

УДК 550.424

Е.А. Меньшикова

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕХНОГЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ СОВРЕМЕННЫХ РЕЧНЫХ ОСАДКОВ

Рассмотрены подходы к оценке токсичности и потенциальной экологической опасности техногенных компонентов в составе речных осадков горнодобывающих территорий. Предлагается использование коэффициента литотоксичности элементов по В.В. Иванову, который учитывается дополнительным множителем к отношению содержания отдельного элемента в составе техногенных компонентов осадков и его кларка земной коры. Расчет итоговой оценки потенциальной экологической опасности техногенных компонентов проводится с учетом коэффициента их устойчивости, в качестве которого может быть использован показатель их твердости по шкале Мооса.

Ключевые слова: донные отложения, техногенные компоненты, микроэлементы, токсичность, Кизеловский угольный бассейн.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2021.127

Оценка экологического состояния геологической среды горнодобывающих территорий основана на анализе содержаний и форм находений доминирующих элементов в основных депонирующих и транспортирующих средах. В качестве последних в практике геоэкологических исследований широко применяются донные отложения водотоков и конечных водоемов стока. Автором проводятся многолетние исследования состава современных речных осадков на территории промышленных центров Уральского региона [1, 2]. Полученные данные показали, что техногенная составляющая уже играет значительную роль в составе русловых и пойменных осадков. Наибольшее содержание техногенных частиц наблюдается в районах разработки угольного месторождения (до 90% в осадках прирусловой отмели) [3, 4]. Твердые техногенные продукты, представленные частицами шлака, стеклянными и полимерными образованиями в форме волокон и шариков, магнитными сферами, металлической стружкой и пылью, обломками угля и строительных материалов, частицами резины, стекла, образуют техногенную ассоциацию компонентов, характер которой определяется спецификой промышленного производства.

Аллювиальные отложения рек промышленных центров можно рассматривать как сложное природно-техногенное образование, объединяющее природные и техногенные особенности территории речного бассейна: компоненты пород питающих терригенно-минералогических провинций и отходы хозяйственной деятельности. Твердые техногенные продукты, присутствующие в составе аллювиальных осадков приводят к изменению их минерального и химического состава, физико-механических свойств и, следовательно, условий миграции и седиментации вещества.

Важной задачей в рамках детальной оценки процессов природно-техногенной седиментации в устьевых участках рек и конечных водоемов стока является оценка потенциальной токсичности техногенных компонентов. В настоящее время учет показателя токсичности при расчете суммарного загрязнения депонирующих сред микроэлементами применяется в практике экологических исследований почв [5, 6].

Автором на примере речных осадков на территории Кизеловского угольного бассейна проведены расчеты потенциальной экологической опасности наиболее широко распространенных техногенных компонентов. В качестве методического подхода использованы рекомендации для экологической оценки рудных месторождений [7] с использованием показателя потенциальной экологической опасности минералов (ГЭм), который наряду с химическим составом учитывает литотоксичность элементов, входящих в минерал и его устойчивость в окружающей среде:

$$ГЭм = (1/y) \cdot \sum_{(i=1)}^n (Тл \cdot X/Q) I + \dots (Тл \cdot X/Q) n,$$

где ГЭм – показатель потенциальной экологической опасности элементов, входящих в минерал; Y – устойчивость минерала; Тл – литотоксичность элементов, входящих в минерал; X – содержание токсичных элементов в минерале; Q – среднее содержание элементов в окружающей среде.

Состав техногенных компонентов изучался в секторе наноминералогии «Центра коллективного пользования ПГНИУ». Идентификация и фотографирование основных компонентов осадков проведена методом электронной микроскопии (JSM 6390LV, Jeol) и микронзондового анализа (INCA Energy 350, Oxford Instruments). Обобщенные данные по расчету потенциальной экологической опасности техногенных компонентов (выборка из 10 частиц каждого вида) приведены в таблице. При расчете в качестве показателя устойчивости использована твердость, которая была оценена экспериментально с использованием шкалы Мооса для представительной группы частиц

(30 зерен каждого вида) с расчетом среднего значения. Содержание токсичных элементов в исследуемых компонентах оценивалось относительно кларков земной коры, приведенных в работе [8].

Таблица

Потенциальная экологическая опасность (ПЭО) техногенных компонентов в составе речных осадков на территории Кизеловского угольного бассейна

Техногенные компоненты	Твердость	Величина ПЭО (градация ПЭО по [7]*)	Ассоциация потенциально токсичных элементов с учетом кларков концентрации
Охры	1	1,1·10 ⁶ (очень высокая)	Cd>Sb>As>Co,Cu>Zn>Ni>Fe>V
Уголь: Р.Вильва Р.Косьва	2	1,8·10 ⁴ (высокая)	Sb>>Cu>As>S>Zn
		2,5·10 ⁴ (высокая)	Sb>>S>Cu>As>Zn
Шлак железистый	5	9,2·10 ⁴ (высокая)	Cd>>Cu>Co>Zn>V>Fe
Шлак силикатный: Бассейн р.Вильвы Р.Косьва	4,5	1·10 ⁵ (очень высокая)	Sb>>Cu,S>As>Zn>Co>Ni>Mn>Fe
		4,2·10 ⁵ (очень высокая)	Cd>>Sb>As>S>Cu>Zn>Co>V>Ni

Примечание. * ПЭО: n⁵-n⁸ – очень высокая; n³-n⁴ – высокая; ≤ n² – незначительная [7].

Полученные результаты демонстрируют, что из выделенных видов техногенных компонентов наибольшую опасность представляют охры, которые концентрируют широкий спектр токсичных элементов и имеют низкую абразивную прочность. Охры, наряду с силикатными шлаковыми частицами, по величине показателя потенциальной экологической опасности минералов находятся в одной группе с халькогенидами Cd, Hg, Pb, As, Ni, Zn, Co, Fe.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-05-50071.

Библиографический список

1. *Осовецкий Б.М., Меньшикова Е.А.* Природно-техногенные осадки. Пермь, 2006. 208 с.
2. *Меньшикова Е.А.* Современный седиментогенез в условиях техногенного воздействия // Литология осадочных комплексов Евразии и шельфовых областей: материалы IX Всероссийского литологического совещания (с международным участием) (Казань, 30 сентября – 3 октября 2019 г.). Казань: Издательство Казанского университета, 2019. С.289-290.
3. *Меньшикова Е.А., Осовецкий Б.М.* Угlistые частицы в окружающей среде // Проблемы региональной экологии. № 5. 2014. С.83-88.
4. *Меньшикова Е.А., Осовецкий Б.М.* Магнитные сферулы речных осадков

- Уральского региона // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85, вып. 6. С.57-62.
5. *Водяницкий Ю.Н.* Оценка суммарной токсикологической загрязненности почв тяжелыми металлами и металлоидами // *Агрохимия*. 2017. № 2. С. 56–63.
6. *Ушакова Е.С., Караваева Т.И., Белкин П.А.* Экологическое состояние почв промышленных территорий (на примере г.Березники, Пермский край): Сравнение отечественных и зарубежных методов оценки // *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2020. Т. 331. №10. С. 58-70.
7. *Голева Р.В., Иванов В.В., Куприянова И.И., Миронов Б.Н., Новикова М.И., Шпанов Е.П., Шурига Т.Н.* Экологическая оценка потенциальной токсичности рудных месторождений (методические рекомендации). М., 2001. 53 с.
8. *Касимов Н.С., Власов Д.В.* Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // *Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География*. 2. С. 7-17. doi: 10.12816/0013114.

ASSESSMENT OF THE POTENTIAL ENVIRONMENTAL RISKS
OF TECHNOGENIC COMPONENTS OF MODERN RIVER
SEDIMENTS

E.Menshikova

menshikova_e@list.ru

The author considers approaches to an estimation of toxicity and potential ecological risk of the technogenic components in structure of river sediments of mining territories. We propose the use of an element lithotoxicity factor, which is accounted for by an additional multiplier to the ratio of the content of a single element in man-made components of sediments and its average content in the upper part of the continental earth's crust. The calculation of the final assessment of the potential environmental risk of anthropogenic components is carried out taking into account their stability coefficient. This coefficient can be their hardness according to the Mohs scale.

Keywords: bottom sediments, technogenic components, trace elements, toxicity, Kizelovsky coal basin.