

Исследование мелкой фракции свалочных масс свалки в границах г. Волгограда

А.А. Калинин, Н.В. Грачева, Н.О. Сиволобова, Н.А. Селезнева

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В работе представлены результаты исследования химического загрязнения отсева, полученного сепарацией свалочных масс свалки, расположенной на территории Ворошиловского района г. Волгограда. Проведен расчет класса опасности мелкой фракции.

Ключевые слова: свалочные массы, мелкая фракция, химическое загрязнение, класс опасности.

За рубежом одной из стратегий снижения негативного воздействия на окружающую среду свалок твердых коммунальных отходов является их разработка, которая предусматривает выемку, переработку и утилизацию накопленных свалочных масс [1-3]. В нашей стране эта стратегия не получила распространения ввиду неоправданно высоких затрат на разделение отходов и получение полезных фракций. Однако опыт других стран показывает возможность достаточно эффективного использования мелких органических и минеральных фракций свалочного грунта для получения компоста или укрывного материала [2, 3], что обусловлено их высоким содержанием в общей массе отходов и легкостью выделения [2-5].

Ограничивающим фактором при этом может быть содержание в мелких фракциях загрязняющих веществ [6], оказывающих негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

Цель настоящей работы – определение возможности использования в качестве грунта рекультиванта мелкой фракции (отсева) отходов свалки, расположенной на западной окраине г. Волгограда в районе Ворошиловского городского кладбища в 1 км. севернее автодороги Волгоград-Ростов (ул. Неждановой) и 2,5 км. южнее села Студено-Яблоневка Городищенского

района Волгоградской области. Данная свалка образована в 1956 году, а официально закрыта в январе 1992 года.

Техногенные грунты свалки представлены антропогенными образованиями, перемешанными с четвертичными делювиальными отложениями, которые представлены суглинками (рис.1). Мощность техногенных грунтов составляет от 0,5 до 27,4 м.



Рис. 1. – Техногенные грунты свалки

Образцы свалочного грунта отобраны с пробных площадок (100x100м) методом конверта с глубины 0,0-0,3м и 1м и из скважин - объединенные усредненные пробы на всю глубину техногенного грунта. Всего подготовлено 17 проб. Все образцы подвергнуты предварительному рассеву для выделения мелкой фракции (размер сита – меньше 3 мм), упакованы и переданы в сертифицированную лабораторию, имеющую соответствующую аккредитацию.

В отобранных пробах были определены следующие приоритетные показатели загрязнителей: водородный показатель (рН), содержание

бенз(а)пирена, нефтепродуктов и группы элементов, относящихся к тяжелым металлам: ртуть (Hg), кадмий (Cd), мышьяк (As), свинец (Pb), цинк (Zn), никель (Ni) и медь (Cu), а именно, форм, извлекаемых кислотой и ацетатно-аммонийном буферным раствором с рН, равным 4,5. Концентрация тяжелого металла, извлекаемого кислотной вытяжкой, свидетельствует об общем количестве или запасе тяжелого металла [7]. Эта форма отражает общее содержание тяжелых металлов в почве, способных при определенных условиях активно мигрировать и оказывать негативное воздействие на живые организмы и окружающую среду [8]. Металлы, извлекаемые буферным раствором, характеризует подвижную форму, мигрирующую уже в данных условиях.

Установлено, что значение водородного показателя водной вытяжки из проб находилось в диапазоне от 6,9-7,0 до 7,1-7,6, что соответствует нейтральной и слабощелочной реакции. Содержание бенз(а)пирена и мышьяка во всех пробах отсева не превышало значения предельно-допустимых концентраций (ПДК). Содержание нефтепродуктов находилось в границах регионального фона (10-20 мг/кг).

Показано, что для таких элементов, как ртуть, свинец и цинк, уровни содержания значительно ниже утвержденных ПДК (таблицы №1 и №2). Превышения нормативных значений (ПДК и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК)) в пробах отмечены для таких токсикантов, как кадмий (1 класс опасности), никель и медь (2 класс опасности) (таблицы №1 и 2).

Обобщенная оценка степени загрязнения отсева проведена по суммарному показателю химического загрязнения Z_c без учета и с учетом коэффициента токсичности [9]. В расчетах использованы средние уровни содержания элементов, имеющих превышения нормативных показателей: Cd, Ni и Cu. Учитывая, что рассматриваемые элементы представлены в

природных почвах, в качестве сравнения использованы фоновые уровни зональных типов почв: Cd – 0,16 мг/кг, Ni – 35 мг/кг и Cu – 20 мг/кг.

Таблица № 1

Содержание кислоторастворимых тяжелых металлов в отсеве

№	Концентрация тяжелых металлов, мг/кг					
	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg (общая)
1	5,50	45,62	58,04	1,50	48,1	менее 0,05
2	6,60	65,82	102,00	1,33	23,7	менее 0,05
3	4,50	89,44	79,60	1,55	46,5	менее 0,05
4	3,80	68,21	69,04	1,34	25,8	менее 0,05
5	4,90	55,63	123,02	2,56	49,8	менее 0,05
6	2,30	48,92	98,01	2,02	36,5	менее 0,05
7	7,00	48,04	88,98	1,61	24,4	менее 0,05
8	5,50	67,68	82,04	0,99	17,8	менее 0,05
9	8,90	33,04	85,02	0,69	44,4	менее 0,05
10	7,30	47,52	77,48	0,26	35,0	менее 0,05
11	3,25	52,74	65,58	1,44	40,4	менее 0,05
12	3,03	5,33	2,43	0,07	10,1	менее 0,05
13	3,03	2,37	1,33	0,08	10,0	менее 0,05
14	3,02	3,01	0,12	0,05	20,0	менее 0,05
15	2,49	64,31	81,31	1,75	50,3	менее 0,05
16	3,01	5,72	1,21	0,33	20,3	менее 0,05
17	3,04	2,58	0,91	0,11	12,5	менее 0,05
Среднее	4,54	41,53	59,77	1,04	30,33	<0,05
ПДК/ ОДК	0,5	33	20	32	55	2,1

Значение суммарного показателя химического загрязнения Z_c без учета коэффициента токсичности составило 30,03, а с учетом - 46,34, что соответствует категориям «умеренно опасная» и «опасная». Это означает, что в условиях, способствующих активной миграции тяжелых металлов, на окружающую среду будет оказываться негативное воздействие. Данный показатель является преимущественно критерием потенциальной опасности.

Таблица № 2

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в отсеве

№	Концентрация тяжелых металлов, мг/кг			
	Cu	Ni	Pb	Zn
1	20,6	52,0	1,1	0,11
2	24,5	85,0	1,1	0,10
3	23,8	65,2	1,1	0,29
4	18,9	56,0	1,0	0,10
5	22,6	100	2,0	0,25
6	18,4	72,8	1,8	0,19
7	15,2	76,5	1,3	0,14
8	24,8	71,5	0,48	0,06
9	13,2	62,0	0,26	0,35
10	17,9	65,3	0,12	0,26
11	15,6	51,4	0,73	0,13
12	1,00	0,96	0,03	0,03
13	0,53	0,66	0,01	0,08
14	0,62	0,40	0,03	0,12
15	13,6	62,5	0,84	0,31
16	1,59	0,50	0,05	0,08
17	0,99	0,16	0,04	0,034
Среднее	13,75	48,40	0,71	0,15
ПДК/ ОДК	3	4	6	23

С целью определения степени фактического негативного воздействия отсева на окружающую среду был рассчитан его класс опасности в соответствии с приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 4 декабря 2014 г. № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I-V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» и СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления».

При расчете класса опасности мелкой фракции учитывалась концентрация подвижной формы тяжелых металлов. Коэффициент степени

опасности (W_i), степень опасности (K_i) для окружающей среды и концентрация загрязнителей в отсеве представлены в таблице №3.

Компоненты, состоящие из таких химических элементов, как кремний, титан, натрий, калий, кальций, углерод, фосфор, сера, в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам с коэффициентом степени опасности компонента для окружающей среды, равным 10^6 . При наличии в составе веществ, продуктов с доказанной для человека канцерогенностью, данному компоненту отхода присваивается значение коэффициента степени опасности равное 1.

Таблица №3

Коэффициент степени опасности (W_i), степень опасности (K_i) для окружающей среды и концентрация компонентов в отсеве

Компоненты отходов	W_i , мг/кг	C_i , мг/кг	K_i
Песок, глина, подобные силикатные и алюмосиликатные отходы; снятый грунт	1000 000	999916,11	1,000
Нефтепродукты	13111,34	16,34	0,001
Никель [10]	1	48,40	48,400
Цинк	63	0,15	0,002
Медь	16	13,75	0,859
Свинец	4	0,71	0,178
Кадмий [11]	1	4,54	4,540
ИТОГО	4 класс опасности		54,98

Результаты расчета показали, что мелкая фракция свалочных масс относится к 4 классу опасности отходов – малоопасным.

Таким образом, непосредственное использование отсева в качестве грунта-рекультиванта невозможно. Необходимо провести мероприятия по его детоксикации. Ввиду наличия компонентов, обладающих

канцерогенными свойствами, приемлемыми направлениями детоксикации является их извлечение из отсева или капсулирование в нем.

Литература

1. Hogland W. Remediation of an old landfill: soil analysis, leachate quality and gas production // Environmental Science & Pollution Research International. 2002. v. 1. pp. 49–54p.

2. Kurian J., Esakku S., Palanivelu K. et al. Studies on landfill mining at solid waste dumpsites in India // Ninth International Waste Management and Landfill Symposium. Margherita di Pula, Cagliari, Sardinia, Italy, 2003a. URL: researchgate.net/publication/242238271_Studies_on_landfill_mining_at_solid_waste_dumpsites_in_India

3. Zhao, Y., Song, L., Huang, R. et al. Recycling of aged refuse from a closed landfill // Waste Management and Research. 2007. 25(2). PP. 130–138.

4. Слюсарь Н.Н., Загорская Ю.М., Ильиных Г.В. Изучение фракционного и морфологического состава отходов старых свалок и полигонов // Вест. ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2014. № 3. С. 77–85.

5. Пластинина А.Е., Попова Ю.А. Ресурсы старых свалок // Твердые бытовые отходы. 2016. №2. С. 22-24.

6. Мишустин О.А., Хантимирова С.Б., Желтобрюхов В.Ф., Грачева Н.В., Селезнева Н.А., Сиволобова Н.О., Дородникова И.М. Оценка уровня негативного воздействия на компоненты природной среды несанкционированной свалки у п. Самофаловка Волгоградской области // Инженерный вестник Дона, 2019, № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6176.

7. Медведев И.Ф., Деревягин С.С. Тяжелые металлы в экосистемах. Саратов: Ракурс, 2017. 178 с.

8. Минкина Т.М., Бауэр Т.В., Манджиева С.С. и др. Закономерности процесса трансформации цинка в черноземе обыкновенном в присутствии различных анионов // Инженерный вестник Дона, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1793.

9. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. 86 с.

10. Габараева З.Г., Макиева Д.Ч. Действие тяжелых металлов на организм человека // Образование и право, 2020, №11. URL: cyberleninka.ru/article/n/deystvie-tyazhelyh-metallov-na-organizm-cheloveka.

11. Агбалян Е.В, Шинкарук Е.В. Характеристика генотоксических и цитотоксических эффектов малых доз кадмия // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 6 (часть 3). С. 427-431.

References

1. Hogland W. Environmental Science & Pollution Research International. 2002. v. 1. pp. 49–54 p.

2. Kurian J., Esakku S., Palanivelu K. et al. Ninth International Waste Management and Landfill Symposium. Margherita di Pula, Cagliari, Sardinia, Italy, 2003a. URL: researchgate.net/publication/242238271_Studies_on_landfill_mining_at_solid_waste_dumpsites_in_India.

3. Zhao, Y., Song, L., Huang, R. et al. Waste Management and Research. 2007. 25(2). pp. 130–138.

4. Slyusar N.N., Zagorskaya YU.M., Ilinykh G.V. Vest. PNIPU. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika. 2014. № 3. pp. 77–85.

5. Plastinina A.E., Popova YU.A. Tverdyye bytovyye otkhody. 2016. №2, pp. 22-24.



6. Mishustin O.A., Khantimirova S.B., Zheltobryukhov V.F., Gracheva N.V., Selezneva N.A., Sivolobova N.O., Dorodnikova I.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, № 9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6176.
7. Medvedev I.F., Derevyagin S.S. Tyazhelye metally v ekosistemakh. Saratov [Heavy metals in ecosystems]. Rakurs, 2017. 178 p.
8. Minkina T.M., Bauer T.V., Mandzhiyeva S.S. i dr. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1793.
9. Vodyanitskiy YU.N. Tyazhelye metally i metalloidy v pochvakh [Heavy metals and metalloids in soils]. M.: GNU Pochvennyy institut im. V.V. Dokuchayeva RASKHN, 2008. 86 p.
10. Gabarayeva Z.G., Makiyeva D.CH. Obrazovaniye i pravo, 2020, №11 URL: cyberleninka.ru/article/n/deystvie-tyazhelyh-metallov-na-organizm-cheloveka.
11. Agbalyan E.V, Shinkaruk E.V. Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2015. № 6 (chast' 3). pp. 427-431.