

УДК 504.054

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ КАТЕНАРНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ГРАНИЦЕ САНИТАРНО- ЗАЩИТНЫХ ЗОН ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

© 2012 О.А. Чепелев, О.М. Самофалова, М.Е. Родионова

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Поступила в редакцию 17.05.2012

Работа посвящена вопросам изучения миграции тяжелых металлов в почвах в непосредственной близости от объектов добычи и переработки железных руд на территории Старооскольско-Губкинского промышленного района. Исследовано несколько катенарных комплексов, расположенных в непосредственной близости от отвалов и хвостохранилищ. Определены содержания тяжелых металлов в почвах, рассчитаны коэффициенты латеральной и радиальной дифференциации концентраций.

Ключевые слова: почвенно-экологический мониторинг, катены, тяжелые металлы, горнорудная промышленность

В практике регионального экологического мониторинга пока еще недостаточно используются методологические принципы и достижения геохимии ландшафтов, в частности, учет роли миграционных процессов в формировании ореолов загрязнения в конкретной ландшафтной обстановке. Многие источники мощного техногенного воздействия находятся в районах с густой овражно-балочно-долинной сетью, как, например, Лебединский и Стойленский ГОКи в Белгородской области. Старооскольско-Губкинский промышленный район неоднократно являлся объектом геоэкологических исследований [2-4, 7], однако в цели указанных исследований не входило изучение катенарных комплексов для определения характера миграции тяжелых металлов (ТМ).

Объекты и методы исследований. С целью изучения миграции ТМ в почвах на границах санитарно-защитных зон горнорудных предприятий Старооскольско-Губкинского промышленного района в 2010 г. нами исследовано две трансекты в балке Дальний Лог и ее ответвлениях (б. Котеневские Верхи, ур. Долгое) (рис. 1). На каждой трансекте по линиям тока заложено две катены – по одной на каждом склоне балки (рис. 2а и 2б). Почвенные образцы отбирались в слое 0-15 см. Для точек, находящихся в элювиальной, транслювиальной и супераккумулятивной позициях, дополнительно проводилось бурение на глубину 120 см. В 36 образцах с помощью

рентгенофлуоресцентного спектрометра «Спектроскан-МАКС-GV» определены концентрации 11 различных тяжелых металлов и соединений.

Результаты и их обсуждение. Объекты исследования расположены в зоне сильных нарушений природной среды деятельностью горнорудного производства (0,5-6 км по классификации Ю.Е. Саета). В результате обобщения большого количества литературных данных Б.Г. Саксиным и М.Б. Бубновой [9] выявлены основные характеристики этой зоны: уровень химического загрязнения почв может достигать 5 ПДК, экосистемы имеют низкую способность к самоочищению, в степных сообществах на более чем половине территории указанной зоны происходит угнетение растительности или смена в составе эдификаторов с увеличением доли более ксерофитных рудеральных видов. Позднее нами установлено [5], что в этой зоне происходит накопление ТМ в растениях. В частности, достигнут МДУ по содержанию свинца, имеются случаи превышения нормальной концентрации кадмия в растениеводческой продукции. В почвах подчиненных позиций в более чем половине случаев выявлены сверхфоновые концентрации Cd, Pb, Cu, Zn [1]. Основная часть загрязнителей в почвенный покров поступает в адсорбированном виде. Складируемые в отвалы гонные породы имеют повышенное содержание Fe, Cr, V и других ТМ, что создает условия для вовлечения этих элементов в миграционные процессы [6]. С одного гектара пылящей поверхности хвостохранилищ ГОКов выносятся 277 т/год взвешенных веществ, что выражается в общем объеме их эмиссии более 8 тыс. т/год [10]. В непосредственной близости от подверженных дефляции пляжей хвостохранилищ концентрация пыли в воздухе достигает 1,37 мг/м³ при скорости ветра 7 м/с [11].

Чепелев Олег Анатольевич, кандидат географических наук, начальник отдела геоинформатики. E-mail: chepelev@bsu.edu.ru

Самофалова Ольга Михайловна, младший научный сотрудник. E-mail: lomivorotova@bsu.edu.ru

Родионова Мария Евгеньевна, младший научный сотрудник. E-mail: zamiraeva@bsu.edu.ru

Таблица. Коэффициент латеральной дифференциации содержания ТМ и соединений в почвах

Аналит	Западная трансекта		Восточная трансекта	
	10КАТ 012/016 (северный склон)	10КАТ 012/020 (южный склон)	10КАТ 007/001 (северный склон)	10КАТ 008/002 (южный склон)
V	1,22	0,96	0,87	0,95
Cr	1,14	0,99	0,78	0,95
MnO	1,09	0,81	0,69	0,96
Fe ₂ O ₃	0,91	0,83	0,78	0,99
Ni	0,86	0,83	0,89	1,03
Cu	0,91	0,79	0,99	1,10
Zn	0,86	0,83	0,89	1,06
As	8,95	0,88	0,62	0,67
Sr	1,07	1,07	1,65	0,99
Pb	50,10	0,84	0,58	0,68
Rb	1,03	0,91	0,72	0,88

В устье балки Дальний Лог (восточная трансекта) аккумуляция ТМ и их соединений в подчиненных позициях характерна только для склона южной экспозиции. Как известно, он более подвержен эрозии, что способствует переносу ТМ вниз по склону. На остальных катенах концентрация ТМ в почвах автономных позиций выше, чем в нижней части склона по 10 элементам и соединениям из 11, усредненный по всем элементам и соединениям КЛД находится в пределах 0,86-0,89. Возможно, темпы поступления загрязнителей аэральным путем превышают скорость их латерального перераспределения. Следует отметить, что на восточной трансекте отбор образцов в нижней части склона был сделан на берегах водоема. Для получения более объективной картины необходимо провести изучение донных илов.

Коэффициент радиальной дифференциации используется для оценки вертикальной миграции элементов. В результате анализа полученных значений КРД, установлено, что в приповерхностном слое почв супераквальных фаций западной трансекты происходит накопление всех анализируемых элементов и соединений за исключением Cr. В трансэлювиальных звеньях катен в верхних горизонтах почв наблюдается накопление Zn, MnO и Sr. Для элювиальной позиции северного склона также характерна концентрация этих загрязнителей в пахотном горизонте. В верхних горизонтах почв южного склона наблюдается накопление As, Pb, MnO; менее интенсивно накапливаются V, Fe₂O₃, Cu, Zn, Rb. Интенсивная миграция Cr, Ni, As, Pb в нижележащие горизонты почв наблюдается в трансэлювиальных позициях катенарных комплексов.

В нижней части склона восточной трансекты также происходит накопление большинства элементов и соединений: MnO, Fe₂O₃, Ni, Zn, As, Pb и Rb. Помимо этого накапливается Cr. Для восточной трансекты характерны более высокие значения коэффициента радиальной дифференциации по Fe₂O₃, Rb, MnO и Cr, чем для западного. Учитывая, что восточная трансекта находится в устье балки Дальний лог, можно утверждать, что указанные загрязнители наиболее интенсивно перераспределяются овражно-балочно-долинной сетью, что и приводит к росту их концентраций в приповерхностном слое. Для почв, отобранных на плакорах также характерна повышенная концентрация исследуемых элементов и соединений в приповерхностном слое, что может быть объяснено аэральным загрязнением. На южном склоне восточной трансекты КРД чаще принимают значения менее единицы. Это указывает на повышенное содержание ТМ в глубоких горизонтах почв и может быть связано как с вертикальной миграцией, так и с выносом загрязнителей из приповерхностного слоя почвы в результате протекания эрозионных процессов.

Выводы: сложность изучения миграции ТМ на указанной территории состоит в одновременном протекании процессов поступления элементов и их перераспределения стоком, причем скорости этих процессов сопоставимы. Несмотря на то, что ОДК по подавляющему большинству элементов не достигнуты, повсеместное превышение фоновых концентраций ТМ позволяет говорить о загрязнении почв. Анализ коэффициентов латеральной и радиальной дифференциации ТМ и их соединений показал, что для изучения радиальной и латеральной составляющих миграционных потоков с наибольшей эффективностью могут быть использованы данные о содержании в почвах Cu, Pb, Cr, Fe₂O₃, V и Sr. При ведении почвенно-экологического мониторинга значительное внимание должно быть уделено исследованию почв днищ балок, а также нижних частей склонов южной экспозиции, обращенных к источникам потенциального загрязнения.

Работа выполнена по проекту «Проведение поисковых НИР по направлению «География и гидрология суши» (ГК П743) мероприятия 1.2.1 ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг.».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гонеев, И.А. Общие закономерности распространения тяжелых металлов в почвах зоны влияния горнорудных предприятий КМА / И.А. Гонеев, О.А. Ченелев, П.В. Голеусов // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. Науки о Земле. 2011. № 3 (19). Т. 1. С. 8.

2. Корнилов, А.Г. Современные изменения природных комплексов в Старооскольско-Губкинском промышленном районе Белгородской области / А.Г. Корнилов, А.Н. Петин, Е.В. Кичигин и др. // Известия РАН. Сер. Географическая. 2008. № 2. С. 85-92.
3. Косинова, И.И. Экологическая геология Курской магнитной аномалии (КМА) / И.И. Косинова, Т.А. Барабошкина, А.Е. Косинов, В.В. Ильши. – Воронеж: Изд-во ВорГУ, 2009. 216 с.
4. Котенко, Е.А. Геоэкологические проблемы КМА и пути их решения / Е.А. Котенко, В.Н. Морозов, В.К. Кушнеренко, В.Н. Анисимов // Горная промышленность. 2003. № 2. С. 12-16.
5. Лисецкий, Ф.Н. Аккумуляция тяжелых металлов в растениеводческой продукции зоны техногенеза / Ф.Н. Лисецкий, А.В. Свиридова, Н.С. Кухарук и др. // Вестник ОГУ. Оренбургский государственный университет. 2008. № 10 (92). С. 142-149.
6. Лисецкий, Ф.Н. Мониторинг техногенного воздействия в действующих и вновь создаваемых промышленных районах (на примере Белгородской области) / Ф.Н. Лисецкий, А.Э. Боровлев, О.А. Чепелев и др. // Экологические системы и приборы. 2011. № 7. С. 30-35.
7. Лисецкий, Ф.Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами в зоне влияния Курской магнитной аномалии / Ф.Н. Лисецкий, Ю.Г. Чендев, П.В. Голлеусов, О.А. Чепелев // Региональные гигиенические проблемы и стратегии охраны здоровья населения: науч. тр. Федеральн. науч. центра им. Ф.Ф. Эрисмана. – М., 2004. Вып. 10. С. 286-290.
8. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах: ГН 2.1.7.020-94 (Дополнение N 1 к перечню ПДК и ОДК N 6229-91). Утв. ГКСЭН РФ 27.12.94.
9. Саксин, Б.Г. Зональность техногенного загрязнения и ее использование при составлении обзорных прогнозно-экологических карт горнопромышленных территорий / Б.Г. Саксин, М.Б. Бубнова // Тихоокеанская геология. 2006. Т. 6, № 6. С. 67-76.
10. Усков, Е.А. Влияние техногенных отходов горнорудных предприятий Курской магнитной аномалии на экологическую обстановку в регионе / Е.А. Усков, Л.А. Куцев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2007. № 8. С. 315-319.
11. Чепелев, О.А. Изучение пыления хвостохранилищ Лебединского горно-обогатительного комбината при помощи оптического анализатора аэрозолей / О.А. Чепелев, О.М. Ломиворотова // Проблемы региональной экологии. 2011. №2. С. 45-48.

DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN SOILS OF CATENA COMPLEXES ON BORDER OF SANITARY AND PROTECTIVE ZONES OF MINING ENTERPRISES

© 2012 О.А. Chepelev, О.М. Samofalova, М.Е. Rodionova

Belgorod State National Research University

Work is devoted to questions of studying the migration of heavy metals in soils in close proximity to objects of production and processing the iron ores at the territory of Starooskolsko-Gubkinsky industrial region. Some catenary complexes located in close proximity to dumps and tailings are investigated. Contents of heavy metals in soils are defined, factors of lateral and radial differentiation of concentration are calculated.

Key words: *soil environmental monitoring, catena, heavy metals, mining industry*

Oleg Chepelev, Candidate of Geography, Chief of the Geoinformatics Department. E-mail: chepelev@bsu.edu.ru
Olga Samofalova, Minor Research Fellow. E-mail: lomivorotova@bsu.edu.ru
Mariya Rodionova, Minor Research Fellow. E-mail: zamuravaeva@bsu.edu.ru