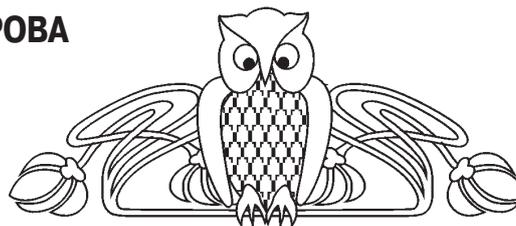




УДК 550.424:628.4

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОДВИЖНЫМИ И ВАЛОВЫМИ ФОРМАМИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГУСЕЛЬСКОГО ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (г. Саратов)



П. Д. Павлов, М. В. Решетников, В. Н. Ерёмин

Саратовский государственный университет
E-mail: pavlov.p.d@mail.ru

Выполнены исследования по определению концентраций подвижных и валовых форм тяжелых металлов. Проведена оценка превышения содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове над установленными ПДК, а также оценка геохимической трансформации почв путем анализа суммарного коэффициента их загрязнения тяжелыми металлами.

Ключевые слова: почвенный покров, полигон захоронения твердых бытовых отходов, подвижные и валовые формы тяжелых металлов, суммарный коэффициент загрязненности почв, цинк, никель, медь, хром, кадмий, свинец.

Estimation of Soil Cover Mobile and Total Forms of heavy Metals Pollution in Zone of Guselskogo Landfill Solid Waste Influence (Saratov)

P. D. Pavlov, M. V. Reshetnikov, V. N. Eremin

The studies to determine the concentration of mobile and total forms of heavy metals. Assessed by an excess of total and mobile forms of heavy metals in the soil cover over the set of MPC and evaluated geochemical transformation of soils by analyzing their total fertility heavy metal pollution.

Key words: soil cover, MSW landfill, mobile and total forms of heavy metals, total fertility of soil contamination, zinc, nickel, copper, chromium, cadmium, lead.

DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-3-53-56

Введение. В процессе своего функционирования полигон захоронения твердых бытовых отходов (ТБО), оказывает негативное воздействие на почвенную, гидрогеологическую, биологическую и атмосферную составляющие окружающей среды. Захоронение отходов относится к антропогенному типу источников трансформации окружающей среды, которое обусловлено широким спектром образующихся загрязняющих веществ и высокой вероятностью их проникновения в различные природные компоненты [1].

Задачи данного исследования заключались в следующем:

- определение концентраций подвижных и валовых форм тяжелых металлов (ПТМ и ВТМ), относящихся к первому и второму классам опасности;
- оценка содержания ПТМ и ВТМ относи-

тельно установленных предельно допустимых концентраций (ПДК);

– оценка суммарного коэффициента загрязненности почв тяжелыми металлами.

Методика исследований. Объект исследования – почвенный покров, находящийся в непосредственной зоне влияния Гусельского полигона захоронения ТБО. Тело полигона располагается в отработанном карьере по добыче глин мелового возраста [2]. В процессе работ был отобран и изучен 41 почвенный образец. Средний радиус отбора вокруг тела полигона составил 500 м. Пробы отбирались на глубине от 0 до 20 см [3]. Во всех отобранных образцах было определено содержание ПТМ и ВТМ. Определение проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре «КВАНТ-2АТ» в лаборатории геоэкологии СГУ им. Н. Г. Чернышевского.

Результаты исследований. В результате лабораторных исследований были определены концентрации ПТМ и ВТМ, относящихся ко второму (медь, никель, хром) и первому классам опасности (свинец, цинк, кадмий).

Анализ полученных результатов свидетельствует, что концентрации подвижных и валовых форм тяжелых металлов заметно изменяются в пределах исследуемой площади.

Для подвижных форм вариации составляют:

- содержание цинка (Zn) от 4,38 до 17,75 мг/кг, в единичной пробе № 20 отмечается содержание цинка в 40,87 мг/кг при ПДК 23 мг/кг;
- концентрация никеля (Ni) от 5,51 до 24,39 мг/кг при ПДК 4 мг/кг;
- содержание меди (Cu) от 5,22 до 10,62 мг/кг при ПДК 3 мг/кг;
- концентрация хрома (Cr) от 1,34 до 4,64 мг/кг, при ПДК 6 мг/кг, при этом только в двух пробах выявлено содержание хрома, превышающее ПДК (в пробах № 20 – 6,34 мг/кг и № 36 – 8,09 мг/кг);
- содержание кадмия (Cd) в пределах от 0,02 до 0,28 мг/кг при ПДК 0,5 мг/кг;
- концентрация свинца (Pb) в пределах от 0,33 до 0,89 мг/кг при ПДК 6 мг/кг.

Концентрации валовых форм исследованных тяжелых металлов изменяются в следующих пределах: для Zn от 18,69 до 35,93 мг/кг при ПДК 100 мг/кг; для Ni от 9,81 до 29,98 мг/кг при ПДК 85 мг/кг; для Cu от 1,88 до 20,75 мг/кг при ПДК 55 мг/кг; для Cd от 0,03 до 0,14 мг/кг при ПДК 2 мг/кг; для Pb от 0,63 до 1,30 мг/кг при ПДК



30 мг/кг; для Cr от 3,25 до 14,87 мг/кг при ПДК 90 мг/кг.

Для определения экологически опасных уровней концентраций ТМ в почвенном покрове выполнено сравнение между фактической концентрацией каждого ТМ с его предельно допустимой концентрацией (ПДК), выраженное через коэффициент опасности K_0 , рассчитанный по формуле

$$K_0 = C_i / \text{ПДК},$$

где C_i – содержание формы тяжелого металла в образце мг/кг,

ПДК – предельно допустимая концентрация формы ТМ мг/кг.

Вычисленные коэффициенты опасности для подвижных форм ТМ иллюстрируются табл. 1, а для валовых – табл. 2.

Таблица 1

Коэффициенты опасности (K_0) и суммарный коэффициент загрязнения (Z_c) в исследованных образцах по ПТМ

Номер пробы	Коэффициент опасности (K_0)						Суммарный коэффициент концентрации Z_c
	K_0 Zn	K_0 Ni	K_0 Cu	K_0 Cr	K_0 Cd	K_0 Pb	
1	0,48	4,18	2,42	0,40	0,79	0,13	8,40
2	0,52	4,26	2,47	0,47	0,35	0,13	8,20
3	0,61	2,41	2,40	0,40	0,33	0,15	6,31
4	0,36	2,44	2,34	0,41	0,28	0,13	5,95
5	0,43	3,67	2,03	0,48	0,22	0,13	6,96
6	0,40	4,25	2,61	0,34	0,22	0,10	7,93
7	0,40	4,48	2,64	0,37	0,22	0,10	8,21
8	0,37	2,99	1,97	0,43	0,19	0,10	6,05
9	0,41	5,60	1,95	0,44	0,31	0,11	8,83
10	0,43	4,54	2,37	0,46	0,30	0,13	8,23
11	0,37	3,66	2,77	0,37	0,22	0,12	7,52
12	0,38	3,74	2,85	0,35	0,26	0,09	7,68
13	0,39	3,78	2,98	0,33	0,22	0,09	7,79
14	0,39	3,77	3,05	0,34	0,28	0,09	7,92
15	0,40	4,50	2,02	0,47	0,34	0,12	7,85
16	0,68	2,22	3,47	0,45	0,23	0,13	7,18
17	0,77	1,38	2,72	0,31	0,04	0,06	5,28
18	0,60	2,00	2,99	0,38	0,21	0,07	6,26
19	0,64	3,88	3,54	0,74	0,09	0,11	9,00
20	1,78	4,83	2,42	1,06	0,43	0,12	10,64
21	0,65	4,34	2,89	0,77	0,06	0,11	8,82
22	0,56	1,77	2,92	0,50	0,05	0,07	5,88
23	0,44	4,64	2,99	0,38	0,54	0,10	9,09
24	0,38	3,74	3,01	0,37	0,42	0,12	8,04
25	0,33	3,59	3,05	0,38	0,34	0,12	7,81
26	0,72	3,61	3,47	0,33	0,45	0,11	8,68
27	0,47	4,02	3,10	0,40	0,56	0,14	8,69
28	0,48	3,79	3,08	0,31	0,43	0,12	8,20
29	0,19	1,73	2,03	0,22	0,15	0,05	4,38
30	0,19	3,43	2,26	0,38	0,14	0,10	6,50
31	0,51	2,94	1,74	0,45	0,30	0,29	6,23
32	0,60	2,61	2,01	0,24	0,39	0,12	5,97
33	0,36	5,22	2,52	0,45	0,30	0,12	8,97
34	0,52	4,05	2,27	0,50	0,25	0,13	7,72
35	0,51	4,30	2,28	0,60	0,17	0,13	7,99
36	0,44	6,10	2,30	1,35	0,18	0,11	10,48



Окончание табл. 1

Номер пробы	Коэффициент опасности (K_0)						Суммарный коэффициент концентрации Z_c
	K_0 Zn	K_0 Ni	K_0 Cu	K_0 Cr	K_0 Cd	K_0 Pb	
37	0,52	3,81	2,14	0,41	0,16	0,10	7,14
38	0,55	3,81	2,27	0,37	0,16	0,11	7,27
39	0,56	3,83	2,25	0,40	0,18	0,12	7,34
40	0,55	3,82	2,15	0,44	0,18	0,12	7,26
41	0,56	3,91	2,21	0,42	0,18	0,12	7,38

Таблица 2

Коэффициенты опасности (K_0) и суммарный коэффициент загрязнения (Z_c) в исследованных образцах по ВТМ

Номер пробы	Коэффициент опасности (K_0)						Суммарный коэффициент концентрации Z_c
	K_0 Zn	K_0 Ni	K_0 Cu	K_0 Cr	K_0 Cd	K_0 Pb	
1	0,29	0,25	0,22	0,12	0,03	0,03	0,95
2	0,32	0,32	0,28	0,12	0,02	0,04	1,10
3	0,29	0,20	0,23	0,12	0,03	0,04	0,91
4	0,29	0,28	0,24	0,12	0,04	0,03	0,99
5	0,29	0,27	0,23	0,12	0,05	0,03	1,00
6	0,29	0,29	0,23	0,12	0,03	0,03	1,00
7	0,29	0,34	0,22	0,12	0,04	0,03	1,03
8	0,29	0,22	0,03	0,12	0,04	0,03	0,74
9	0,29	0,29	0,24	0,12	0,04	0,03	1,01
10	0,29	0,28	0,24	0,12	0,03	0,03	0,99
11	0,29	0,29	0,22	0,12	0,04	0,03	0,99
12	0,29	0,26	0,26	0,12	0,04	0,03	1,00
13	0,29	0,26	0,31	0,12	0,04	0,03	1,05
14	0,35	0,34	0,22	0,17	0,03	0,04	1,13
15	0,28	0,24	0,25	0,10	0,02	0,03	0,91
16	0,30	0,19	0,27	0,12	0,04	0,03	0,95
17	0,30	0,15	0,24	0,12	0,03	0,03	0,88
18	0,29	0,13	0,25	0,12	0,03	0,03	0,86
19	0,19	0,26	0,28	0,12	0,04	0,03	0,91
20	0,31	0,30	0,23	0,12	0,04	0,03	1,04
21	0,29	0,28	0,25	0,12	0,02	0,03	1,00
22	0,29	0,16	0,25	0,12	0,03	0,03	0,88
23	0,36	0,35	0,38	0,12	0,07	0,04	1,33
24	0,29	0,25	0,26	0,12	0,04	0,03	0,99
25	0,25	0,16	0,26	0,12	0,03	0,02	0,84
26	0,30	0,25	0,27	0,12	0,04	0,03	1,01
27	0,29	0,27	0,26	0,12	0,04	0,03	1,01
28	0,19	0,26	0,26	0,04	0,02	0,03	0,79
29	0,34	0,12	0,32	0,16	0,05	0,04	1,03
30	0,29	0,24	0,23	0,12	0,03	0,03	0,93
31	0,29	0,22	0,21	0,12	0,03	0,04	0,91
32	0,29	0,21	0,22	0,12	0,04	0,03	0,91
33	0,29	0,32	0,24	0,12	0,04	0,03	1,04
34	0,29	0,27	0,23	0,12	0,03	0,03	0,97



Окончание табл. 2

Номер пробы	Коэффициент опасности (K_0)						Суммарный коэффициент концентрации Z_c
	K_0 Zn	K_0 Ni	K_0 Cu	K_0 Cr	K_0 Cd	K_0 Pb	
35	0,29	0,28	0,23	0,12	0,03	0,04	0,98
36	0,33	0,30	0,27	0,13	0,03	0,04	1,09
37	0,29	0,26	0,22	0,12	0,03	0,04	0,96
38	0,29	0,26	0,23	0,12	0,02	0,04	0,96
39	0,29	0,26	0,23	0,12	0,03	0,04	0,97
40	0,29	0,26	0,22	0,12	0,03	0,04	0,97
41	0,29	0,26	0,23	0,12	0,04	0,04	0,98

В результате анализа значений коэффициента опасности для подвижных форм ТМ установлено, что концентрации кадмия и свинца не превышают безопасного порога опасности. Аналогичная картина отмечается для цинка и хрома при наличии единичных проб с значениями коэффициента от 1 до 2, для никеля и меди для всех проб свойственны значения коэффициента, значительно превышающие единицу.

Коэффициент опасности для валовых форм ТМ ни по одному элементу не обнаруживает превышения порогового предела.

Для оценки степени геохимической трансформации почвенного покрова подвижными и валовыми формам ТМ был определен суммарный коэффициент загрязненности (см. табл. 1, 2) Z_c по формуле

$$Z_c = \sum K_{0n-(n-1)},$$

где Z_c – суммарный коэффициент загрязненности ТМ в пробе,

K_0 – коэффициенты опасности определяемых в пробе тяжелых металлов.

В результате установлено, что значения Z_c ни по подвижным, ни по валовым формам ТМ ни в одной из исследованных проб не превышают рубежа в 16 единиц (максимальное расчетное значение составило 10,64 по подвижным и 1,33 по валовым формам). Таким образом, можно констатировать, что в соответствии с СанПиН исследуемые почвы по степени загрязненности относятся к категории «допустимое загрязнение» [4].

Выводы. По результатам проведенных исследований было определено содержание в почвенном покрове подвижных и валовых форм тяжелых металлов первого и второго классов опасности (Zn, Ni, Cu, Cr, Cd, Pb) в зоне влияния Гусельского полигона захоронения твердых бытовых отходов.

В результате анализа значений коэффициента опасности для подвижных форм ТМ установлено,

что концентрации кадмия и свинца, цинка и хрома не превышают безопасного порога опасности, для никеля и меди для всех проб свойственны значения коэффициента, значительно превышающие единицу. Коэффициент опасности для валовых форм ТМ ни по одному элементу не обнаруживает превышения порогового предела.

Основной вывод проведенных исследований состоит в том, что по результатам определения суммарного коэффициента загрязнения для валовых и подвижных форм эколого-геохимическое состояние исследуемых почв оценивается как «допустимое загрязнение». Таким образом, можно констатировать, что в соответствии с СанПиН исследуемые почвы по степени загрязненности относятся к категории «допустимое загрязнение» [4].

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (проект № 1757) и гранта Президента РФ для поддержки молодых российских ученых (проект МК-5424.2015.5).

Библиографический список

1. Водяницкий Ю. Н., Ладонин Д. В., Савичев А. Т. Загрязнение почв тяжелыми металлами. М., 2012. 250 с.
2. Павлов П. Д., Решетников М. В., Еремин В. Н. Состояние почвенного покрова в зоне влияния полигона твердых бытовых отходов (на примере Гусельского полигона г. Саратова) // Изв. Сарат. ун-та. Нов. сер. Сер. Науки о Земле. 2015. Т. 15, вып. 1. С. 69–75.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М., 2008. 7 с.
4. СанПиН 2.1.7.1287-03 Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. М., 2003. 5 с.