УДК 658.567

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТЕРИТОРІЙ НАВКОЛО ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Н. В. Научу, А. О. Водяник
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
вул. Борщагівська 115, м. Київ, 34056, Україна. E-mail: nauchuka@online.ua

Одним із основних факторів впливу полігонів твердих побутових відходів на атмосферу є звалищний газ – газ, що утворюється в результаті анаеробного бродіння відходів у тілі полігону. Основними компонентами звалищного газу є парникові гази двооксид вуглецю та метан. Супутніми до основних компонентів є толуол, аміак, ксилол, оксид вуглецю, двооксид азоту, формальдегід, етилбензол, ангідрид сірчистий, сірководень тощо. Сумарний їх об'єм не перевищує 3 % від загального об'єму біогазу, проте, гранично допустимі концентрації цих газів суттєво менші ніж допустимий рівень метану. Результати моделювання розсіювання мікрокомпонентів звалищного газу показали, що зони забруднення, в яких концентрація перевищує гранично допустимі значення, поширюються на десятки кілометрів.

Ключові слова: полігон ТПВ, звалищний газ, мікрокомпоненти, емісія.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ПРИЛЕГАЮЩИХ К ПОЛИГОНАМ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ТЕРРИТОРИЯХ

Н. В. Научу, А. О. Водяник
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
ул. Борщаговская, 115, г. Киев, 34056, Украина. E-mail: nauchuka@online.ua

Одним из основных факторов влияния полигонов твердых бытовых отходов на атмосферу является свалочный газ – газ, образующийся в результате анаэробного брожения отходов в теле полигона. Основными компонентами свалочного газа являются парниковые газы диоксид углерода и метан. К сопутствующим основных компонентов свалочного газа относятся толуол, аммиак, ксилол, оксид углерода, диоксид азота, формальдегид, этилбензол, ангидрид сернистый, сероводород и др. Суммарный их объем не превышает 3 % от общего объема свалочного газа, однако, предельно допустимые концентрации этих газов существенно меньше, чем допустимый уровень метана. Результаты моделирования рассеивания микрокомпонентов свалочного газа показали, что зоны загрязнения, в которых концентрация превышает предельно допустимые значения, распространяются на десятки километров.

Ключевые слова: полигон ТБО, свалочный газ, микрокомпоненты, эмиссия.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. За даними досліджень, що стосуються утворення твердих побутових відходів (ТПВ), їх морфологічного складу, тривалості розкладання на спеціально обладнаних сміттєзвалищах, складу речовин–забрудників навколишнього середовища, що виділяються в процесі зберігання відходів проявилося кілька проблем екологічного характеру, які на сьогодні набули особливої актуальності.

Активна деградація ТПВ на полігонах спостерігається ще кілька десятків років навіть після їх закриття. У цей час в атмосферу, підземні й поверхневі води інтенсивно надходять продукти розкладання відходів у вигляді газів, розчинних речовин, мікроорганізмів тощо.

Аналіз особливостей емісії звалищного газу (ЗГ) полігону показує, що в результаті природних процесів анаеробного бродіння кожна тонна побутових відходів виділяє 120–200 м^3 ЗГ [1]. Тому метою роботи є аналіз стану накопичення твердих побутових відходів на полігонах ТПВ та оцінювання впливу полігонів на атмосферне повітря.

Мета роботи – оцінка екологічної небезпеки атмосферного повітря на територіях, прилеглих к полігонам твердих побутових відходів.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. За орієнтовними оцінками інтенсивність утворення ТПВ у світі зростає на 3–6 % щорічно, що перевищує швидкість приросту населення Землі [2]. Обсяги ТПВ на душу населення, що утворюються щорічно в різних країнах світу, наведено на рис. 1. В Україні цей показник коливається у великому діапазоні залежно від об'єкту утворення побутових відході, але в середньому має значення 390 кг/рік [3].

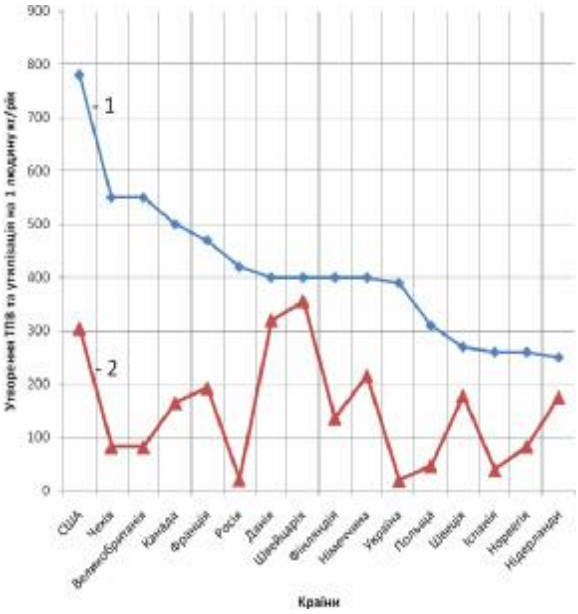

Рисунок 1 – Обсяги утворення та утилізації ТПВ на душу населення в різних країнах світу: 1 – утворення відходів; 2 – утилізація шляхом спалювання і повторного використання

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Порівняно з іншими країнами це не є критичним, але темпи збільшення обсягів утворення ТПВ в Україні перевищують світові тенденції в 2–3 рази і становлять 10 % і більше [2]. Так для упорядкованих будинків рекомендовані норми утворення твердих побутових відходів на одного мешканця складають 281 кг/рік, для будинків приватного сектора з присадибною ділянкою, в тому числі в сільській місцевості це значення може досягати 580 кг/рік на одного мешканця [3].

У таких країнах як Данія, Швейцарія, Німеччина, Фінляндія норми накопичення ТПВ на душу населення становлять близькі значення до українських, але як бачимо на рис. 1 вторинне використання та утилізація ТПВ у цих країнах суттєво більше ніж в Україні. Японія, Швейцарія і Данія повторно використовують майже 80 % утворених ТПВ, і тільки 11–20 % потрапляють на полігони. В Україні та Росії лише 5 % від загального обсягу утворених ТПВ спалюються, решта 95 % складуються на звалищах.

В Україні нараховується близько 4,5 тис. полігонів та звалищ для поховання ТПВ, що займають площу біля 7,4 тис. га. [4, 5]. Переважна їх більшість працює в режимі перевантаження, тобто з порушенням проектних показників щодо обсягів накопичення відходів. За рівнем підготовки територій, які використовуються для складування ТПВ їх важко назвати полігонами, скоріше це звалища.

Так у 2005 р. на території України було виявлено і закрито 2423 несанкціанованих звалищ загальною площею 222,5 га [1].

В Україні у 2008 році було зібрано 12 млн. т ТПВ, з яких 96,7 % було направлено на полігони, 2 % – на сміттєспалювальні заводи (у містах Києві та Дніпропетровську), 0,05 % компостовано (Херсонська обл.), 0,4 % спрямовано на пункти вторинної сировини та 0,5 % перероблені сміттєпереробними підприємствами (Івано-Франківська, Дніпропетровська обл., м. Севастополь) [5].

Тільки в Київській області в 2009 р. кількість ТПВ, що була депонована на звалищах склала 3,4 млн. т, що займає об'єм майже в 14 млн. м^3.

Незважаючи на застосування в різних країнах сучасних методів і способів переробки ТПВ, в Україні не використовуються технології сортування та переробки ТПВ, не поширені такі види біологічної обробки як компостування та анаеробне зброджування, тому основним методом утилізації залишається поховання на полігонах. Звалища ТПВ у багатьох випадках побудовані без повного комплексу заходів, що нейтралізують їх негативний вплив на навколишнє середовище.

Одним із основних факторів впливу полігонів ТПВ на атмосферу є біогаз, або так званий звалищний газ (ЗГ) – газ, що утворюється в результаті анаеробного бродіння відходів у тілі полігону. Основними компонентами ЗГ є парникові гази двооксид вуглецю та метан. Крім того, сміттєзвалища містять багато токсичних органічних сполук, які є джерелами забруднення атмосфери та неприємного запаху.

Виділення ЗГ залежить від багатьох параметрів: вологості, кислотності, щільності, хімічного та морфологічного складу, а також від терміну зберігання ТПВ. Морфологічний склад ТПВ є визначальним для складу ЗГ та для інтенсивності його виділення [6]. Він суттєво залежить від рівня розвитку країни, пори року, географічного розміщення тощо.

Відомо, що максимальні об'єми утворення ЗГ спостерігаються протягом перших років генерації, коли основний внесок мають матеріали, що легко розкладаються (харчові продукти, папір, деревина) [7]. На долю довгострокових емісій, за рахунок матеріалів, що важко розкладаються, припадає не більше 20% від загального об'єму емісії. Але враховуючи тенденції збільшення вмісту в ТПВ таких матеріалів, сьогодні спостерігається збільшення об'ємів довгострокових емісій [7], а відповідно виникає задача моніторингу законсервованих полігонів, які є джерелами емісії ЗГ протягом десятків і сотень років після закриття полігону.

Крім основних компонентів до складу ЗГ полігонів ТПВ входять такі мікрокомпоненти: толуол, аміак, ксилол, оксид вуглецю, двооксид азоту, формальдегід, етилбензол, ангідрид сірчистий та сірководень. Сумарний їх об'єм не перевищує 3 % від загального об'єму біогазу. Проте, гранично допустимі концентрації цих газів суттєво менші ніж допустимий рівень метану (в 100–1000 разів). Тому слід очікувати, що вони можуть чинити токсичний вплив на живі організми, у тому числі й на людину.

Дослідження [2] показують, що в повітрі над діючим полігоном концентрація аміаку складає близько 30 ГДК. Оскільки в результаті біохімічних процесів температура в тілі полігону підвищена, то часто спостерігається тління або горіння відходів. У такому випадку в атмосферу потрапляють оксид вуглецю (49–150 ГДК), аміак (11 ГДК), оксид сірки (40–200 ГДК), оксид азоту (50 ГДК) фенатрен, антрацен тощо.

Враховуючи близькість розміщення полігонів ТПВ до населених місць (наприклад, полігон № 5 – м. Київ розташований на віддалі 1 км від найближчого населеного пункту), актуальним є завдання визначення зон розсіювання мікрокомпонентів ЗГ.

Для визначення виходу біогазу за період його активної генерації в статті використано рівняння [8].

$$Q_W = 10^{-6} \times R \times (100 - W) \times (0{,}92 \times Ж + 0{,}62 \times У + 0{,}34 \times Б) \quad (1)$$

де Q_w – питомий вихід біогазу за період його активної генерації, кг/кг відходів;

R – вміст органічної складової у відходах, %;

Ж – вміст жироподібних речовин в органічній складовій відходів, %;

У – вміст вуглеводних речовин в органічній складовій відходів, %;

Б – вміст білкових речовин в органічній складовій відходів, %.

За методикою [8] з використанням формули (1) виконано розрахунки інтенсивності викидів основних компонентів і мікрокомпонентів ЗГ в атмосферне повітря. Результати розрахунків наведено в табл. 1.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

Таблиця 1 – Радіуси зони забруднення прилеглих до полігону територій

Компонент	Інтенсивність викидів, М, г/с	Середньодобові гранично допустимі концентрації, мг/м^3	Радіус зони забруднення, м
Метан	921,8	50 (ОБРВ)	2790
Толуол	12,59	0,6	3120
Аміак	9,28	0,04	27580
Ксилол	7,72	0,2	4040
Оксид вуглецю	4,39	3	350
Диоксид азоту	1,93	0,04	5090
Формальдегід	1,67	0,003	66800
Етилбензол	1,65	0,02	8690
Ангідрид сірчистий	1,22	0,05	2960
Сірководень	0,45	–	4240

За методикою [9] з використанням результатів розрахунку інтенсивності виділення основних компонентів і мікрокомпонентів виконано моделювання розсіювання основних складових ЗГ на прикладі полігону № 5 ВАТ «Київспецтрансу», на який щорічно завозиться близько 500 тис. т. ТПВ протягом наступних 10 років використання. За результатами моделювання визначені зони розсіювання, в межах яких концентрація метану та мікрокомпонентів перевищує гранично допустимі значення. Межі таких зон наведені на рис. 2, де r – радіус зони забруднення.

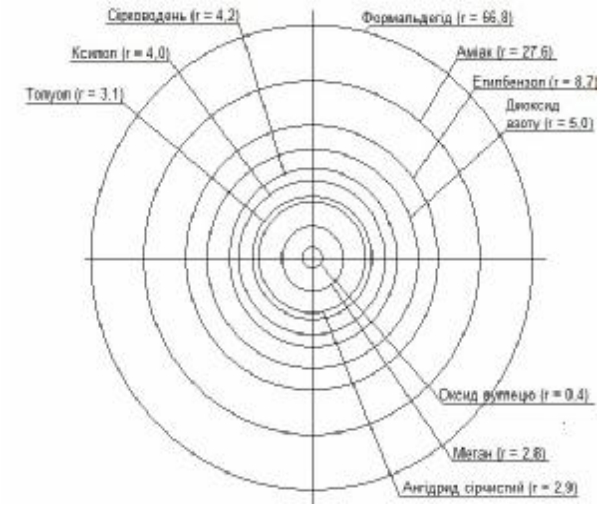

Рисунок 2 – Схема зон розсіювання компонентів ЗГ в атмосферному повітрі

Отже, високі значення інтенсивності викидів компонентів ЗГ створюють перевищення концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі полігону ТПВ у сотні й тисячі разів. Це призводить до збільшення територій навколо полігону ТПВ, де концентрації мікрокомпонентів перевищує гранично допустимі значення.

За токсичним впливом на організм людини ці мікрокомпоненти характеризуються такою фізіологічною дією.

Формальдегід – наркотична речовина, яка вражає нирки і печінку людини. Пари формальдегіду подразнюють слизові оболонки очей і дихальних шляхів. Він також впливає на центральну нервову систему, викликаючи головний біль, втому та депресію. Потенційно може викликати астму й астматичні напади як неспецифічний подразник. Вплив високих разових концентрацій або довгострокових низьких концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі може призвести до деяких видів раку, також спостерігаються негативні впливи на репродуктивні органи.

Аміак за фізіологічною дією на організм людини належить до групи речовин задушливої та нейротропної дії, здатних при інгаляційному ураженні викликати токсичний набряк легенів і важке ураження нервової системи. Пари аміаку сильно подразнюють слизові оболонки очей та органів дихання, шкірні покриви, викликають при цьому біль в очах, хімічний опік кон'юнктиви і рогівки, втрату зору, напади кашлю, почервоніння і свербіння шкіри.

Толуол (метилбензол) викликає ураження нервової системи (загальмованість, порушення в роботі вестибулярного апарату), в тому числі незворотне. Толуол є токсичною отрутою, що впливає на функцію кровотворення організму (проявляється в таких захворюваннях, як ціаноз і гіпоксія. В цілому, бензольні вуглеводні дуже токсичні, тривалий їх вплив може призвести до незворотних уражень центральної нервової системи, кровотворних органів, спричинити виникнення енцефалопатії.

Як бачимо, наведені речовини мають широке коло впливу на організм людини, вражаючи нирки, печінку, кровотворні органи, репродуктивну та нервову систему тощо.

ВИСНОВКИ. Встановлено, що емісія мікрокомпонентів ЗГ викликає поширення їх на десятки кілометрів від полігонів ТПВ, що свідчить про небезпеку забруднення прилеглих територій великої площі токсичними речовинами. Це зумовлює високий ризик захворюваності населення, яке проживає поблизу полігону. Тому урахування домішок ЗГ при визначенні зон впливу полігонів твердих побутових відходів є необхідним при проектуванні та експлуатації полігонів, а дослідження впливу мікрокомпонентів ЗГ на всі компоненти довкілля – актуальним.

ЛІТЕРАТУРА

1. Результаты обследования полигонов ТБО Украины для установления объёмов добычи и состава биогаза / А.И. Пятничко, Г.В. Жук, В.Е. Баннов // Технические газы. – 2010. – № 2. – С. 63–65.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

2. Тверді відходи : збір, переробка, складування: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В.М. Радовенчик, М.Д. Гомеля. – К.: Кондор, 2010. – 550 с.

3. Полимерные отходы в коммунальном хозяйстве города / В.Н. Бабаев, Н.П. Горох, Ю.Л. Коваленко и др.; под ред. В.Н. Бабаева, И.В. Коринько, Л.Н. Шутенко. – Харьков: ХНАГХ, 2004. – 375 с.

4. Луньова О.В. Аналіз основних способів поводження з твердими побутовими відходами // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. – 2010. – № 2 (11) – С. 175–181.

5. Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990–2009 гг. – (Проект Министерства экологии и природных ресурсов Украины).

6. Обзор технологий добычи и использования биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов и перспективы их развития в Украине / Г.Г. Гелетуха, З.А. Марценюк // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1999. – № 4. – С. 6–14.

7. Снижение экологической загрузки при обращении с твердыми бытовыми отходами за сет использования горючих компонентов / Г.Т. Армишева, В.Н. Коротаев, В.Г. Кривошеин // Научные исследования и инновации : научный журнал. – 2010. – Т. 4, № 3. – С. 3–8.

8. Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов / Н.Ф. Абрамов, Э.С. Санников, К.Б. Русаков и др. – М.: АКХ им. К. Д. Памфилова, 2004. – 28 с. – (Нормативный документ)

9. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ содержащихся в выбросах предприяти (ОНД-86): РД 52.04.212–86. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – 185 с.

ATMOSPHERIC ENVIRONMENTAL SAFETY AT NEARBY TERRITORIES OF MUNICIPAL SOLID WASTE LANDFILLS

N. Nauchu, A. Vodyanik

National Technical University of Ukraine «Kiev Polytechnic Institute»

vul. Borschagivska, 115, Kyiv, 34056, Ukraine. E-mail: nauchuka@online.ua

The main atmosphere impact factor of the landfills is a landfill gas (LG), e.g. the gas produced by anaerobic fermentation of waste in the landfill body. The main components of landfill gas are: greenhouse gas, carbon dioxide, and methane. Accompanying components of the LG are: toluene, ammonia, xylene, carbon monoxide, nitrogen dioxide, formaldehyde, ethyl benzene, sulfur dioxide, hydrogen sulfide, etc. The total volume of these microcomponents does not exceed 3% of the total volume of LG, however, the maximum permissible concentrations of these gases are less than methane allowable level. The results of microcomponents dispersion modeling show that the contamination zones with the concentration exceeding the limit values have the length of dozens of kilometers.

Key words: landfill, landfill gas, microcomponents, emission.

REFERENCES

1. Landfills survey results in Ukraine to establish a production volume and composition of biogas / A. Pyatnichko, G. Zhuk, V. Bannova // *Technical gases*. – 2010. – № 2. – PP. 63–65. [in Russian]

2. *Solid waste collection, processing, storage*: Tutorial. for HEIs. / V. Radovenchyk, M. Gomel. – K.: Condor, 2010. – 550 p. [in Ukrainian]

3. *Plastic waste in the municipal services of city* / V. Babaev, N. Pea, L. Kovalenko and others; ed. V. Babaev, J. Korinko, L. Shutenko. – Kharkov: HNAGH, 2004. – 375 p. [in Russian]

4. Luneva A. Analysis of the main ways of solid waste handling // *Proceedings of the Automobile and Road Institute*. – 2010. – № 2 (11) – PP. 175–181. [in Ukrainian]

5. *The national inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of greenhouse gases in Ukraine for 1990–2009 years*. – (Project of the Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine). [in Russian]

6. Review of technology production and use of biogas in landfills and municipal solid wastes and their development prospects in Ukraine / G. Geletukha, Z. Martsenuk // *Environmental Technology and Resources*. – 1999. – № 4. – PP. 6–14. [in Russian]

7. Reduction of environmental load in the treatment of solid waste per set of combustible components / G. Armisheva, V. Korotayev, V. Krivoshein // *Research and innovation: scientific journal*. – 2010. – Vol. 4, № 3. – PP. 3–8. [in Russian]

8. *Methods of calculating of the quantitative characteristics of pollutant emissions into the atmosphere by a landfill of solid domestic and industrial wastes (OND-86)* / N. Abramov, A. Sannikov, K. Rusakov and others. – M.: ACS K. Pamfilovs name, 2004. – 28 p. – (Normative document). [in Russian]

9. *Method for calculating of concentrations of the harmful substances in the plant air emissions*: RD 52.04.212–86. – L.: Gidrometeoizdat, 1987. – 185 p. [in Russian]

Стаття надійшла 19.05.2012.
Рекомендовано до друку
к.х.н., доц. Козловською Т.Ф.

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com