

УДК 628.5

**ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ
МЕТАЛЛОВ В ПОДЗЕМНОЙ ВОДЕ И ПОЧВОГРУНТАХ В
РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ТБО**

Канд. техн. наук Ж.М. Жаппарова

В статье показано распределение тяжелых металлов в почвогрунтах и подземной воде в районе расположения полигона твердых бытовых отходов (ТБО). Изучена динамика распределения и миграция загрязняющих веществ в почвогрунтах и воде.

Площади, занимаемые полигонами захоронения ТБО, представляют собой значительные территории, которые в дальнейшем становятся непригодными для использования. К основным проблемам, связанным с захоронением ТБО относятся: а) вымывание веществ, загрязняющих почвогрунты и подземные воды; б) образование метана; в) просадка грунта. Наиболее серьезной из перечисленных проблем является вымывание веществ, загрязнение почвогрунтов и подземных вод. Вода, просачиваясь через отходы, образует особенно ядовитый фильтрат, в котором наряду с остатками разлагающейся органики присутствует железо, ртуть, свинец, цинк и другие металлы из ржавых консервных банок, негодных батареек и электроприборов, а также красители, пестициды, моющие средства и другие химикаты. Этот ядовитый раствор ухудшает состояние почвогрунтов, далее поступает в водоносные горизонты, и оттуда вредные вещества могут попасть в питьевые воды.

Целью данной работы явилось изучение содержания и миграции тяжелых металлов в почвогрунтах и подземных водах в районе расположения Карасайского полигона захоронения ТБО. Были проведены исследования в течение ряда лет, отобраны пробы воды из наблюдательной скважины, фильтрационной воды в пруде-накопителе, а также почвогрунтов.

Полигон расположен в Карасайском районе Алматинской области на 34 км от г. Алматы, в 2,3 км севернее автомобильной дороги Алматы – Бишкек, в 3 км западнее поселка «Айтей». Это специальное сооружение, предназначенное для централизованного складирования (изоляции) ТБО г. Алматы. Полигон представляет собой естественный V-образный лог с крутыми бортами. Ширина и глубина лога уменьшаются к северу от

340...350 до 140...150 м и от 90...95 м до 35...40 м соответственно. Рельеф участка сильно изрезан, поверхность представляет собой сочетание логов, холмов и увалов с плоскими вершинами, наклонными на север. Прилегающая территория – степь. В нижней части лога, используемого как участок для складирования ТБО, возведены земляные плотины №1 и №2 с целью перехвата возможного фильтрата и отвода его в колодец, размещенный между указанными плотинами. За плотиной № 2 расположены скважины для наблюдения за состоянием грунтовых вод.

Климат рассматриваемого района резко-континентальный. Осадки за год составляют 509 мм, среднегодовое испарение равно 452,2 мм. Средняя многолетняя температура воздуха самого холодного месяца (января) равна минус 9,9 °С, средняя многолетняя температура воздуха самого жаркого месяца (июля) равна плюс 29,5 °С. Осадки, влага из тела полигона, а также жаркое лето способствует интенсивному растворению содержимого полигона ТБО и переходу загрязняющих веществ в водную фазу. Фильтрат, образующийся в результате данного процесса, представляет собой жидкость коричневого цвета в значительном объеме, которая собирается между плотинами, в образовавшемся пруде-накопителе. В современной литературе разработаны классификации полигонов по количеству отводимых сточных вод, например L. Chang подразделяет полигоны на три типа:

- 1) со свободной мощностью (ненасыщенные), где образованные сточные воды хранятся в теле полигона, а утечки из него незначительны;
- 2) с насыщенным телом полигона – с образованием значительного количества сточных вод, где весь объем фильтрата просачивается из тела полигона и должен быть отведен в места очистки и захоронения;
- 3) с перенасыщенным телом полигона – с интенсивным образованием сточных вод больших объемов с высокими концентрациями [15].

Следуя данной классификации, Карасайский полигон, захоронения ТБО можно отнести к 3 типу. На полигон ТБО принимаются твердые бытовые отходы от жилых массивов, общественных и коммерческих организаций, рынков, уличный смет. Современный морфологический состав твердых бытовых отходов для Алматы, России и развитых стран представлен в табл. 1. Как видно морфологический состав ТБО изучаемого полигона имеет близкий состав с полигонами России, отличием является повышенное содержание строительного мусора. Это связано с тем, что в настоящее время в г. Алматы и его окрестностях ведется интенсивное строительство, производится снос и замена ветхого домостроения.

Таблица 1

Морфологический состав ТБО, % [8, 14]

Компоненты ТБО	Развитые страны					Россия				РК
	США	Австрия	Швеция	Голландия	Великобритания	Москва	Владимир	Тольятти	Пермь	Алматы
Макулатура	39	21,9	44	-	24,7	30,4	22	27	25,1	27,6
Пищевые отходы	7	29,8	30	51,9	19	28,1	44	38	39,4	32,5
Металл	8	5,2	2	3,7	7	5,7	8	2,2	4,4	2,9
Стекло	6	7,8	8	5	9	4,4	9	5,3	15,9	4,3
Дерево	7	-	-	-	-	2,2	1	3	2,5	1,2
Пластмасса	9	9,8	7	8,1	10	5	5	6,3	5,85	8,3
Текстиль	-	-	-	-	-	3	5	3,3	4,25	2,4
Резина, кожа	-	-	-	-	-	1,8	-	1,6	1,55	0,7
Строительный мусор	-	-	-	-	-	3,4	1	0,9	6,7	10,8
Прочие	24	25,5	9	6,6	18	16	5	12,1	24,3	8,6

На рис. 1 представлена ситуационная схема полигона ТБО. Стрелками на карте обозначены платины, которые должны предотвращать попадание фильтрата в воду наблюдательных скважин. Под воздействием осадков и талых вод произошло частичное разрушение дамб, и фильтрационные воды стекают в место расположения наблюдательных скважин.

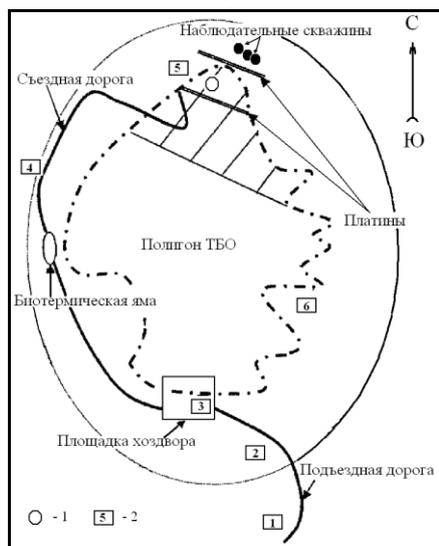


Рис. 1. Ситуационная схема Карасайского полигона ТБО. 1 – точки взятия контрольных проб воды; 2 – точки взятия контрольных проб почвы.

Для изучения степени загрязнения объектов окружающей среды были отобраны пробы почвогрунтов, а также пробы воды в наблюдательной скважине и фильтрационной воды полигона в пруде-накопителе. При анализе применялись методики, внесенные в реестр Республики Казахстан [6, 13]. Определение тяжелых металлов проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре «АAnalyst 400» фирмы PerkinElmer (США). Проводить анализ воды по всем параметрам не всегда представлялось возможным, причиной тому явилось сложность матрицы, затрудняющей анализ на какой-либо параметр или малый объем отобранного образца. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в воде исследуемых объектов, мг/дм³

Дата отбора проб	Тяжелые металлы								
	As	Hg	Cr	Mn	Cu	Zn	Ni	Cd	Pb
ПДК	0,05	0,0005	0,05	0,1	1,0	1,0	0,1	0,001	0,03
Пруд накопитель									
25.06.07	0,00614	<0,00002	1,994	0,0536	0,876	0,5065	0,226	<0,0008	0,135
30.09.06 2003	32	1,8	1,2	0,21	0,61	0,93	0,45	3	0,049
	<0,001	<0,001			1,72	1,5		<0,05	0,60
Скважина									
30.09.06 2003	46	0,3	0,21	3,17	0,22	0,87	0,18	1,1	0,079
	<0,001	<0,001			0,08	0,1		<0,05	0,40

Как следует из таблицы, подземные воды наблюдательной скважины имеют значительное содержание загрязняющих веществ, наблюдается тенденция к росту загрязнения. По некоторым показателям наблюдается превышение ПДК для воды культурно-бытового водопользования. Наблюдается четкая взаимосвязь между содержанием загрязняющих веществ в фильтрационной воде полигона и в воде наблюдательной скважины.

Отбор проб почвогрунтов проводился в 6 точках на двух глубинах 0...5, 5...20 см методом конверта, с проведением дополнительных четырех прикопок вокруг каждой точки. Размер пробной площадки составлял 10×10 м [1-3, 5].

Для большей информативности были заложены две фоновые точки, которые характеризуют прилегающую к полигону территорию и обозначены на ситуационной схеме точка 1 и точка 6 [4, 7, 9-12].

На рис. 1 указаны точки отбора проб почвогрунтов. Точки выбирались по следующим направлениям:

т. 1 – (фон 1) 1000 м на юг от центрального въезда;

- т. 2 – поезда́ная доро́га 200 м на ю́г от центрального въезда;
- т. 3 – пло́щадка хоздво́ра 45 м на ю́г от скла́да запча́стей;
- т. 4 – 1200 м от хоздво́ра по объе́здной доро́ге;
- т. 5 – 30 м на се́веро-запа́д от 2 плоти́ны;
- т. 6 – (фон 2) 3000 м на запа́д от центрального въезда и 270 м от доро́ги А́лматы – Би́шкек.

Основными критериями оценки степени загрязнения почвогрунтов были ПДК и концентрации загрязняющих веществ в фоновые точки. Ниже на рис. 2 и 3 показано содержание тяжелых металлов на исследуемом участке и их распределение на разных глубинах.

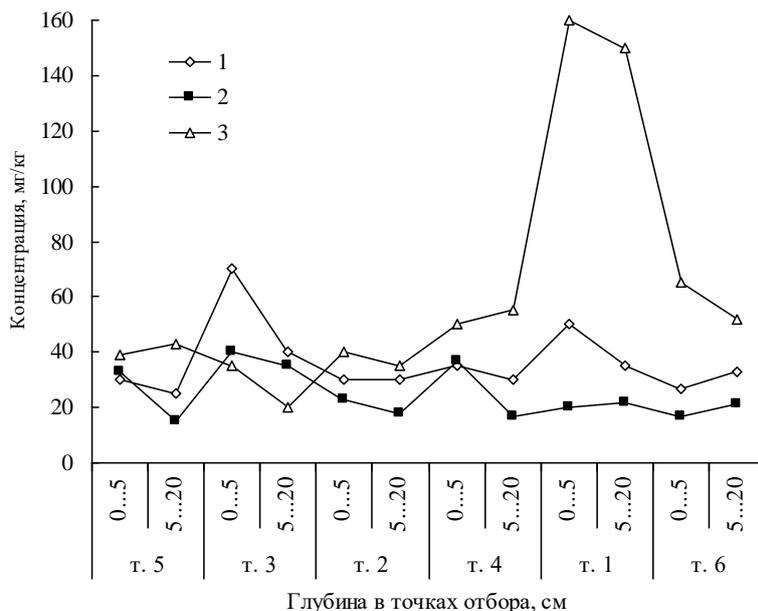


Рис. 2. Содержание тяжелых металлов в почвогрунтах на Карасайском полигоне ТБО. 1 – Pb, 2 – Cu, 3 – Zn.

По результатам исследований было выявлено, что превышение ПДК тяжелых металлов в почве наблюдается практически на всей исследуемой территории. Так, содержание меди выше ПДК в 3...13 раз, цинка в 1,5...6,5 раз, молибдена в 75 раз, олова более чем в 100 раз, свинца в 1,1...2,2 раза. Содержания кадмия находится практически на одном уровне, превышение ПДК не наблюдается. Концентрация олова выше на поверхности почвогрунтов и наполовину ниже на глубине 5...20 см, причем эта тенденция наблюдается на всех точках отбора, за исключением фоновой точки 6. Высокие концентрации олова отмечены вблизи дорог,

возможно, имеет место загрязнение автомобильным транспортом. Наибольшее количество свинца выявлено на поверхности почвенного покрова на территории площадки хоздвора, что является следствием хозяйственной деятельности. Высокие концентрации цинка наблюдаются в точке 1, что очевидно связано с локальным загрязнением. Достаточно высокая загрязненность «фоновых» точек свидетельствует о значительном влиянии полигона захоронения ТБО на исследуемую территорию.

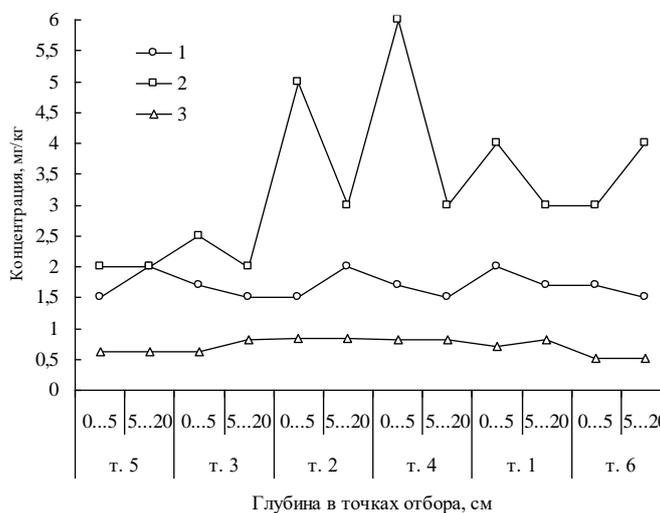


Рис. 3. Содержание тяжелых металлов в почвогрунтах на Карасайском полигоне ТБО. 1 – Mo, 2 – Sn, 3 – Cd.

Особенность тяжелых металлов к накоплению, приводит к постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и живых организмов. Изучение состава фильтрационной воды полигона захоронения ТБО позволяет получить данные для подбора метода очистки, что является актуальным, учитывая объемы образующегося фильтрата. Изменение количества загрязняющих веществ в воде наблюдательной скважины в районе расположения полигона позволяет сделать вывод о том, что фильтрационные воды, проникая через почву, увеличивают степень загрязнения подземных вод, а полигон оказывает серьезное влияние на окружающую природную среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 17.2.2.01-81 (СТ СЭВ 4470-84). Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. – М.: Издательство стандартов, 1981.– 7 с.

2. ГОСТ 17.4.3.01-83 (СТ СЭВ 3847-82) .Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.– М.: Издательство стандартов, 1983.– 8 с.
3. ГОСТ 17.4.3.03-85.Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. – М.: Издательство стандартов,1985.– 9 с.
4. ГОСТ 17.4.3.06-86 (СТ СЭВ 5101-85). Охрана природы. Почвы. Общие требования к классификации почв по влиянию на них химических загрязняющих веществ. – М.: Издательство стандартов,1986.– 9 с.
5. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почва. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа. – М.: Издательство стандартов,1984.– 7 с.
6. М-03-505-119-03 Методика количественного химического анализа Ag, Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Si, Se, Sn, Sr, Ti, Li, V, Zn в питьевых, природных, сточных водах и атмосферных осадках атомно-абсорбционным методом. / Под ред. И.И. Гринштейна – СПб.: РНЦ «Прикладная химия», 2003. – 26 с.
7. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами №4266-87. Утв. МЗ СССР 13.03.87. – М.: Минприроды РФ, 1987.– 17 с.
8. Нуркеев С.С., Утегулов Н.И., Кезембаева Г.Б., Нурмакова С.М., Усербаева А. Разработка норм накопления твердых бытовых отходов в г. Алматы. – Алматы.: 2006. – 125 с.
9. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах: ГН 2.1.7.020-94 (Дополнение №1 к перечню ПДК и ОДК №6229-91). Утв. ГКСЭН РФ 27.12.94. – М.: Минприроды РФ, 1994.– 35 с.
10. Оценка степени загрязнения почв химическими веществами. – Ч.1. Тяжелые металлы и пестициды. – М.: Минприроды РФ, 1982. – 40 с.
11. Оценочные показатели санитарного состояния почв населенных мест N 1739-77. Утв. МЗ СССР 7.07.77. – М.: Минприроды РФ, 1988.– 20 с.
12. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве №6229-91. Утв. МЗ СССР 19.11.91. М.: Минприроды РФ, 1991.–38 с.
13. РД 52.18.191-89 Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. / Под ред. А.Ф. Ковалева – М.: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, 1990. – 29 с.

14. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С. Твердые бытовые отходы. – М.: Акад. коммун. хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2001. – 319 с.
15. Chang L. Ausleitung von einstufigen Belebungsanlagen zur Stickstoffelimination bei Sickerwassern aus Siedlungsabfalldeponien. Institut für Siedlungswasserwirtschaft. Technische Universität Braunschweig. Heft 62 – Braunschweig – 1998.

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

**ҚАТТЫ ТҰРМЫС ҚАЛДЫҚТАР ПОЛИГОН АУМАҒЫНДАҒЫ
ЖЕР ТОПЫРАҒЫ МЕН СУЫНДА АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ
МӨЛШЕРІМЕН ОЛАРДЫҢ ЖЫЛЖУЫ**

Техн. ғылымд. канд. Ж.М. Жаппарова

Бұл мақалада қатты тұрмыс қалдықтар полигон аумағындағы жер топырағы мен суы зерттеліп, әр түрлі тереңдікте ауыр металдардың мөлшері белгіленіп, металдардың жылжуы көрсетілген, ШРК артықшылығы бар екені анықталған.