

*В.В. Попович, В.П. Кучерявий, д-р сільгосп. наук, професор
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ВПЛИВ ПРОДУКТІВ ГОРІННЯ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА БІОТУ

Розглянуто найбільш значні пожежі, що траплялися на сміттєзвалищах та полігонах твердих побутових відходів в Україні. Встановлено перелік небезпечних речовин, які виділяються при горінні сміття. Проаналізовано дію продуктів горіння сміття на організм людини та рослинність. Горіння сміття призводить до виділення токсичних продуктів та потрапляння їх до живих організмів. Небезпечні сполуки, які виділяються при горінні сміттєзвалищ отруюють живі організми, глибоко впливають на організм людини та рослинність.

Ключові слова: полігон твердих побутових відходів, пожежа на сміттєзвалищі, токсичність продуктів горіння, вплив продуктів горіння на організм людини

Постановка проблеми. Об'єкти накопичення побутового сміття поділяються на сміттєзвалища (стихійні, неорганізовані) та полігони твердих побутових відходів (ТПВ) (спеціально відведені місця). Атмосферні опади, сонячна радіація і виділення тепла в зв'язку із стихійними поверхневими, підземними пожежами, загоряннями сприяють непередбачуваним фізико-хімічним і біохімічним процесам на сміттєзвалищах та полігонах ТПВ, продуктами яких є численні токсичні хімічні сполуки в рідкому, твердому і газоподібному станах [1]. Небезпечним явищем цих об'єктів є фільтрат – складна за хімічним складом рідина з яскраво вираженим неприємним запахом біогазу, яка виникає в результаті накопичення атмосферних опадів у склад полігону та зосереджується у межах його підшови [2]. Тобто, основними забруднювачами довкілля, які спричинені функціонуванням звалищ сміття і полігонів ТПВ, є гази (продукти горіння та взаємодії часток відходів) та стічні води (фільтрат) (рис. 1).

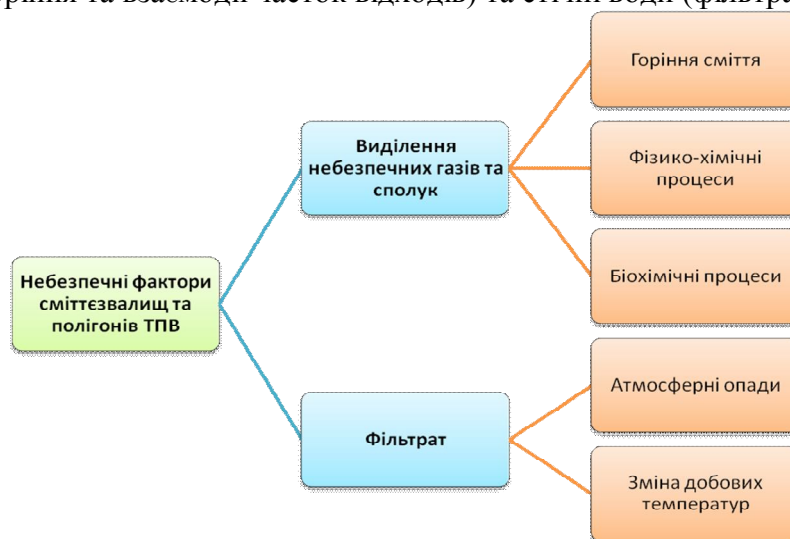


Рис. 1. Небезпечні фактори сміттєзвалищ та полігонів ТПВ

В Україні спостерігаються численні випадки пожеж на сміттєзвалищах та полігонах ТПВ. Одна із найбільших пожеж виникла 07.06.2011 р. на Дергачівському полігоні ТПВ м. Харкова (рис. 2). Пожежу гасили за допомогою 17 автоцистерн, 4 одиниць спецтехніки, а також бульдозерів й іншої техніки комунальних служб, які створювали штучні яри і рови. Окрім пожежних, на місці події працювали представники радіологічного та хімічного контролю [3]. Перша черга нового Дергачівського полігону ТПВ введена в експлуатацію в листопаді 2005 р. Загальна поту-

жність полігону – 5900 тис. м³, в тому числі потужність першої черги – 1800 тис. м³. У січні 2009 р. було розпочато будівництво другої черги полігону.



Рис. 2. Пожежа на Дергачівському полігоні ТПВ м. Харкова

23.06.2011 року у Севастополі сталася велика пожежа на стихійному звалищі недалеко від сміттєспалювального заводу (рис. 3). Полум'я охопило площу 700 квадратних метрів; через відсутність гідрантів виникли складнощі, оскільки пожежні машини не могли заправитися водою. Для ліквідації пожежі було задіяно 10 одиниць пожежної техніки, крім того, чотири водовози комунальних підприємств, а також співробітники Севастопольського лісомисливського господарства. Відкрите горіння вдалося ліквідувати через сім годин після виявлення. Причиною пожежі стало горіння трави поблизу звалища [4].



Рис. 3. Пожежа на стихійному звалищі м. Севастополя

У липні 2007 року три доби горів полігон ТПВ у м. Ужгороді. Через високу температуру та спеку локалізувати пожежу не вдавалося. Вогонь розповсюджувався на нові ділянки. На місці події працювало 11 автомобілів МНС. На полігоні трактори й екскаватори розривали смітник, щоб можна було дістатися до пожежі у прошарках сміття. Рятувальникам допомагали працівники дорожньої служби та «Водоканалу». Поряд зі звалищем немає води, тому довелося подавати її пожежною насосною станцією з озера, що знаходиться на відстані 2 км. Ще сім машин привозили воду з міста. Висота котловану, в який зсипають сміття, сягає 30 метрів, тому пожежники ледь дісталися до епіцентру вогню. Кілька пожежних машин три дні чергували біля лісу з яким межує сміттєзвалище. Площа горіння перевищила 3 га [5]. По-

лігон твердих побутових відходів площею 10 га розташований на відстані 2 км від міста, поблизу сіл Барвінок та Баранинці. Котлован для сміття вирили у 1998 році і відтоді щодня на сміттєзвалище звозять до 60 вантажівок зі сміттям (550-600 м³).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В Україні та світі проводяться численні дослідження стану сміттєзвалищ та полігонів ТПВ, способів переробки сміття, утилізації відходів, використання біогазу (звалищного газу), очищення фільтрату та ін. Зокрема, створенню системи управління ТПВ належать праці О.Г. Федотової, 2003; А.Ю. Якимчука 2007; Я.В. Геніка, 2009; Е.М. Пузирева, В.Г. Лурія, В.А. Голубєва, А.В. Лаптова, М.Е. Пузирева, 2010; М.В. Абрамової, І.Х. Османова, 2011; О.І. Станкевич-Волосянчука, 2011. Перспективи використання звалищного газу як палива наведено в роботах Hans C. Willumsen, 2001; В.Я. Кожухара, Д.В. Миронової, О.А. Стратулата, 2004; Г.Г. Ягафарової, Л.А. Насирової, А.М. Шаїмової, Р.Р. Фасхутдінова, 2006. Сучасні способи переробки сміття наведені у дослідженнях Г.К. Лобачова, В.Ф. Желтобрюхова, І.І. Прокопова, А.П. Фоменка, 2005; О.В. Луньової, 2006; Є.В. Мислюк, О.О. Мислюк, 2008; О.В. Березюка, 2010. Екологічна ситуація у місцях складування сміття наведена у наукових роботах Debra R. Reinhart, T. Townsend, 2003; В.Г. Восконьяна, 2006; І.І. Зозулі, А.М. Гайдіна, В.О. Дякова, 2009; У.В. Павлюка, 2010; А.В. Фоміних, Б.А. Антонова, С.Н. Козлова, 2010; Н.С. Аль-Ахваля, Е.Г. Сьоміна, 2010; Ю.В. Климчука, О.А. Левтерова, В.В. Тютюника, Р.І. Шевченка, 2010; В.В. Гончарука, М.М. Балакіної, Д.Д. Кучерука, 2010; І.І. Чонки, 2011. Розробка універсальної методики розрахунку екологічного ризику виникнення пожежі на сміттєзвалищі наведена у дослідженнях Ю.В. Рябова, 2011.

Проте, дослідження процесів горіння сміття потребують більш глибокого вивчення з метою оцінки їх небезпеки для здоров'я людей та забруднення прилеглих територій.

Постановка завдання. Метою роботи є дослідження процесів горіння полігонів твердих побутових відходів та продуктів горіння, що при цьому виділяються.

Виклад основного матеріалу. Продукти горіння — речовини й агломерати, які утворюються в результаті горіння [6]. На сміттєзвалищах та полігонах ТПВ домінуючим видом відходу є полімерні матеріали. При нагріванні їх до температури 300-500 °С відбувається їх займання. У період нагрівання та полум'яного горіння полімерів утворюються такі небезпечні речовини як фосген (COCl₂), ціаністий водень (HCN), сірководень (H₂S), хлороводень (HCl), сірчистий газ (SO₂), чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO₂) та ін. Під час горіння та розкладання мінеральних добрив (аміачної, калієвої, кальцієвої селітри) та отрутохімікатів (гербіциди) утворюється велика кількість окису азоту (NO), аміаку (NH₃), двоокису азоту (NO₂) і інших газів [7]. В загальному перелік небезпечних речовин та сполук, що виділяються під час горіння окремих видів сміття, наведено у табл. 1.

Токсичні компоненти шкідливих викидів сміттєзвалищ та полігонів ТПВ безпосередньо впливають на населення, тварин, рослинність, які знаходяться в безпосередній близькості від складування сміття і в фоновій зоні. На підставі численних епідеміологічних і токсикологічних досліджень встановлено, що вплив кожного з шкідливих компонентів веде до певних негативних наслідків. Чадний газ (CO) (час перебування в атмосфері 2-42 місяці) впливає на нервову систему, викликає непритомність, оскільки вступає в реакцію з гемоглобіном крові, заміщаючи кисень. Залежно від концентрації CO в повітрі і часу впливу ступінь ураження організму може істотно різнитися [8]. Зв'язаний гемоглобіном CO поступово виділяється в кров, яка у здорової людини очищується від CO на 50% кожні 3-4 год. Вплив CO на центральну нервову систему проявляється у зміні колірної чутливості очей. Максимально-разова ГДК цієї речовини у нас становить 3 мг/м³, в США — 10 мг/м³ за 8 годин дії.

Перелік небезпечних речовин, які виділяються при горінні сміття

№ п/п	Морфологічний склад сміттєзвалища (розподіл згідно з [9])	Небезпечні речовини та сполуки, які виділяються при горінні
	Харчові відходи	Акролеїн, чадний газ, вуглекислий газ, окиси азоту
	Папір та картон	акролеїн, синильна кислота
	Полімери	фосген, ціаністий водень, сірководень, хлороводень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, диоксид азоту, ціаністі сполуки, хлорангідридні кислоти, формальдегіди, фенол, бензол, аміак, ацетон, стирол, фтороводень
	Скло	кремнієві сполуки, кальцієві сполуки, їдкий натр, окиси свинцю і бору
	Чорні метали	окиси, перокиси, надперокиси, сульфід
	Кольорові метали	окиси, перокиси, надперокиси, (крім золота та платини, які не реагують із киснем), нітриди
	Текстиль	аміак, піридин, хінолін, ціаністі сполуки, сполуки, які містять сірку; гази, які мають сильний гострий запах: альдегіди, кетони
	Деревина	формальдегід, ацетальдегід, фурфурол, смоляні кислоти, спирти, складні ефіри, кетони, феноли, аміни, піридин, окис вуглецю, акролеїн
	Небезпечні відходи (батареї, сухі та електролітичні акумулятори, тара від розчинників, фарб, ртутні лампи, телевізійні кінескопи)	кадмієві сполуки, сполуки ртуті, аміак, сполуки міді, сполуки цинку, сполуки кобальту
	Кістки, шкіра, гума	аміак, піридин, хінолін, синильна кислота, ціаністі сполуки, сірчистий ангідрид, сполуки які містять сірку; гази, які мають сильний гострий запах: альдегіди, кетони
	Залишок твердих побутових відходів після вилучення компонентів (дрібно будівельне сміття, каміння, вуличний змет)	сірководень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, диоксид азоту, ціаністі сполуки, формальдегідні смоли

На організм людини NO_2 діє як гострий подразник при концентрації 15 мг/м^3 і може викликати набряк легенів при концентрації $200\text{-}300 \text{ мг/м}^3$. Реагуючи з атмосферною вологою, оксиди азоту утворюють азотну кислоту, що викликає корозію металів, знищення рослинності і ін. Найбільшу небезпеку окиси азоту представляють як активний компонент при утворенні фотохімічного смогу. Максимально-разова концентрація оксидів азоту в атмосфері населених пунктів не повинна перевищувати $0,085 \text{ мг/м}^3$ [8].

Окиси сірки при малих концентраціях ($0,001\%$) викликають подразнення дихальних шляхів, при концентрації $0,01\%$ відбувається отруєння людей за декілька хвилин. Наявність в атмосфері сірчистих газів перешкоджає фотосинтезу рослин, несприятливо впливає на дихальні шляхи людини. При концентрації SO_2 в повітрі понад $0,9 \text{ мг/м}^3$ відбувається зміна

процесів фотосинтезу рослин; через 5-10 днів хвоя сосни, ялини починає жовтіти і передчасно опадає. Встановлено, що суміш SO₂ і CO при тривалому впливі викликає порушення генетичної функції організму. ГДК в робочій зоні становить 10 мг/м³.

Сполуки свинцю призводять до виникнення головного болю, втоми, порушення сну, ферментативної активності білків живих організмів. Середньодобова норма ГДК становить 0,0003 мг/м³. Свинець накопичується в організмі і може викликати важкі розлади нервової і кровоносної систем [8].

Численні небезпечні сполуки та речовини, які виділяються і розповсюджуються у довкілля при горінні сміття та їх вплив на людський організм та рослинність наведені у таблицях 2, 3.

Таблиця 2

Вплив небезпечних сполук, які виділяються при горінні сміття, на організм людини

№ п/п	Небезпечна сполука	Дія на організм людини
	Фосген	Внаслідок набряку легень настає різке погіршення стану: частішає дихання, з'являються сильний кашель з виділенням пінистої мокротини, головний біль, часте дихання, посиніння губ, повік, носа, почастищення пульсу, біль в серці, слабкість і задуха. Температура тіла піднімається до 38-39 °С. Набряк легень триває декілька днів і зазвичай закінчується смертельним випадком.
	Вуглекислий газ (диоксид вуглецю)	Викликає почастищення дихання і збільшення легеневої вентиляції, має судинорозширювальну дію, викликає зрушення рН крові, також викликає підвищення рівня адреналіну.
	Чадний газ (окис вуглецю)	В результаті з'єднання з гемоглобіном крові, утворюється неактивний комплекс – карбоксигемоглобін, що викликає порушення доставки кисню до тканин організму.
	Аміак	Спричиняє сильну подразнюючу і обпикаючу дію на слизові оболонки. Викликає сльозотечу і біль в очах, задуху, сильні напади кашлю, запаморочення, блювоту, набряки голосових зв'язок і легень.
	Хлороводень (хлористий водень)	Знижує можливість орієнтації людини: стикаючись з вологим очним яблуком, перетворюється в соляну кислоту. Викликає спазми дихання, запальні набряки і, як наслідок, порушення функції дихання.
	Синильна кислота (ціановодень, ціанистий водень)	Викликає порушення тканинного дихання внаслідок придушення діяльності залізовмісних ферментів, відповідальних за використання кисню в окислювальних процесах. Викликає параліч нервових центрів.
	Фтороводень (фтористий водень)	Викликає утворення виразок на слизових оболонках очей і дихальних шляхів, носові кровотечі, спазм гортані і бронхів, ураження ЦНС, печінки. Спостерігається серцево-судинна недостатність.
	Диоксид азоту	При попаданні в кров, утворюються нітрити та нітрати, які переводять оксигемоглобін в метгемоглобін, що викликає кисневу недостатність організму, обумовлену ураженням дихальних шляхів.
	Акролеїн (акриловий альдегід)	Легке запаморочення, припливи крові до голови, нудота, блювота, уповільнення пульсу, втрата свідомості, набряк легень. Іноді відзначається сильне запаморочення і дезорієнтація.
	Сірчистий газ (диоксид сірки)	На вологій поверхні слизових оболонок послідовно перетворюються в сірчисту та сірчану кислоти. Викликає кашель, носові кровотечі, спазм бронхів, порушує обмінні процеси, сприяє утворенню метгемоглобіну в крові, діє на кровотворні органи.
	Сірководень	Подразнення очей і дихальних шляхів. Поява судом, втрата свідомості.

Дія продуктів горіння сміття на рослинність

№ п/п	Небезпечна сполука	Характер ураження
	Цинк, мідь, кобальт	Рослини карликових розмірів, листя мале. Кінцівки листя пожовтілі, деформовані, відмираючі. У листяних порід дерев декілька разів за сезон з'являються бруньки: білі→рожеві→жовті→зелені
	Сірчистий газ	Листя бурого забарвлення із жовтими та білими (некротичними) плямами
	Сполуки фтору	Некроз хвої та листя, який розповсюджується від їх кінців до основи. Забарвлення плям – від білого та блідо-жовтого до буро-коричневого
	Хлористий водень	Листок оливкового кольору (при незначній концентрації) чи темно-коричневого (при сильній концентрації), коричнюваті краї
	Озон	Гальмування росту, зменшення розмірів, маси, на листі білі плями
	Окиси азоту	Кінці хвої червоно-бурого кольору, на листі темно-бурі і чорні плями

Висновки. У результаті аналізу пожеж на сміттєзвалищах та впливу небезпечних продуктів горіння на довкілля та організм людини встановлено:

в Україні трапляються значні пожежі на полігонах твердих побутових відходів та сміттєзвалищах, які тривають від декількох днів до декількох місяців;

для гасіння сміття залучається велика кількість особового складу Оперативно-рятувальної служби МНС України, основних пожежних та спеціальних пожежних автомобілів;

унаслідок горіння сміття у довкілля потрапляють такі небезпечні речовини та сполуки як фосген, ціаністий водень, сірководень, хлороводень, сірчистий газ, чадний газ, вуглекислий газ, окиси азоту, аміаку, двоокис азоту та ін.;

небезпечні сполуки, які виділяються при горінні сміттєзвалищ отруюють живі організми, згубно впливають на організм людини та рослинність.

Список літератури:

1. Давыдова С.Л. Нефть и нефтепродукты в окружающей среде / Под ред. С.Л. Давыдова, В.И. Тагасова. – М.: Изд-во РУДН, 2004. – 163 с.

2. Вплив полігонів ТПВ на навколишнє середовище. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ua.tiseco.com.ua>.

3. На Дергачівському полігоні ТПВ сталася велика пожежа. Вогонь локалізований. "STATUS QUO". – Харків. 07.06.2011. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.sq.com.ua/ukr/news/videonovini/07.06.2011/na_dergachivskomu_poligoni_tpv_stalasya_velika_pozhezha_vogon_lokalizovaniy/

4. Пожар в Севастополі: спасатели воевали с огнем семь часов. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://donbass.ua/news/ukraine/2011/06/23/pozhar-v-sevastopole-spasateli-voevali-s-ognem-sem-chasov-foto.html>

5. В Ужгороді за три доби вигоріло шість гектарів міського сміттєзвалища. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakarpattya.net.ua/News/11270-V-Uzhhorodi-za-try-doby-vyhorilo-shist-hektariv-miskoho-smittiezvalyshcha>

6. **Наказ** Міністерства охорони здоров'я від 07.06.2006 р. № 369 «Про затвердження методичних вказівок «Визначення та гігієнічна оцінка показників токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів».

7. **Кабанов М.Л.** Методические рекомендации по обучению и тренировке газоды-мозащитников пожарной охраны / М.Л. Кабанов, И.А. Ярмак. УПО МВД УССР. – Харьков, 1978. – 75 с.

8. **Воздействие** токсичных выбросов на человека и окружающую среду. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://vxi.su/ecology/vozddeistvie-toksichnyh-vybrosov/>

9. **Наказ** Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 16 лютого 2010 року № 39 «Про затвердження Методичних рекомендацій з визначення морфологічного складу твердих побутових відходів». – Київ, 2010. – 10 с.

В.В. Попович, В.П. Кучерявий

(Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности)

ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И БИОТУ

Рассмотрены наиболее крупные пожары, которые случались на свалках и полигонах твердых бытовых отходов в Украине. Установлен перечень опасных веществ, выделяемых при горении мусора. Проанализировано действие продуктов горения мусора на организм человека и растительность. Горение мусора приводит к выделению токсичных продуктов и попаданию их в живые организмы. Опасные соединения, которые выделяются при горении свалок отравляют живые организмы, пагубно влияют на организм человека и растительность.

Ключевые слова: полигон твердых бытовых отходов, пожар на свалке, токсичность продуктов горения, влияние продуктов горения на организм человека

V.V. Popovych, V.P. Kucheriavy

INFLUENCE OF LANDFILL COMBUSTION PRODUCTS ON HUMAN HEALTH AND BIOTA

The most significant fires that occurred at dumps and solid waste landfills in Ukraine have been considered. A list of hazardous substances released during the burning debris has been established. The effect of combustion products of wastes on human health and vegetation was analyzed. Burning of wastes leads to emission of toxic products and absorbing them by living organisms. Hazardous substances that are released during the burning of dumps poison living organisms, adversely affect the human body and vegetation.

Key words: landfill, a fire at the landfill, toxicity of combustion products, impact of combustion products on the human body

