части Якутии. Наиболее благоприятные условия для миграции и накопления мышьяка в компонентах природной среды создаются в зоне гипергенеза обогащенных мышьяком золото-сурьмяных и золоторудных месторождений, приуроченных к химически слабоактивным терригенным породам [10].

С целью изучения особенностей распределения мышьяка в компонентах природных сред золоторудных полей Адыча-Тарынской зоны, относящейся к территории Яно-Колымской золотоносной провинции, были исследованы территории Вьюнского и Мало-Тарынского рудных полей. В административном отношении Вьюнское рудное поле расположено в Верхоянском районе Якутии, Мало-Тарынское — в Оймяконском. Район расположения рассматриваемых рудных полей относится к субарктической зоне с суровым резкоконтинентальным климатом с продолжительной суровой зимой и умеренно теплым коротким летом. Уровень хозяйственного освоения территории рудных полей различен. На территории Мало-Тарынского рудного поля в 40-х — 80-х годах 20 века велась добыча россыпного золота, после которой на его территории остались многочисленные элементы техногенного рельефа — отвалы горных пород и пруды-отстойники. В настоящее время на территории Мало-Тарынского рудного поля осуществляется комплекс геологоразведочных и подготовительных работ для осуществления добычи коренного золота. На территории Вьюнского рудного поля добыча золота не производилась, на его площади ведутся геологоразведочные работы.

В рамках проведения комплексных эколого-геохимических исследований на территориях Мало-Тарынского и Вьюнского рудных полей производился отбор и изучение следующих компонентов природных сред — поверхностных вод, донных отложений, почв и растительности — коры лиственницы даур-

¹ Работа выполнена в рамках Договоров между ООО «Богуславец» и ТПУ № 1-38/16 от 01.06.2016 г., ООО «Дальзолото» и ТПУ № 13.13-108/2017 от 27.04.2017 г.

ской и ягеля. На территории Мало-Тарынского рудного поля дополнительно отбирались пробы воды и донных отложений из прудов-отстойников. Отбор проб осуществлялся в летние сезоны 2016 и 2017 гг., точки опробования являлись комплексными (то есть пространственно максимально совмещенными), общее количество отобранных образцов представлено в таблице 1.

Таблица 1

Количество отобранных и изученных проб компонентов природных сред на территории Вьюнского и Мало-Тарынского рудных полей (Якутия)

Компонент природной среды	Мало-Тарынское рудное поле	Вьюнское рудное поле	Примечание
Поверхностные воды из водотоков	27	34	Комплексные точки
Донные отложения из водотоков	22	33	
Поверхностные воды из прудов-отстойников	8	–	Комплексные точки
Донные отложения из прудов-отстойников	6	–	
Почвы (с горизонта 0-10 см)	23	37	Комплексные точки, пробы почва отбирались с глубины 0-10 см
Кора лиственницы даурской (сухое вещество)	22	35	
Ягель (сухое вещество)	14	35	

Все отобранные образцы были подготовлены в соответствии с существующими методическими рекомендациями [4-8] и исследованы методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ХАЦ «Плазма», аттестат аккредитации № RA.RU 516895 от 05.05.2016 г.; проблемная научно-исследовательская лаборатория гидрогеохимии НОЦ «Вода» ТПУ, аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511901 от 09.09.2013 г.) для определения в них концентраций мышьяка. По результатам исследований были определены средние уровни содержания мышьяка в природных средах Вьюнского и Мало-Тарынского рудных полей (табл. 2).

Таблица 2

Средние содержания мышьяка в природных средах Вьюнского и Мало-Тарынского рудных полей (Якутия)

Компонент природной среды	Мало-Тарынское рудное поле	Вьюнское рудное поле
Природные поверхностные воды, мкг/дм ³	0,63±0,19	1,2±0,2
Вода из прудов-отстойников, мкг/дм ³	2,5±1,1	–
Донные отложения водотоков, мг/кг	32±4	31±13
Донные отложения из прудов-отстойников, мг/кг	24±4	–
Почвы, мг/кг	45±6	33±11
Кора лиственницы даурской (сухое вещество), мг/кг	<0,4	0,073±0,017
Ягель (сухое вещество), мг/кг	<0,4	0,19±0,05

Средние содержания мышьяка в почвах Мало-Тарынского и Вьюнского рудных полей являются сопоставимыми. При этом различие между максимальным и минимальным содержанием мышьяка в почвах Мало-Тарынского рудного поля составляет 12 раз, а в почвах Вьюнского рудного поля — 57,4 раза. Превышение кларка мышьяка для верхней части континентальной земной коры [9] в почвах Мало-Тарынского рудного поля составляет 1,5–18,5 раза, а в почвах Вьюнского рудного поля — 1,1–61,8 раз. В 100% изученных проб почв на территории обоих рудных полей установлено превышение нормативов ПДК по мышьяку [3] — в среднем в 10,5–22,5 раз.

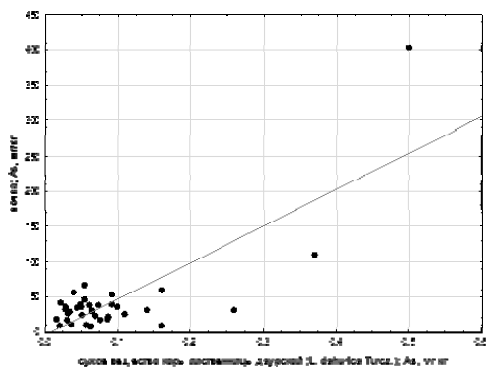
Также сопоставимыми являются средние содержания мышьяка в донных отложениях Мало-Тарынского и Вьюнского рудных полей. Средние превышение кларка мышьяка для верхней части континентальной земной коры [9] в донных отложениях рассматриваемых золоторудных полей Адычато-Тарынской зоны составляют 4,8–4,9 раз.

При этом средняя концентрация мышьяка в донных отложениях из прудов-отстойников на территории Мало-Тарынского рудного поля ниже аналогичной концентрации мышьяка для донных отложений из водотоков этого рудного поля в 1,3 раза.

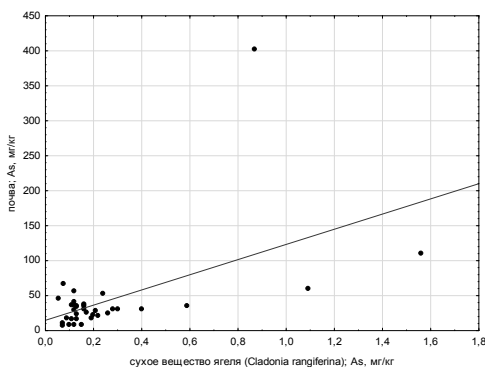
Среди рассматриваемых компонентов природной среды наиболее значимые различия в уровнях содержания мышьяка характерны для природных вод. Так, средняя концентрация мышьяка в водах рек и ручьев Вьюнского рудного поля в 1,9 раза выше соответствующего содержания в природных поверхностных водах Мало-Тарынского рудного поля. В прудах-отстойниках, оставшихся на территории Мало-Тарынского рудного поля содержание мышьяка превосходит его содержание в природных водотоках в 4 раза, а также превосходит в 1,3 раза кларк речных вод.

Сопоставление содержаний мышьяка в изученных биообъектах между двумя рудными полями невозможно в силу аналитических особенностей определения мышьяка в пробах, отобранных на территории Мало-Тарынского рудного поля. По данным расчетов средних содержаний мышьяка в коре лиственницы даурской и ягеле, произрастающих на территории Вьюнского рудного поля, установлено, что мышьяк более интенсивно накапливается в ягеле. При этом и для коры лиственницы даурской, и для ягеля, установлена значимая корреляция его содержаний в биообъектах с уровнем содержания мышьяка в почвах (см. рис. 1).

Таким образом, проведенные исследования позволили установить средние содержания мышьяка в основных компонентах природной среды Мало-Тарынского и Вьюнского рудных полей, а также некоторые взаимосвязи между содержаниями мышьяка в сопредельных природных средах рудных полей. Полученные данные могут быть использованы в качестве фоновых при дальнейшем хозяйственном освоении рассмотренных территорий.



а)



б)

Рис. 1. Диаграммы корреляционных зависимостей содержаний химических элементов в сухом веществе коры лиственницы даурской (а) и сухом веществе ягеля и почве (б) (Вьюнское рудное поле)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов Г.Ю. Тарынское месторождение жильно-вкрапленных руд — новый тип золотого оруденения в Верхне-Индигирском районе Якутии / Акимов Г.Ю. и др. // ДАН. 2004. № 3. С. 363–368.
2. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
3. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
4. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
5. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
6. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
7. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб.
8. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб.
9. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия. 2003. № 7. С.785–792.
10. Макаров В.Н., Чибисов Н.П. Особенности гидрогеохимии золоторудных месторождений в условиях многолетней мерзлоты // Колыма. 1974. № 10. С. 41-43.