

Чекмарева О.В., Гарицкая М.Ю., Павлова Т.В.
Оренбургский государственный университет
E-mail: ecolog@mail.osu.ru

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ПОЧВ, НАХОДЯЩИХСЯ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АКТЮБИНСКОГО ЗАВОДА ФЕРРОСПЛАВОВ

Современное металлургическое предприятие является сложным производственным комплексом, включающим самые разнообразные цеха, а иногда отдельные заводы, которые в значительной степени ухудшают состояние окружающей среды. Все известные технологические процессы, производства металлов и их последующего передела сопровождаются образованием больших количеств отходов в виде вредных газов и пыли, шлаков, шламов, сточных вод, содержащих различные химические компоненты, скрапа, окалины, боя огнеупоров, мусора и других выбросов, которые загрязняют атмосферу, воду и поверхность земли.

Основная деятельность Актюбинского завода ферросплавов (АЗФ) – производство ферросплавов различных марок. Производит феррохром, ферроселикохром, металлический хром, а также дополнительную продукцию: известь, углекислоту, жидкое стекло, карбид кальция, огнеупорные изделия, щебень, ферропиль, ильменитовый концентрат, рутил – цирконовый продукт. Ведет добычу ильменита, строит фабрику для получения циркона и рутила.

Ключевые слова: почва, загрязнение, металлы, экотоксикологический показатель, ранжирование, экологическое состояние.

Почвы являются связующим звеном между компонентами биосферы и биогеохимическим барьером, поглощающим тяжелые металлы, одновременно очищая от них природные среды (атмосферу и гидросферу) [1], [2]. При превышении пороговых значений концентраций тяжелых металлов, при которых способность к самоочищению будет потеряна, почвы под воздействием ветровой и транспортной эрозии могут стать источником вторичного загрязнения воздуха, растений и вод, поэтому нами исследовались почвы, находящиеся в зоне влияния АЗФ, на предмет их загрязнения тяжелыми металлами.

Пробы почв отбирались с северо-восточной и юго-западной сторон на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия (1000 м.) и на расстоянии 500 и 1000 метров от границ СЗЗ. Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 «Общие требования к отбору проб», по классической схеме, методом конверта с каждой площадки с помощью навигатора GPS с горизонта 0-15 см путем смешивания точечных проб для получения объединенной пробы. Пробы почвы анализировались на содержание – Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{6+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , pH.

Результаты анализа почвенных образцов приведены в таблице 1.

Из полученных данных видно, что приоритетные по концентрации загрязняющие ве-

щества, в северо-восточном и в юго-западном направлениях в порядке уменьшения их содержания в почве можно расположить следующим образом: марганец, хром шестивалентный, цинк, свинец.

Для оценки экологического благополучия территории, прилегающей к АЗФ нами исследована специфика рассеивания тяжелых металлов [3], [4]. Исследования показали, что максимальное содержание тяжелых металлов наблюдается на границе СЗЗ предприятия. Особое внимание обращено на тяжелые металлы 1 класса опасности – хром шестивалентный, свинец, цинк, концентрация которых в почвах в северо-восточном направлении на границе СЗЗ соответственно в 8,6; 2,05; 2,1 раз выше, чем на расстоянии 1000 м от нее, а в юго-западном направлении выше соответственно в 7,4; 1,02 и 1,19 раз.

Таким образом, при увеличении расстояния от предприятия концентрация тяжелых металлов в почве значительно снижается, что доказывает вклад АЗФ в загрязнение почв прилегающих территорий.

Исследование pH почвенных вытяжек показало, что почвы в северо-восточном и юго-западном направлениях на всех расстояниях от источника загрязнения имеют слабокислую и нейтральную среду (pH=5,7–6,4) и согласно существующим критериям оценки экологического состояния объектов окружающей среды, данную территорию по показателю pH можно

отнести к зоне с чрезвычайной экологической ситуацией.

Наиболее значимой характеристикой экологического состояния территории является экотоксикологический показатель (B_c) качества почв, который представляет отношение концентрации поллютанта к предельно допустимому значению и рассчитывается по формуле

$$B_c = \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (1)$$

где C_i – концентрация i -той примеси, мг/кг;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -той примеси, мг/кг.

Так как почвы загрязнены веществами-токсикантами разных классов опасности, то для экотоксикологической характеристики почв целесообразно использовать кратность превышения ПДК конкретного загрязняющего вещества, дифференцированно для веществ различных классов опасности (\mathcal{E}_c).

$$\mathcal{E}_c = B_1 + B_2 + \dots + B_n = \sum_{i=1}^n B_i, \quad (2)$$

где B_i – кратность превышения ПДК i -го загрязняющего вещества;

n – числоопределяемых веществ относящихся к данному классу опасности;

\mathcal{E}_c – экотоксикологический показатель почв.

При этом оценка экологического состояния почв осуществляется по величинам критериев, представленных в таблице 2.

В результате расчетов, получили следующие данные экотоксикологического показателя качества почв, представленные в таблице 3.

По экотоксикологическому показателю (\mathcal{E}_c) тяжелых металлов 1 класса опасности территория в северо-восточном направлении на границе СЗЗ относится к зоне экологического бедствия: \mathcal{E}_c составляет 3,1, на расстоянии 500 м от СЗЗ – к чрезвычайной экологической ситуации ($\mathcal{E}_c=2,17$), а на расстоянии 1000 м – к критической экологической ситуации ($\mathcal{E}_c=1,1$). В юго-восточном направлении территорию на границе СЗЗ можно отнести к зоне с чрезвычайной экологической ситуацией ($\mathcal{E}_c=2,0714$); при удалении от границ СЗЗ на 500 м и 1000 м экологическая ситуация сменяется на критическую ($\mathcal{E}_c=1,7036$ и $1,1667$ соответственно).

По экотоксикологическому показателю тяжелых металлов 2 класса опасности территория с северо-восточной стороны на границе СЗЗ предприятия относится к чрезвычайной экологической ситуации: \mathcal{E}_c составляет 2,14, на расстоянии 500 м от СЗЗ – к критической экологической ситуации ($\mathcal{E}_c=1,45$), на расстоя-

Таблица 1. Концентрация загрязняющих веществ в почвенном покрове

Место взятия проб	Концентрация загрязняющих веществ, (мг/кг)										
	Cr ⁶⁺	Mn ²⁺	Pb ²⁺	Ni ²⁺	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	pH
Северо-восток											
Граница СЗЗ (1000 м)	259,6	765,3	43,5	42,4	36,15	68,4	25,7	41,5	21,1	23,1	5,7
500 м от границы СЗЗ	192,59	481,1	30,8	34,8	20,79	44,89	24,7	21,4	17,5	7,1	5,8
1000 м от границы СЗЗ	29,98	344,4	21,2	19,7	10,44	32,33	11,1	19,9	12,3	4,4	5,8
Юго-запад											
Граница СЗЗ (1000 м)	211,1	231,1	18,9	33,1	26,39	49,1	22,98	18,9	18,4	9,4	5,9
500 м от границы СЗЗ	145,8	114,9	17,2	19,1	26,39	44,9	20,83	17,1	13,9	7,1	5,9
1000 м от границы СЗЗ	28,6	88,99	17,1	18,9	25,99	41,22	12,13	14,2	10,6	3,1	6,4

Таблица 2. Критерии экологического состояния почв

Показатели	Характеристика состояния почв			
	Экологическое бедствие	Чрезвычайная экологическая ситуация	Критическая экологическая ситуация	Относительно удовлетворительная ситуация
Экотоксикологический показатель по химическим веществам (\mathcal{E}_c):				
I класса опасности	>3	2-3	1-1,9	<1
II класса опасности	>10	5-10	1-4,9	<1

Таблица 3. Значения экотоксикологического показателя качества почвы

Место взятия проб	Класс опасности		Граница СЗЗ (1000 м)	500 м от СЗЗ	1000 м от СЗЗ		Граница СЗЗ (1000 м)	500 м от СЗЗ	1000 м от СЗЗ	
1	2		3	4	5		6	7	8	
Экотоксикологический показатель (Ec), мг/кг	Cr ⁶⁺	1	1,0472	0,7769	0,1209	Северо-восток	Юго-запад	0,8516	0,5881	0,1154
	Mn ²⁺	3	0,9994	0,6283	0,4497			0,3018	0,1502	0,1162
	Pb ²⁺	1	0,8942	0,6345	0,4349			0,3869	0,3538	0,3521
	Ni ²⁺	2	0,9047	0,7431	0,42			0,7060	0,4072	0,4030
	Cu ²⁺	2	1,2329	0,7091	0,3561			0,9001	0,9001	0,8864
	Zn ²⁺	1	1,1603	0,7615	0,5484			0,8329	0,7617	0,6992
	Al ³⁺	3	0,4477	0,4303	0,1934			0,4003	0,3629	0,2113
	Ca ²⁺		0,4373	0,2255	0,2097			0,1992	0,1802	0,1496
	Mg ²⁺	3	0,7844	0,6506	0,4572			0,6833	0,5167	0,3941
	Fe ²⁺	3	0,9247	0,2842	0,1761			0,3763	0,2842	0,1241
Э _c 1 кл.оп.			3,1017	2,1729	1,1042		2,0714	1,7036	1,1667	
Э _c 2 кл.оп.			2,1376	1,4522	0,7761		1,6061	1,3073	1,2894	
ΣЭ _c			5,2393	3,6251	1,8803		3,6775	3,0109	2,4561	

нии 1000 м от СЗЗ – к относительно удовлетворительной ситуации (Э_c = 0,78).

В юго-западном направлении на границе СЗЗ и при удалении от нее на всех исследуемых расстояниях складывается критическая экологическая ситуация так как значения экотоксикологического показателя находятся в интервале 1–4,9.

Таким образом, Актюбинский завод ферросплавов, вносит значительный вклад в за-

грязнение почв прилегающих территорий тяжелыми металлами и способствует ухудшению экологической обстановки в целом, так как почва регулирует состав атмосферы, гидросферы и произрастающих на ней растений. Вследствие того, что почвы выполняют медико-биологическую функцию, которая обусловлена влиянием на здоровье людей, ее загрязнение может привести к ряду заболеваний населения проживающего на данной территории.

24.09.2015

Список литературы:

1. Акимова Т.А. Экология. Природа – Человек. Учебник для ВУЗов/ Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин, В.В. Хаскин – М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 365 с.
2. Гридэл Т. д. Промышленная экология: Учеб. Пособие для вузов / Т. д. Гридэл, Б.Р. Алленби, пер с англ. под ред. проф. Э.В. Гирусова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 527 с. – (Серия «Зарубежный учебник»).
3. Методологические указания по определению уровня загрязнения компонентов окружающей среды токсичными веществами отходов производства и потребления. РНД 04.3.0.4.01-96. Алматы, 2005. – 173 с.
4. Мотузова, Г. В. Экологический мониторинг почв: учеб. Для вузов / Г. В. Мотузова, О. С. Безуглова. – М.: Гаудеамус, 2007. – 238 с. – ISBN 978-5-98426-061-9.

Сведения об авторах:

Чекмарева Ольга Викторовна, доцент кафедры экологии и природопользования геолого-географического факультета Оренбургского государственного университета, кандидат технических наук, доцент, 25.00.36 «Геоэкология»
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел.: 372540, e-mail: ecolog@mail.osu.ru

Гарицкая Марина Юрьевна, доцент кафедры экологии и природопользования геолого-географического факультета Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук, 03.00.16 «Экология»
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел.: 372540, e-mail: ecolog@mail.osu.ru

Павлова Татьяна Викторовна, студентка группы 15ТБ(М)ТБТР геолого-географического факультета Оренбургского государственного университета
460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, тел.: 372540, e-mail: ecolog@mail.osu.ru