

БИОИНДИКАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В РАЙОНЕ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ОТХОДОВ ГОРНОРУДНОГО ПРОИЗВОДСТВА**Ю.А. Карпенко**

Научный руководитель доцент Д.В. Юсупов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема влияния отходов горнорудной промышленности на окружающую среду и человека продолжает быть одной из актуальнейших в России и зарубежом. Наибольшее влияние оказывают хвостохранилища, в которых складированы значительные объемы отходов с неизлеченными преимущественно сульфидными минералами. В результате процессов гипергенеза сульфиды преобразуются в другие минеральные формы. Содержащиеся в них тяжелые металлы мигрируют в окружающую среду, загрязняя атмосферу, поверхностные и подземные воды, почву, растительность, превышая фоновые и предельно допустимые концентрации [2].

Цель работы заключается в изучении геохимической биоиндикационной роли листьев березы в районе хвостохранилища отходов горнорудного производства.

Территорией исследования являлось хвостохранилище бывшего Комсомольского золотоизвлекательного завода в пос. Комсомольск Кемеровской области. На заводе перерабатывались методом цианирования золото-арсенопирит-кварцевые руды, а также золотосодержащие отходы Кадамжайского сурьмяного комбината (Кыргызстан) и Бериккульской золотоизвлекательной фабрики [1].

Хвостохранилище расположено в естественной котловине в 250-500 м от жилой зоны поселка. Оно занимает площадь 146 тыс. м² и объем около 810 тыс. м², содержит примерно 1,1 млн. м³ складированных отходов и является усыхающим техногенным озером. С юго-западной стороны хвостохранилище ограничено насыпной дамбой. Отходы содержат (первые %) сульфидные минералы: пирит, сфалерит, галенит, пирротин, арсенопирит [1].

Объектом биогеохимических исследований явились листья березы повислой (*Betula pendula*). Это распространенный вид и древесный эдификатор в Сибирском регионе. Являясь мезофитом, береза хорошо переносит засухи, светолюбива, мало требовательна к плодородию почвы, часто произрастает на месте сведенных или сгоревших лесов, широко используется в защитном лесоразведении в условиях повышенной техногенной нагрузки.

Опробование листьев березы производили во второй декаде июля 2015 г. по радиальной сети от внешней границы хвостохранилища с шагом 150-200 м по 10 профилям. Листья отбирали методом средней пробы на высоте 1,5-2 м от поверхности земли с примерно одновозрастных деревьев. Всего отобрано 20 проб. Фоновая проба отобрана в пос. Макарацкий на берегу р. Кия в 10 км на юго-запад от хвостохранилища. Для упаковки проб использовали крафт пакеты «Стерит». Подготовка проб для количественного элементного анализа включала просушивание при температуре окружающей среды, механическое измельчение, взятие навески и разложение в концентрированной азотной кислоте по стандартной методике.

Определение валового состава макро- и микроэлементов в образцах сухого вещества листьев березы проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в аккредитованном химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Для контроля точности анализа использовали стандартный образец состава листа березы. Ошибка определения не превысила 10 %. Содержания тяжелых металлов и мышьяка в сухом веществе листьев березы на территории Комсомольского хвостохранилища представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание элементов в сухом веществе листвы березы (n=20)

Статистические параметры	Содержание, мг/кг						
	Fe	Cu	Zn	As	Cd	Sb	Pb
Фон	140	6,8	160	0,13	0,08	0,08	0,37
Среднее	145	5,22	162	0,23	0,18	0,08	0,32
Стандартная ошибка ±	9	0,22	17	0,04	0,02	0,02	0,02
Минимальное	85	3,34	60	0,07	0,06	0,02	0,17
Максимальное	272	6,90	293	0,83	0,53	0,45	0,50
Стандартное отклонение	42	1,0	77	0,17	0,12	0,10	0,10
Коэффициент вариации, %	29	19	47	75	60	116	31

Анализ полученных данных показал заметное превышение по сравнению с фоном средних содержаний мышьяка в 1,8 раза и кадмия – в 2,3 раза. Другие элементы демонстрируют средние содержания на уровне и ниже фоновых. Сопряженный характер распределения концентраций мышьяка и кадмия на территории Комсомольского хвостохранилища представлен на рисунке 1.

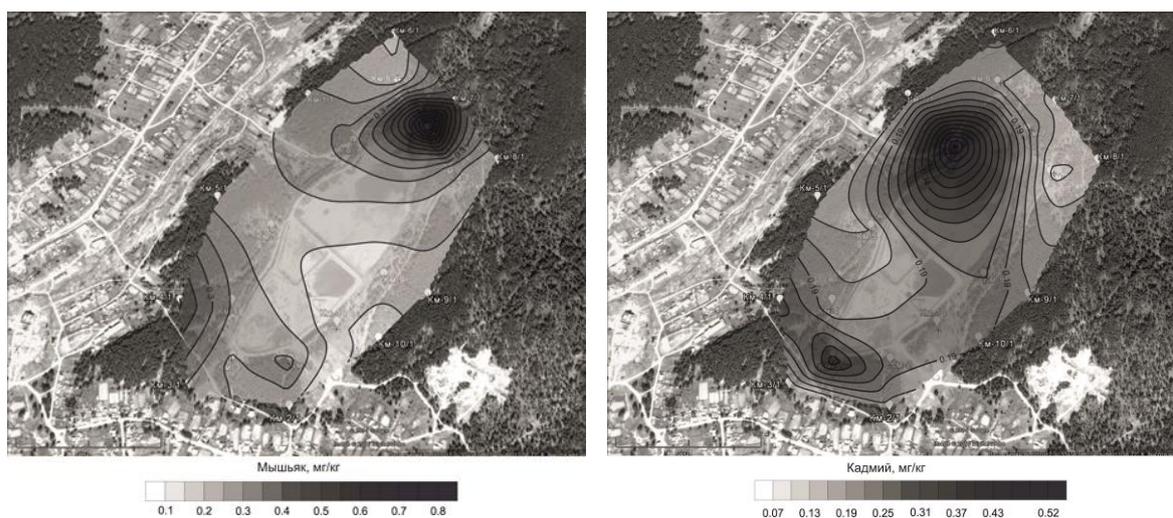


Рисунок 1 – Ореолы мышьяка и кадмия на территории Комсомольского хвостохранилища по данным опробования листвы березы

Таким образом, в листьях березы избирательно накапливаются определенные элементы 1 класса опасности, уровни концентрации которых относительно фона могут быть использованы как индикаторы экологического состояния территорий складирования отходов горнодобывающих и обоганительных предприятий.

Работа выполнена при финансовой поддержке: РНФ №15-17-1001

Литература

1. Бортникова С.Б. Геохимия техногенных систем / С.Б. Бортникова, О.Л. Гаськова, Е.П. Бессонова; ИГМ СО РАН. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2006. – 169 с.
2. Тарасенко И.А. Экологические последствия минералого-геохимических преобразований хвостов обогащения Sn-Ag-Pb-Zn руд. (Приморье, Дальнегорский район) / И.А. Тарасенко, А.В. Зиньков. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 194 с.