

## **Горіння полігонів твердих побутових відходів як загроза здоров'ю людини та фактор техногенного навантаження на довкілля**

В.В. Попович, науковий співробітник

В.П. Кучерявий, доктор сільськогосподарських наук

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів

*Визначено джерела горіння сміттєзвалищ. Встановлено, що причиною горіння може стати хімічне, мікробіологічне, теплове самозаймання, а також необережне поводження з вогнем, підпал, попадання блискавки. Унаслідок горіння сміття у довкілля виділяється низка небезпечних речовин та сполук. Для запобігання виникнення небезпечних процесів у місцях складування сміття необхідно проводити рекультивацію та фітомеліорацію. Сприяння природному зарощуванню необхідне на обох типах об'єктів складування сміття.*

**Постановка проблеми.** Більше 80 % полігонів твердих побутових відходів (ТПВ), що експлуатуються сьогодні в Україні, не відповідають санітарним нормам, перетворюючись у стихійні звалища. Кількість відходів на душу населення в нашій країні щорічно зростає і на даний момент становить 400 т. Загальна маса відходів, сконцентрованих у поверхневих сховищах, перевищила 25 млрд т, з них токсичних – 5 млрд т [1].

Найбільший в Україні полігон отруйних відходів розташований неподалік м. Калуша (Івано-Франківська область), де зберігається більше 10 тис. тонн гексахлорбензолу – речовини, до складу якої входить діоксин – ароматична сполука, утворена двома бензольними кільцями, зв'язаними за допомогою атомів кисню. Представниками цього класу сполук є поліхлоровані дибензо-п-діоксини (ПХДД) та поліхлоровані дибензофурані (ПХДФ). Ненавмисне утворення й викид дибензо-п-діоксинів і дибензофуранів, гексахлорбензолу й поліхлорованих дифенілів відбуваються під час термічних процесів у присутності органічної речовини й хлору внаслідок неповного згоряння. Викиди діоксинів можуть мати місце за відкритого спалювання відходів, сміття, викопних видів палива у домашньому господарстві, в парових котлах, транспортних засобах, під час знищення туш тварин. Особлива небезпека цих сполук для довкілля полягає в тому, що вони надзвичайно стійкі до хімічного та біологічного розкладу, зберігаються в навколишньому середовищі протягом десятиліть і переносяться харчовими ланцюгами (водорості→планктон→риба→людина, ґрунт→рослина→травоїдні тварини→людина). Забруднення ґрунтів діоксинами призводить до знищення всіх живих організмів та повної втрати ґрунтами їх природних властивостей [2]. Діоксини є універсальною отрутою, яка діє на клітинному рівні та вражає всі види тварин і більшість рослин. Нові дані про небезпеку діоксинів виходять далеко за межі канцерогенного ефекту. Забруднення діоксинами і

діоксиноподібними сполуками можуть спричинити серйозний негативний вплив на здоров'я людей, що може передаватися від покоління до покоління, руйнуючи гормональні системи, особливо статевого розвитку, впливаючи на ембріональний розвиток, уражаючи нервову систему плоду, порушуючи розвиток імунної системи.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Сьогодні проводяться численні дослідження у сфері поводження із ТПВ та ліквідації негативних явищ, які вони спричиняють. Проте дослідження пожеж на місцях складування сміття та продуктів горіння виконуються у незначних обсягах. Зокрема, Ю.В. Рябовим (2011) розроблено універсальну методику розрахунку екологічного ризику виникнення пожежі на сміттєзвалищі. У дослідженні використані дані глобального моніторингу пожеж FIRMS за 2001–2011 рр., а також дані (зібрані з різних джерел) про місце розташування та розмір несанкціонованих звалищ на території Ленінградської області Росії та міста Санкт-Петербург. Запропонована методика заснована на використанні статистичного методу кількісної оцінки і застосовна для регіонів Росії. Ймовірність виникнення пожежі обчислюється за допомогою методу Вороного. Автором розроблено метод розрахунку поправочних коефіцієнтів, що враховують площу сміттєзвалища та морфологічний склад.

**Метою роботи є дослідження** джерел виникнення горіння у місцях накопичення сміття та аналіз продуктів горіння, що при цьому виділяються.

Джерелами горіння сміттєзвалищ та полігонів складування сміття можуть бути теплове, хімічне, мікробіологічне, самозаймання; електричні розряди блискавки; необережне поводження з вогнем; підпал.

*Теплове самозаймання* сміття може відбуватися внаслідок того, що речовини і матеріали під впливом теплового імпульсу були попередньо розігріті до температури їх самонагрівання (спекотне, бездощове літо), вище якої відбувається різка інтенсифікація екзотермічних процесів окиснення та розкладу з подальшим підвищенням температури до моменту виникнення горіння. Найбільш небезпечними у цьому відношенні є пірофорні речовини, температура самозаймання яких нижче 50 °С. Самозаймання твердих матеріалів на звалищах може відбуватися після попереднього тління за більш низьких температур. Оскільки тління органічних матеріалів виникає на обвугленій поверхні, можна вважати, що проміжним продуктом розкладу цих матеріалів, який сприяє їх самозайманню, є вугілля, яке здатне окиснюватися за кімнатної температури. Тління поширюється у масі матеріалу, причому продукти горіння в ній поглинаються, через що ознаки пожежі не завжди можна виявити [3].

*Хімічне самозаймання* виникає внаслідок контакту хімічно активних речовин, а також дії на них окисник, води або кисню повітря та супроводжується виділенням великої кількості тепла. Хімічне самозаймання поділяється на три групи: і може виникнути в результаті контакту хімічно активних речовин; взаємодії з водою; контакту з киснем повітря [3]. Сміттєзвалищам та полігонам ТПВ притаманні усі види хімічного самозаймання.

Самозаймання в результаті контакту хімічно активних речовин виникає на поверхні матеріалів, а потім поширюється вглиб звалища. До окисників, що викликають хімічне самозаймання речовин, належать галогени, азотна кислота, перекис натрію і барію, перманганат калію, хромовий ангідрид, двоокис свинцю, хлорати, перхлорати, селітри, хлорне вапно та ін. Низка сумішей окисників з горючими речовинами здатні самозайматися лише під дією на них сірчаної або азотної кислоти чи внаслідок слабкого нагрівання, чи удару. Активно реагують з деякими речовинами хром, бром, фтор і йод. Ацетилен, водень, метилен і етилен у суміші із хлором самозаймаються під дією світла. Рослинні матеріали (солома, сіно, льон, тирса), скипидар, етиловий спирт самозаймаються у разі контакту з азотною кислотою. Сірка при контакті з хлорним вапном самозаймається, а із нітратами, хлоратами, перхлоратами утворює вибухові суміші [4].

До матеріалів, які самозаймаються при взаємодії з водою, належать калій, натрій, рубідій, цезій, карбід кальцію, карбіди лужних металів, фосфіди кальцію і натрію, гідриди лужних і лужноземельних металів, силани, негашене вапно, гідросульфід натрію, тонкоподрібнена сірка та ін. Попадання води на лужні метали призводить до реакції з виділенням великої кількості тепла і водню, який самозаймається і горить разом з ними. Такий перебіг реакцій є притаманним для сміттєзвалищ, адже частка металів у складі сміття становить 6,5 % [5].

#### ***Групи небезпеки олів та жирів стосовно поглинання кисню [6]***

Ступінь небезпеки	Вид оливи чи жиру
1 – Найбільш небезпечні	Ляна оліфа; олія ляна, перилова, тунгова, деревинна, конопляна, горіхова макова
2 – Небезпечні	Олія соняшникова, бавовняна, суріпна, соєва, гірчична
3 – Менш небезпечні	Олія оливкова, кісткова; гусячий жир; сало яловиче, бараняче
4 – Малонебезпечні	Вершкове масло, бджолиний віск, кокосова олія, риба'чий жир, жир морських тварин

Унаслідок контакту ряду речовин та матеріалів із киснем повітря виникає значна кількість пожеж. Перекиси, хромати, хлорати, перхлорати, нітрати характеризуються активною здатністю з'єднуватися з молекулярним киснем повітря, що супроводжується виділенням тепла. Білий фосфор у подрібненому стані спалахує яскравим полум'ям за кімнатної температури. Карбіди лужних металів здатні самозайматися не лише в повітрі, а й у середовищі CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>. До самозаймання здатні промащені матеріали, якщо вони забруднені солями різних металів – марганцю, свинцю, кобальту, які є каталізаторами цього процесу. До окиснення та самозаймання схильні також сульфід заліза, які накопичуються на сміттєзвалищах у відходах електронних пристроїв, де наявні домішки сірководню. У процесі реакції сульфід заліза можуть нагріватися до

температури 600–700 °С та спричиняти пожежу, і навіть вибухи [4]. Це явище є небезпечним, адже в товщі сміттєзвалища накопичується біогаз (метан).

За наявності достатньої кількості повітряного кисню самозаймаються оливи та жири. Сприяють самозайманню цих речовин їх мала тепловіддача та розвинена поверхня окиснення, просочення будь-яких горючих матеріалів, щільність промашеного матеріалу. Волокнисті матеріали, які просочені оливами, жирами, оліфами за наявності достатньої кількості кисню також мають здатність до самозаймання. За ступенем небезпеки для волокнистих матеріалів за киснепоглинальною здатністю оливи і жири поділяють на 4 групи (таблиця).

*Мікробіологічне самозаймання* притаманне для органічних дисперсних і волокнистих матеріалів, всередині яких можлива життєдіяльність мікроорганізмів [3]. На об'єктах складування сміття внаслідок мікробіологічного самозаймання роками тліють такі матеріали, як тирса, бавовна, льон, солома, сіно (рисунок). Підвищення горіння спостерігаються у спекотні дні та дні з високою вологою, що свідчить про посилення діяльності мікроорганізмів у товщі сміттєзвалища. Самозаймання відбувається у період 10–30 днів від початку процесу, а небезпека його зберігається протягом 3–4 місяців (травень–листопад). Свідченням мікробіологічного самозаймання є запахи дріжджів, оцтової кислоти, горілої кави, гниття.



***Приклад мікробіологічного самозаймання сміттєзвалища***

Крім перелічених видів самозаймання, горіння сміття може виникнути внаслідок *грозових розрядів блискавки*. Такі пожежі у місцях накопичення сміття створюють напружену ситуацію. У результаті впливу грозового розряду на хвойні та листяні дерева, які ростуть на сміттєзвалищах, відбувається їх загоряння. При цьому розпечені структурні деревні частинки можуть падати на горючий матеріал і призводити до його займання. Найчастіше загоряння відбуваються через кілька днів після проходження грозового фронту, оскільки цей часовий інтервал горючий матеріал знаходиться на стадії тління [7, 8]. На рекультивованих полігонах ТПВ горіння дерев може призвести до перекидання вогню на сільгоспугіддя, лісові масиви, дачні поселення тощо.

*Підпали* виникають на сміттєзвалищах досить часто, їх утворюють з метою зменшення обсягів накопиченого сміття. Основною перевагою відкритого

спалювання сміття, яку часто використовують господарники, є можливість позбутися його великої кількості. До недоліків навмисного спалювання сміття слід віднести:

- ◆ отруйні гази, що викидаються в атмосферу з димом, спричиняють важкі захворювання у людей, виділення вуглекислого газу та утворення озонівих дір;
- ◆ через постійні викиди диму в атмосферу над містами та підприємствами утворюється смог [9].

Для запобігання виникнення небезпечних процесів у місцях складування сміття проводять рекультивацію та фітомеліорацію. Причому на полігонах твердих побутових відходів рекультиваційні роботи мають вестися у два етапи – гірничотехнічний та біологічний. На стихійних сміттєзвалищах гірничотехнічний етап рекультивації може бути виключений, оскільки на них можуть бути вже сформовані фітоценози. Такі відвали повинні піддаватися природній фітомеліорації.

*Зарощування полігонів ТПВ.* Процес рекультивації на не залісених девастрованих ландшафтах складається з трьох етапів: підготовчого, гірничотехнічного та біологічного [10]. Підготовчий етап передбачає вивчення морфологічного складу сміттєзвалища, наявність осередків горіння, загальний обсяг накопиченого сміття та запланований обсяг робіт, можливість проведення гірничотехнічного етапу рекультивації. Гірничотехнічний етап рекультивації – це планування поверхні полігону ТПВ та нанесення родючого шару ґрунту. При переформуванні накопиченого об'єму сміття утворюються схили стрімкістю 35–40°. Для забезпечення стійкості поверхні полігонів ТПВ здійснюють вирівнювання схилів та терасування (висота терас до 10 м). Вирівнювання схилів проводять за допомогою бульдозерів. При цьому площа полігону може збільшитися від початкової на 40 %. Тераси і мікротераси створюють на схилах з метою запобігання розвитку ерозійних процесів, відведення атмосферних опадів та кращого розвитку культурфітоценозів. Після нанесення насипних ґрунтосумішей розпочинають лісогосподарський напрям рекультивації, який входить до біологічного етапу та передбачає створення лісонасаджень на полігонах ТПВ озеленувального, протиерозійного та санітарного призначення. Підбір асортименту дерев, чагарників та травосумішей здійснюють попередньо, дослідивши стан кліматопу та едафотопу, відповідно до умов довкілля [11–13].

*Сприяння природному зарощуванню сміттєзвалищ (природна фітомеліорація).* Фітоценоз сміттєзвалищ, які виникли у процесі природного самозаростання, – результат складної взаємодії кліматопу та екотопу і є близькими до зонального типу лісорослинних умов. Флористичний склад угруповань, які формуються, значною мірою визначається умовами місцезростань, передусім едафічними чинниками. У цих фітоценозах спостерігається багатший видовий склад, ніж на полігонах ТПВ, де проводилися рекультиваційні роботи. Угруповання, що формуються на рекультивованих звалищах, переважно однотипні, характеризуються бідним видовим різноманіттям.

Деревні породи, що набули розвитку на цих девастрованих ландшафтах, потребують догляду. Чагарники час від часу необхідно зрізувати для виключення конкуренції. Необхідно вилучати рудеральні угруповання та здійснювати прокошування трав'яного покриву у весняно-літній період.

### **Висновки**

*Аналізом джерел самозаймання на сміттєзвалищах та способів адаптації цих техногенних відвалів встановлено:*

- джерелами горіння сміттєзвалищ та полігонів складування сміття можуть бути теплове, хімічне, мікробіологічне самозаймання, електричні розряди блискавки, необережне поводження з вогнем, підпал;
- унаслідок горіння сміття в довкілля виділяються небезпечні речовини та сполуки;
- рекультиваційні роботи на полігонах ТПВ слід проводити у три етапи: підготовчий, гірничотехнічний, біологічний; на стихійних звалищах сміття слід вести шляхом штучного та природного зарощування;
- сприяння природному зарощуванню необхідне на обох типах об'єктів складування сміття.

### **Бібліографія**

1. Зумовленість та стан екологічної безпеки України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://old.niss.gov.ua/book/Kachin/1-1.htm>
2. Токсичні речовини у навколишньому середовищі. Стійкі органічні забруднювачі (СОЗ) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://portal.cemu.kiev.ua/waste\\_managment/pops\\_ua.htm](http://portal.cemu.kiev.ua/waste_managment/pops_ua.htm)
3. Дослідження пожеж: довідково-методичний посібник / УкрНДІПБ МВС України. – К. : “Пожінформтехніка”, 1999. – 224 с.
4. Кабанов М.Л. Методические рекомендации по обучению и тренировке газодымозащитников пожарной охраны / М.Л. Кабанов, И.А. Ярмук; УПО МВД СССР. – Харьков, 1978. – 75 с.
5. Кучеренко В.О. Розвиток способів поводження з твердими відходами / В.О. Кучеренко, Б.О. Парахоня, І.І. Власюк // Інформаційний бюлетень Мінпромполітики України: Промислова екологія. – 2007. – №4 (14). – С. 51–56.
6. Справочное пособие для пожарно-технических экспертов. – Л. : Ленинградский филиал ВНИИПО МВД СССР, 1985.
7. Барановский Н.В. Обобщенная схема механизма возникновения лесного пожара в результате грозовой активности / Н.В. Барановский // Материалы 18 научно-техн. конф. “Системы безопасности”. – М. : Изд-во Академии ГПС МЧС России, 2009. – С. 169–171.
8. Барановский Н.В. Условия зажигания дерева лиственной породы наземным грозовым разрядом с учетом испарения влаги / Н.В. Барановский, Г.В. Кузнецов // Тезисы докладов Всероссийской конф. “Новые математические модели механики сплошных сред: построение и изучение”. – Новосибирск: Инс-т гидродинамики СО РАН, 2009. – С. 27–28.

9. Утилізація відходів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.npblog.com.ua/index.php/ekologiya/utilizatsija-vidhodiv.html>
10. Рекультивація та фітомеліорація / [В.П. Кучерявий, Я.В. Генник, А.П. Дида, М.М. Колодко]. – Львів : Світ, 2006. – 116 с.
11. Кучерявий В.П. Фітомеліорація: підручник [для студ. ВНЗ] / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2003. – 540 с.
12. Бровко Ф.М. Лісова рекультивація відвальних ландшафтів Придніпровської височини України : монографія / Ф.М. Бровко. – К. : Вид-во “Арістей”, 2009. – 264 с.
13. Панас Р.М. Рекультивація земель: навч. посібн. / Р.М. Панас. – Львів : Новий світ-2000, 2005. – 224 с.