

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

УДК 504.61

©Шавкун В.В.¹, Капустин А.Е.²

УМЕНЬШЕНИЕ ДРЕНАЖНЫХ СТОКОВ С ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Изучен морфологический состав мусора на полигоне твердых бытовых отходов. Определен химический и биологический состав стоков полигона, их влияние на загрязнение Азовского моря. Предложен метод устранения данного загрязнения.
Ключевые слова: бытовые отходы, свалка, стоки, Азовское море.

Шавкун В.В., Капустин О.Є. *Зменшення дренажних стоків з полігону твердих побутових відходів. Вивчений морфологічний склад сміття на полігоні твердих побутових відходів. Визначений хімічний та біологічний склад стоків полігону, їх вплив на забруднення Азовського моря. Запропонований метод усунення цього забруднення.*
Ключові слова: побутові відходи, стоки, Азовське море, утилізація побутових відходів.

V.V. Shavkun, O.E. Kapustin. *Decrease drains from dump. Morphological composition of waste on the dump was studied. Chemical and biological composition of drains and their impact to Azov Sea contamination was defined. Method of removal this pollution was proposed.*
Keywords: waste, drains, Azov Sea, waste waters.

Постановка проблемы. Проблема складирования и утилизации твердых бытовых отходов является одной из приоритетных для крупных городов, в частности, таких как Мариуполь, Украина. Городской полигон твердых бытовых отходов площадью 5,4 га расположен на левом берегу р. Кальмиус (рисунок), в 7 км от места ее впадения в Азовское море.



Рисунок – Полигон ТБО г. Мариуполя

¹ аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² д-р хим. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

Анализ последних исследований и публикаций. Ежедневно один житель производит около 0,9-1,0 кг отходов, а это около 450-500 тонн в год. Ориентировочное количество отходов, накопившихся на полигоне с 1976 года, составляет 5,375 млн. т.

Вследствие накопления бытовых отходов в атмосферу выбрасываются в огромных количествах оксиды азота, оксиды углерода, оксиды серы, аммиак, различные органические соединения, а также продукты их взаимодействия с другими веществами [1]. Прилежащие почвы также подвергаются негативному воздействию твердых бытовых отходов.

Наиболее существенное негативное воздействие полигон твердых бытовых отходов оказывает на подземные и наземные водные объекты, поскольку загрязнение носит нелокальный характер. В результате дренажа и с ливневыми стоками токсичные химические соединения, микроорганизмы, яйца и личинки гельминтов попадают в воду р. Кальмиус или грунтовые воды, а впоследствии и в бассейн Азовского моря. Это приводит к дополнительному его загрязнению, нарушению морских экосистем, повышению предельно допустимых концентраций по химическим и биологическим показателям, повышению эпидемиологической опасности морской воды, т.е. неблагоприятному санитарно-бактериологическому состоянию воды Азовского моря [2].

Цель статьи – изучение свалки отходов, определение морфологического состава отходов, хранящихся на полигоне, изучение химического и биологического состава стоков, их влияние на загрязнение реки и моря, разработка предложений по обезвреживанию стоков и устранению их попадания в море.

Изложение основного материала. Пробы мусора и фильтрата для исследований отбирали по методам [3, 4]. Химический состав стоков определяли стандартными методами [5, 6]. Микробиологические анализы проводили по методикам [7-10].

В таблице 1 приведены среднегодовые данные морфологического состава мусора, при общей влажности мусора – 24 %. В летний период года доля пищевых отходов возрастает в 1,5 раза, при общем увеличении влажности до 32 % [11].

Результаты химических исследований жидких стоков приведены в таблице 2.

Наибольшее превышение предельно допустимых концентраций было обнаружено для фенолов, железа и СПАВ. Так, попадание фенола в организм человека приводит к разрушению нервной системы, способствует онкозаболеваниям [12]. Железо также токсично для организма человека, вызывает аллергические реакции, приводит к заболеваниям крови и печени [13].

Определили коли-индекс воды стоков – 6200, общее микробное число – 430 кол/мл, что свидетельствует о неблагоприятном экологическом состоянии данного объекта. Бактерии группы кишечной палочки являются санитарно-показательными микроорганизмами, их обнаружение свидетельствует о фекальном загрязнении. Было установлено, что с отходами на полигон попадают также патогенные микроорганизмы: *Clostridium perfringens*, *Bacillus anthracis*, *Salmonella enterica*, *Staphylococcus aureus*; а также, и такие опасные, как *Vibrio cholerae* *Yersinia pestis*, *Francisella tularensis*.

Нами обнаружены яйца гельминтов: *Enterobius vermicularis*, *Ascaris lumbricoides*, *Diphyllobothrium latum*, *Taeniarrhynchus saginatus*, *Taenia solium*, *Ancilostoma duodunale*, *Echinococcus granulosus*, *Strongyloides stercoralis*.

Стоки полигона ТБО наносят значительный вред экосистемам реки Кальмиус и Азовского моря.

Наиболее опасными из перечисленных в таблице 2 являются фенолы, соединения мышьяка, свинца, кадмия, ртути, фтора. Тяжелые металлы поглощаются фитопланктоном, а затем передаются по пищевой цепи более высокоорганизованным организмам [14].

Отходы, содержащие ртуть, свинец, медь локализованы в отдельных районах у берегов реки Кальмиус, однако некоторая их часть выносится далеко за пределы территориальных вод и в Азовское море. Загрязнение ртутью значительно снижает первичную продукцию морских экосистем, подавляя развитие фитопланктона. Отходы, содержащие ртуть, скапливаются в донных отложениях и эстуариях реки Кальмиус. Дальнейшая ее миграция сопровождается накоплением метилированной ртути и ее включением в трофические цепи водных организмов [15].

Среди вносимых в Азовское море с суши растворимых веществ большое значение для обитателей водной среды имеют не только минеральные, биогенные элементы, но и органические остатки. Вынос в Азовское море органического вещества с полигона ТБО оценивается в

300 – 380 тысяч тонн в год.

Таблица 1

Морфологический состав мусора

№	Наименование фракции	Содержание, %
1.	Пищевые отходы	37
2.	Бумага	28
3.	Древесина	2
4.	Металл	2
5.	Пластмасса	7
6.	Текстиль	8
7.	Стекло	6

Таблица 2

Результаты химических исследований

Наименование показателя	Содержание (мг/дм ³)	ПДК	Превышение ПДК
Фенолы	637,44	0,1	6374,4
Железо	1003,9	0,3	3346,3
СПАВ	12,16	0,01	1216
Роданиды	5,49	0,1	54,9
Нефтепродукты	2,14	0,3	7,13
Кадмий	0,007	0,001	7
Свинец	0,157	0,03	5,23
Марганец	0,46	0,1	4,6
Никель	0,35	0,1	3,5
Алюминий	1,62	0,5	3,24
ХПК	47,24	15,0	3,15
Фториды	3,72	1,5	2,48
Ртуть	0,0009	0,0005	1,8
Фосфаты	6,14	3,5	1,75
Стронций	11,1	7,00	1,58
Висмут	0,14	0,1	1,4
Нитриты	4,31	3,3	1,3
Аммоний	2,25	2,0	1,125

Сточные воды, содержащие суспензии органического происхождения или растворенное органическое вещество, пагубно влияют на состояние водоемов. Осаждаясь, суспензии заливают дно и задерживают развитие или полностью прекращают жизнедеятельность данных микроорганизмов, участвующих в процессе самоочищения вод. При гниении данных осадков могут образовываться отравляющие вещества, такие как сероводород, которые приводят к загрязнению всей воды в реке. Наличие суспензий затрудняют также проникновение света вглубь воды, и замедляет процессы фотосинтеза. Одним из основных санитарных требований, предъявляемых к качеству воды, является содержание в ней необходимого количества кислорода. Поверхностно активные вещества образуют на поверхности воды пленку, которая препятствует газообмену между водой и атмосферой, что снижает степень насыщенности воды кислородом.

Разлагаясь в водной среде, органические отходы могут стать средой для патогенных организмов. Вода, загрязненная органическими отходами, становится практически непригодной для питья и других надобностей. Бытовые отходы опасны не только тем, что являются источником некоторых болезней человека (брюшной тиф, дизентерия, холера), но и тем, что требуют для своего разложения много кислорода. Если сточные воды поступают в водоем в очень больших количествах, то содержание растворимого кислорода может понизиться ниже уровня,

необходимого для жизни морских и пресноводных организмов.

Попадание данных микроорганизмов и яиц и личинок гельминтов в воду Азовского моря может привести к экологической катастрофе, вследствие превышения санитарно-эпидемиологических показателей. Проблема будет заключаться не просто в содержании данных групп организмов в воде (что и само по себе не соответствует нормативным документам), но и в том, что некоторые из них способны активно развиваться и размножаться в данных условиях, а также заражать живые организмы, которые обитают в Азовском море.

Методы устранения загрязнения Азовского моря стоками полигона твердых бытовых отходов, включающие сортировку мусора с последующей его фракционной переработкой и получением биогаза, требуют достаточно больших экономических затрат и технологических разработок. Поэтому мы предлагаем накрыть накопленный мусор непроницаемой пленкой, чтобы уменьшить количество фильтрата.

Ежегодно с полигона твердых бытовых отходов в реку Кальмиус и Азовское море попадает около 24,3 млн. л загрязненного фильтрата. Поскольку площадь исследуемой свалки составляет 5,4 га, а среднегодовое количество осадков – 450 мм, через тело свалки только с атмосферными осадками в реку Кальмиус и Азовское море с фильтратом попадают 15,49 тыс. т фенолов и 24,39 тыс. т железа. Накрытие пленкой уменьшит эти загрязнения.

Реализация данного проекта позволит предотвратить и устранить загрязнение Азовского моря токсичными химическими соединениями, распространителями опасных заболеваний микробной или паразитарной природы, а также получить биогаз и обеззараженные удобрения.

Выводы

Изучено влияние свалки отходов в центре города Мариуполя на окружающую среду и здоровье населения. Изучен морфологический состав мусора, складированный на свалке. Изучен химический и бактериологический состав подземных вод свалки, а также стоков, дренирующих в реку Кальмиус. Определено влияние химического и биологического загрязнения на реку Кальмиус и Азовское море. Определено влияние химического и биологического загрязнения на здоровье населения. Предложен метод уменьшения количества фильтрата с полигона твердых бытовых отходов, заключающийся в накрытии накопленного мусора водонепроницаемой пленкой.

Список использованных источников:

1. Lehmann S. Optimizing urban material flows and waste streams in urban development through principles of zero waste and sustainable consumption / S. Lehmann // Sustainability. -2011.-Vol. 3, №1. - P. 155-183.
2. Klenkin A.A. Characterization of the Azov Sea bottom sediments by the degree of present pollution with a complex of most hazardous toxicants / A.A. Klenkin, L.F. Pavlenko, I.G. Korpakova, E. I. Studenikina // Water Resources. - 2004. - Vol. 35, № 1. - P. 87-91.
3. МУК 4.2.964-00. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Санитарно-паразитологическое исследование воды хозяйственного и питьевого использования. Методические указания. Введен 01.06.2000. - М.: - 2000. 11 с.
4. МУК 4.2.796-99. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы санитарно-паразитологических исследований. Методические указания. Введен: 22.03.00. - М.: - 2000. 69 с.
5. Richard J. Optimised determinations of water in ethanol by encoded photometric near-infrared spectroscopy: A special case of sequential standard addition calibration / J. Richard // Analytica Chimica Acta. - 2011. - Vol. 690. - P. 47-52.
6. Komorowicz I. Estimation of the lake water pollution by determination of 18 elements using ICP-MS method and their statistical analysis / I. Komorowicz, H. Gramowska, D. Baralkewicz // Environmental science. - 2010. - Vol. 45 (3). - P. 348-354.
7. Schwartzbrod J.O. Helminth eggs in marine and river sediments / J.O. Schwartzbrod, M.T. Thevenot, J.L. Stein // Marine pollution Bulletin. - 1989. - Vol. 20. - P. 269-271.
8. Janelidze N. Microbial water quality of the Georgian coastal zone of the Black Sea. / E. Jaiani, N. Lashkhi, A. Tskhvediani, T. Kokashvili, T. Gvarishvili, D. Jgenti, E. Mikashavidze, R. Diasamidze, S. Narodny, R. Obiso, C.A. Whitehouse, A. Huq, M. Tediashvili // Original Research

- Article: *Marine Pollution Bulletin*. - 2011. - Vol. 62. - P. 573-580.
9. Chiemchaisria W. Removal of water-borne microorganisms in floating media filter-microfiltration system for water treatment / W. Chiemchaisria, C. Chiemchaisria, C. Dumrongsukita, S. Threedeacha, H. Hao, S. Vigneswaranb // *Bioresource Technology*. - 2011.-V. 102. - P. 456-469.
 10. Nga Y. Performance evaluation of organic emulsion liquid membrane on phenol removal / Y. Nga // *Journal of Hazardous Materials*. - 2010. - Vol. 184. -P. 250-262.
 11. Gray N.F. Drinking water contamination / N.F. Gray // *Water technology*. - 2010. Vol. 11. - P. 328-359.
 12. Olsena A. Human helminth infections - future research foci / A. Olsena, L. Mubilab // *Trends in Parasitology*. - 2001. - Vol. 17. - P. 303-305.
 13. Brigden K. Heavy metals and other hazardous chemicals discharged from an industrial wastewater treatment company into the Greater Pearl River Delta / K. Brigden, I. Labunska, D. Santillo, P. Johnston // *Greenpeace Research Laboratories Technical Note*. - 2009. - Vol. 09. - P. 213-222.
 14. Gerhard A. Review of impact of heavy metals on stream invertebrates with special emphasis on acid conditions / A. Gerhard // *Water, Air, and Soil Pollution*. - 1993. - Vol. 66 №3-4. - P. 289-314.
 15. Borjesson P. Environmental systems analysis of biogas systems / P. Borjesson, Berglund M. // *Biomass Bioenergy*. - 2005. - Vol. 30, N 5. - P. 469-485.

Bibliography:

1. Lehmann S. Optimizing urban material flows and waste streams in urban development through principles of zero waste and sustainable consumption / S. Lehmann // *Sustainability*.-2011.-Vol. 3, №1. - P. 155-183.
2. Klenkin A.A. Characterization of the Azov Sea bottom sediments by the degree of present pollution with a complex of most hazardous toxicants / A.A. Klenkin, L.F. Pavlenko, I.G. Korpakova, E. I. Studenikina // *Water Resources*. - 2004. - Vol. 35, № 1. - P. 87-91.
3. MUK 4.2.964-00. Methods of control. Biological and microbiological factors. Sanitary and parasitological study household and drinking water use. Guidance. Entered 05/01/2000. - Moscow: Interstate standard: IEC Public standards, 2000. 11.
4. MUK 4.2.796-99. Methods of control. Biological and microbiological factors. Methods sanitary parasitological research. Guidance. Enter: 22/03/00. - Moscow: Standartinform, 2000. 69.
5. Richard J. Optimised determinations of water in ethanol by encoded photometric near-infrared spectroscopy: A special case of sequential standard addition calibration / J. Richard // *Analytica Chimica Acta*. - 2011. - Vol. 690. - P. 47-52.
6. Komorowicz I. Estimation of the lake water pollution by determination of 18 elements using ICP-MS method and their statistical analysis / I. Komorowicz, H. Gramowska, D. Baralkewicz // *Environmental science*. - 2010. - Vol. 45 (3). - P. 348-354.
7. Schwartzbrod J.O. Helminth eggs in marine and river sediments / J.O. Schwartzbrod, M.T. Thevenot, J.L. Stein // *Marine pollution Bulletin*. - 1989. - Vol. 20. - P. 269-271.
8. Janelidze N. Microbial water quality of the Georgian coastal zone of the Black Sea. / E. Jaiani, N. Lashkhi, A. Tskhvediani, T. Kokashvili, T. Gvarishvili, D. Jgenti, E. Mikashavidze, R. Diasamidze, S. Narodny, R. Obiso, C.A. Whitehouse, A. Huq, M. Tediashvili // *Original Research Article: Marine Pollution Bulletin*. - 2011. - Vol. 62. - P. 573-580.
9. Chiemchaisria W. Removal of water-borne microorganisms in floating media filter-microfiltration system for water treatment / W. Chiemchaisria, C. Chiemchaisria, C. Dumrongsukita, S. Threedeacha, H. Hao, S. Vigneswaranb // *Bioresource Technology*. - 2011.-V. 102. - P. 456-469.
10. Nga Y. Performance evaluation of organic emulsion liquid membrane on phenol removal / Y. Nga // *Journal of Hazardous Materials*. - 2010. - Vol. 184. -P. 250-262.
11. Gray N.F. Drinking water contamination / N.F. Gray // *Water technology*. - 2010. Vol. 11. - P. 328-359.
12. Olsena A. Human helminth infections - future research foci / A. Olsena, L. Mubilab // *Trends in Parasitology*. - 2001. - Vol. 17. - P. 303-305.
13. Brigden K. Heavy metals and other hazardous chemicals discharged from an industrial wastewater treatment company into the Greater Pearl River Delta / K. Brigden, I. Labunska, D. Santillo, P. Johnston // *Greenpeace Research Laboratories Technical Note*. - 2009. - Vol. 09. - P. 213-222.

14. Gerhard A. Review of impact of heavy metals on stream invertebrates with special emphasis on acid conditions / A. Gerhard // Water, Air, and Soil Pollution. - 1993. - Vol. 66 №3-4. - P. 289-314.
15. Borjesson P. Environmental systems analysis of biogas systems / P. Borjesson, Berglund M. // Biomass Bioenergy. - 2005. - Vol. 30, N 5. - P. 469-485.

Рецензент: В.П. Гранкин
д-р физ.-мат. наук, проф. ГВУЗ «ПГТУ»

Статья поступила 07.12.2012

УДК 504.61

©Шавкун В.В.¹, Капустин А.Е.²

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Статья посвящена исследованию полигона твердых бытовых отходов г. Мариуполя. Описаны методы анализа мусора, накопившегося на полигоне, грунтовых вод и фильтрата по химическим и биологическим показателям.

Ключевые слова: полигон твердых бытовых отходов, фильтрат, отстойник, химический анализ, биологический анализ.

Шавкун В.В., Капустин А.Е. Методи дослідження полігону твердих побутових відходів. *Стаття присвячена дослідженню полігону твердих побутових відходів м. Маріуполя. Описані методи аналізу сміття, що накопичене на полігоні, ґрунтових вод та фільтрату за хімічними та біологічними показниками.*

Ключові слова: полігон твердих побутових відходів, фільтрат, відстійник, хімічний аналіз, біологічний аналіз.

V.V. Shavkun, O.E. Kapustin. Methods of landfill's studying. *This article is about investigation of landfill on Mariupol city. Methods of chemical and biological analysis waste, which located on the landfill, subterranean waters and runoffs.*

Keywords: landfill, runoff, sump, chemical analysis, biological analysis.

Постановка проблемы. Исследуемый полигон твердых бытовых отходов г. Мариуполя занимает территорию 5,4 га и расположен на левом берегу р. Кальмиус в 6,7 км от места ее впадения в Азовское море. Полигон состоит из трех частей: 1 - свалка, на которой расположен мусор (около 5,375 млн. т), накопленный в течение 43 лет; 2 – площадка, на которой будет располагаться мусор в будущем; 3 – для сбора поверхностного стока между существующей свалкой и проектируемым полигоном расположен отстойник, размером 110 x 90 м и глубиной до 5 м. Образующий на полигоне фильтрат оказывает негативное влияние на грунтовые воды, а также на Азовское море, поскольку фильтрат постоянно стекает в р. Кальмиус.

Цель статьи – для разработки технологии по борьбе с загрязнением полигона ТБО необходимо знать его состав. Такая информация должна включать данные о морфологическом составе мусора, химическом и биологическом составе стоков, а также о выбросах в газовую среду. Для получения этих данных проводили анализ мусора и фильтрата, точки отбора проб приведены на рисунке.

Изложение основного материала. 1. **ОТБОР ПРОБ.** Пробы мусора для дальнейших исследований отбирали согласно методики [1]. Для определения морфологического состава мусора исследовали 1000 г отходов. Среднегодовые результаты исследования фракционного состава

¹ аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² д-р хим. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь