

УДК 502.55

**ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ****<sup>1</sup>Янтурин С.И., <sup>2</sup>Прошкина О.Б., <sup>1</sup>Кужина Г.Ш.***<sup>1</sup>Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета, Сибай, e-mail: ecologiasibgu@mail.ru;**<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Магнитогорск, e-mail: obproshkina@mail.ru*

Челябинская область занимает лидирующие позиции в РФ по объемам образующихся и накопленных отходов. По количеству образования отходов всех классов опасности г. Магнитогорск занимает 1 место среди областных городов (28,805 млн т), площадь земель города, занятых промышленными отходами составляет 22%. Нами было проведено биотестирование объекта размещения отходов, в результате эксплуатации шлакоперерабатывающей установки (АМКМ-2). В снеговом покрове, отобранном в непосредственной близости от установки АМКМ-2 (200 и 500 м), присутствуют токсические вещества, оказывается острое токсическое действие на тест-объект. При проведении биотестирования водной вытяжки из почвы установлена миграция токсических веществ в почве, поверхностный слой менее токсичен, чем глубокий.

**Ключевые слова:** объекты размещения отходов, шлаковые отвалы, биотестирование, мониторинг, дафнии, острое токсическое действие, хроническое токсическое действие

**ESTIMATION OF SOIL TOXICITY WASTE DISPOSAL FACILITIES****<sup>1</sup>Yanturin S.I., <sup>2</sup>Proshkina O.B., <sup>1</sup>Kuzhina G.S.***<sup>1</sup>Sibayskiy institute (branch) of the Bashkir state university, Sibay, e-mail: ecologiasibgu@mail.ru;**<sup>2</sup>Magnitogorsk state technical university im. Nosova, Magnitogorsk, e-mail: obproshkina@mail.ru*

Chelyabinsk Region is a leader in the Russian Federation on volumes produced and accumulated waste. By the number of waste of all hazard classes, Magnitogorsk has a place among the regional cities (28,805 million tons), land area of the city, occupied by industrial waste is 22%. We have carried out biological testing of waste disposal facilities, due to the operation slag installation. In the snow cover, sampled in the vicinity of the installation (200 and 500 m) contain toxic substances, is an acute toxic effect on the test object. During the bioassay of the aqueous extract from the soil established migration of toxic substances in the soil, the surface layer is less toxic than deep.

**Keywords:** waste disposal sites, slag heaps, biological testing, monitoring, Daphnia, acute toxicity, chronic toxicity

Почва, являясь основным накопителем химических веществ техногенной природы и фактором передачи инфекционных и паразитарных заболеваний, может оказывать неблагоприятное влияние на среду обитания и здоровье человека [1].

В г. Магнитогорске и прилегающих к нему районах почва подвергается интенсивному антропогенному воздействию. Основными факторами, вызывающими ее загрязнение, являются промышленные, бытовые и сельскохозяйственные отходы.

Челябинская область занимает лидирующие позиции в РФ по объемам образующихся и накопленных отходов. По данным государственной статистической отчетности, на начало 2010 года на территории Челябинской области накоплено свыше 4,76 млрд т отходов. В среднем ежегодно на территории области образуется около 90 млн т промышленных отходов, из них 46,9% используются или обезвреживаются собственными силами предприятий или передаются для этих целей в другие организации.

По количеству образования отходов всех классов опасности г. Магнитогорск лидирует среди областных городов (28,805 млн т); в других городах области этот показатель

значительно ниже: Сатка – 20,183 млн т; Коркино – 13,438 млн т; Челябинск – 10,345 млн т. Большую часть образующихся и накопленных отходов составляют отходы черной металлургии в виде шлаков и шламов.

По состоянию на 01.01.2010 года на территории Челябинской области находится 193 объекта размещения отходов производства (включая недействующий), в том числе:

- накопители, шламоаккумуляторы (отстойники), шламохранилища – 26 объектов;
- отвалы, золоотвалы, шлакоотвалы, терриконы – 92 объекта;

- полигоны и свалки – 14 объектов;
- навозо- и помехохранилища – 31 объект;
- хвостохранилища – 12 объектов;
- прочие – 18 объектов.

В г. Магнитогорске площадь земель, занятых промышленными отходами, составляет 22%. На востоке города расположены шламохранилище, отвалы месторождения Малый Куйбас, отвалы Гранитного карьера и Лисьегорский известняковый карьер; на юге – отстойники правобережных очистных сооружений. В черте города расположено 8 крупных карьеров по добыче рудных, общераспространенных и нерудных полезных ископаемых. Карьер горы Магнитной, нахо-

дящийся в черте города, занимает площадь 1566 га, состоит из 3-х карьеров, самый крупный из которых – Западный, используется в качестве полигона промышленных отходов металлургического комбината, а также других промышленных предприятий. Под шламохранилищами, шлако- и золоотвалами занято 1,9 тыс. га в них накоплено около 162 млн м<sup>3</sup> шлаков и шламов, что является источниками вторичного загрязнения атмосферного воздуха и загрязнения почв [2].

В нашей стране сталеплавильные шлаки текущего производства и отвалы перерабатываются по близким схемам. Первичная переработка шлака состоит из операций транспортировки шлака в ковшах от сталеплавильных агрегатов; их кантовки (слива шлака); заливки водой из гидромониторов; отбора электромагнитом скрапа; отгрузки потребителям нефракционированного щебня и отправки шлака на дальнейшую переработку. Вторичная переработка, осуществляемая на специальных установках, предусматривает механическое дробление и измельчение шлака, магнитную сепарацию.

После переработки выделяются магнитные и немагнитные продукты. Недостатками такого способа переработки являются выделения парогазовых сульфидных выбросов при охлаждении твердого и жидкого шлака, а также большие материальные затраты на дробление.

Цель нашей работы оценить влияние техногенного загрязнения, провести биоиндикацию и проанализировать результаты биотестирования объектов размещения отходов, в результате эксплуатации шлакоперерабатывающей установки (АМКМ-2) для обеспечения экологической безопасности экосистем промышленных зон, связанных с деятельностью металлургических предприятий.

#### Материалы и методы исследования

Нами в работе был рассмотрен шлаковый отвал III очереди, который был сформирован в период с 30-х до 60-х годов 20-го столетия из отходов металлургического производства. В качестве разновидностей выделены маргеновские шлаки, колошниковая пыль и строительный мусор.

В настоящее время шлаковый отвал представляет собой поверхность, сложенную четырьмя террасами (отметки самой высокой – 413–415 м; низкой террасы – 385 м.)

Площадь нарушенных земель на момент его разработки составляет 58,0 га. На сегодняшний день на этой территории расположены установки механической переработки шлаков АМКМ-2 и АМКМ-3.

Токсикологический контроль проводился в аккредитованной лаборатории методом определения показателей смертности и плодовитости ракообразных *Daphnia magna* [3]. Для этого использовались односуточные экземпляры лабораторной культуры

*Daphnia*, которых подсаживали в тестируемую воду (по 10 штук на 100 см<sup>3</sup>). После экспозиции 96 часовой продолжительности подсчитывалось количество умерших в пробе *Daphnia* и производилась оценка острого и хронического токсического действия исследуемых образцов.

Лабораторные эксперименты были проведены в аккредитованной биологической лаборатории Государственного бюджетного учреждения Управления государственного аналитического контроля Республики Башкортостан.

Отбор проб почвы проводился в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТ 17.4.3.01–83, ГОСТ 17.4.4.02–84, ГОСТ 28168–89. Размер пробной площадки составлял 10 на 10 м. Нами для эксперимента были отобраны пробы на расстоянии 200; 500; 1000; 1500 и 2000 м от установки АМКМ-2, на которой осуществляется вторичная переработка шлака. Также были отобраны образцы почвы для приготовления водной вытяжки из нее на расстоянии 200, 500, 1500 м от установки АМКМ-2 и в городской черте (5 км). Причем образцы отбирали с учетом преобладающего направления ветра и в различных слоях по глубине почвы (0–10 и 30–40 см).

Почва отбиралась методом «конверта», образцы почвы ссыпались на полиэтиленовую плёнку и тщательно перемешивались, квартовались 3 раза (измельчённая почва разравнивалась в виде квадрата, делилась на четыре части, две противоположные части отбрасывались, две оставшиеся перемешивались). После квартования почва разравнивалась, условно делилась на шесть квадратов, из центра которых отбирали примерно одинаковое количество почвы в плотный мешочек, массой около 1 кг.

Отбор проб снега проводился в соответствии с требованиями, указанными в ГОСТ 17.1.5.05–85. Были отобраны пробы снега на расстоянии 200; 500; 1000; 1500 и 2000 м от установки АМКМ-2 по преобладающему направлению ветра.

#### Результаты исследования и их обсуждение

Метод биотестирования наряду с физико-химическими методами применяется при установлении нормативов допустимых воздействий хозяйственной и иной деятельности и осуществлении государственного экологического мониторинга в районах расположения источников антропогенного воздействия.

Биоиндикационная характеристика зоны влияния объектов размещения отходов изучали по пробам снегового покрова.

Опыт по острой токсичности (выражается в гибели организма за короткий промежуток времени – 96 ч), показал 100% гибель дафний на расстоянии 200; 500 и 2000 м от установки АМКМ-2 по сравнению с контрольными образцами.

Поэтому были проведены эксперименты с разбавлением исходного материала (снега). Разбавление проводилось на 50, 20 и 10% от опытного образца. Результаты описанных выше экспериментальных исследований приведены в табл. 1.

**Таблица 1**

Определение острого токсического действия за 96 часов инкубации талой воды

Расстояние от АМКОМ-2	Концентрация	pH	[O <sub>2</sub> ], мг/дм <sup>3</sup>	Гибель тест-объекта
200 м	100%	9,86	8,5	100%
	50%	8,74	8,3	100%
	25%	8,55	8,3	100%
	10%	8,51	8,5	0%
500 м	100%	9,98	8,2	100%
	50%	9,05	8,3	100%
	25%	8,72	8,3	100%
	10%	8,61	8,2	0%
1000 м	100%	10,78	7,7	40%
	50%	9,36	8,2	10%
	25%	8,93	8,2	0%
	10%	8,82	8,6	0%
1500 м	100%	9,81	7,9	15%
	50%	8,83	8,1	0%
	25%	8,59	8,2	0%
	10%	8,50	8,3	0%
2000 м	100%	10,91	8,0	100%
	50%	9,22	8,3	100%
	25%	8,94	8,3	100%
	10%	8,81	8,3	0%

Биотестирование проб растаявшего снега выполнено в соответствии с методикой определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний [3].

Условия проведения эксперимента: температура в климатостате 22 °С, в помещении 22 °С, освещенность 800 лк.

Результаты биотестирования свидетельствуют о сильном загрязнении снегового покрова токсическими веществами.

Пробы, отобранные на расстоянии 200, 500 и 2000 м от установки АМКОМ-2, оказывают острое токсическое действие на тест-объект при 100, 50 и 25 %-й концентрации, что свидетельствует о высоком уровне загрязнения. Пробы, отобранные на расстоянии 1000 и 1500 м от установки АМКОМ-2, не оказывают острого токсического действия на дафний. При этом следует отметить, что культивирование дафний на талой воде пробы, отобранной на расстоянии 1000 м от установки АМКОМ-2 даже за короткий период (96 час), свидетельствует о хроническом токсическом действии – гибель дафний составляет 40 %.

Для подтверждения результатов проведенных исследований талой воды территории шлакоустановки в летний период нами были отобраны образцы почвы для приготовления водной вытяжки из неё.

Водную вытяжку из почвы готовили в соотношении 1 часть почвы и 4 части культивационной воды для дафний. Экстракцию проводили в течение 2 часов, затем водная вытяжка отстаивалась и отфильтровывалась.

Исследование водной вытяжки всех проб на низшие ракообразные показало, что острого токсического действия (96 часов инкубирования) на тест-объекты не наблюдается. Поэтому решили продолжить эксперимент и исследовать водную вытяжку из почв на хроническое действие, результаты приведены в табл. 2.

**Таблица 2**

Определение хронического токсического действия водной вытяжки из почв

Номер пробы	Расстояние от АМКОМ-2	Слой почвы	pH	Гибель тест-объекта	Период гибели тест-объекта
1	200 м	0–10 см	8,6	40%	10 сутки
2		30–40 см	8,9	50%	6 сутки
3	500 м	0–10 см	8,6	0%	14 сутки
4		30–40 см	8,3	30%	8 сутки
5	1500 м	0–10 см	8,1	0%	14 сутки
6		30–40 см	8,1	25%	7 сутки
7	5000 м	0–10 см	8,0	0%	14 сутки
8		30–40 см	8,0	0%	14 сутки

Хроническое токсическое действие водной вытяжки из почв отслеживалось по изменению гибели особей на протяжении 14 суток. Зафиксирована гибель тест-объекта пробы №1 на 10 сутки (40%); пробы №2 на 6 сутки (50%); пробы №3 на 8 сутки (30%) и пробы №6 на 7 сутки (25%).

Не наблюдалась гибель тест-объекта, выращиваемого на водной вытяжке из проб №3; №5; №7 и №8.

В результате проделанных экспериментов выявлены закономерности миграции токсических веществ в почве. Например, пробы №1 и №2, отобранные непосред-

ственно у установки, показывают, что поверхностный слой менее токсичен, чем глубинный. Такие же закономерности и на других расстояниях – пробы №3 и №5 не оказывают хронического действия, а пробы №4 и №6, отобранные на глубине 30–40 см, оказывают хроническое действие на тест-объекты.

Таким образом, в результате экспериментов по биоиндикации установлено влияние территорий районов механической переработки металлургических шлаков, как источника загрязнения окружающей среды.

#### **Выводы**

Результаты биотестирования снегового покрова, отобранного в непосредственной близости от установки АМКМ-2 (200 и 500 м), свидетельствуют наличие токсических веществ, оказывается острое токсическое действие на тест-объект.

При проведении биотестирования водной вытяжки из почвы установлена миграция токсических веществ в почве, по-

верхностный слой менее токсичен, чем глубинный.

#### **Список литературы**

1. Биондикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р. Шуберба. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
2. Комплексный доклад о состоянии окружающей природной среды Челябинской области в 2009 году под общей редакцией Министра радиационной и экологической безопасности Челябинской области А.М. Галичина.
3. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. ФР.1.39.2007.03222. – М.: АКВАРОС, 2007.

#### **Рецензенты:**

Суяндукоев Я.Т., д.б.н., профессор, директор ГАНУ «Институт региональных исследований», г. Сибай;

Черчинцев В.Д., д.т.н., зав. кафедрой промышленной экологии и БЖД ФГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск.

Работа поступила в редакцию 26.09.2011.