

Формы нахождения и биодоступность токсичных элементов в техногенных и природных средах Учалинского промышленного района

Научный руководитель – Лубкова Татьяна Николаевна

Печеркин Артем Анатольевич

Студент (магистр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра геохимии, Москва, Россия

E-mail: qualitypecherkin@gmail.com

Отходы горно-обогатительных предприятий — один из главных источников загрязняющих веществ, способных мигрировать в окружающей среде и оказывать токсическое воздействие на живые организмы. Цель работы — оценка валового состава хвостов переработки медно-цинковых руд Учалинского ГОКа, форм нахождения токсичных элементов (по схеме [2]) и их пероральной биодоступности (по [1], с изменениями).

Результаты исследований базируются на лабораторных испытаниях 11 образцов хвостов и 15 образцов почв прилегающей территории. Дополнительно, выполнен анализ состава подземных (карьер) и поверхностных вод.

Определение валовых концентраций рудных и сопутствующих элементов в хвостах обогащения методом РФА-ЭД ожидаемо показало многократные превышения фона и нормативов (As, Pb – более 0,2 мас.%, Zn, Cu – более 0,8 мас.%). В водных вытяжках (тв:ж=1:5) с минерализацией до 4,9 г/л суммарное содержание As, Zn, Cu достигает 390–440 мг/л (Pb < 0,1 мг/л из-за осаждения сульфата), что обусловлено повышенной кислотностью (pH < 3). При имитации долгосрочного окисления сульфидов (NAG-тест, тв:ж=1:100) pH снижается до 1,5–2, а As и Pb возрастают до 60 мг/л, Zn — до 1180 мг/л, Cu — до 275 мг/л (общее содержание 1500 мг/л, минерализация 30,8 г/л).

Результаты *in vitro* оценки пероральной биодоступности (методология PBET-теста, по [1] с упрощениями) подтверждают, что в условиях желудка (pH = 2,5) металл-содержащие фракции высвобождаются активнее. В модельной желудочной среде, при попадании пыли из хвостохранилища или загрязненных почв в организм, биодоступность Cu и Zn в среднем составляет 30-35%, As и Pb – 8-10%. В нейтральных условиях кишечника (pH = 7) биодоступность снижается (в среднем до 9-13% для Cu и Zn, 0,3-0,9% для Pb и As).

Сравнение полученных данных с нормативами ПДК показало высокий уровень подвижных (фитодоступных) форм Cu и Zn, а также Cd и Pb. Полученные результаты дают основание считать, что дальнейшая рекультивация хвостохранилища должна включать меры по нейтрализации кислотного дренажа и ограничению миграции тяжелых металлов и мышьяка. Кроме того, высокая биодоступность подтверждает необходимость детального мониторинга и разработки систем, препятствующих контакту животных и человека с загрязненными средами.

Исследование выполнено с использованием оборудования, приобретенного по Программе развития МГУ (СКЭ Капель-205, ИСП-МС SUPEC 7000 с AS-240, Экрос XRF-9700).

Источники и литература

- 1) Bruce, S. et al. In Vitro Physiologically Based Extraction Test (PBET) and Bioaccessibility of Arsenic and Lead from Various Mine Waste Materials / Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A, 70(19), London: JTEHS, 2007, 1700–1711

- 2) Tessier, A., Campbell, P.G.C., Bisson, M. Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Trace Metals / *Analytical Chemistry*, 51(7), Washington: American Chemical Society, 1979, 844–851