

УДК 614.842.86 + 614.72

М. В. Сарапіна

Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

ЕКОЛОГО-ТОКСИКОЛОГІЧНИЙ РИЗИК ПРОФЕСІЙНОГО ЗАХВОРЮВАННЯ ПОЖЕЖНИКІВ ВНАСЛІДОК ЛІКВІДАЦІЇ ПОЖЕЖ НА ЗВАЛИЩАХ

Розглянуто проблему горіння звалищ твердих побутових відходів. Запропоновано спосіб оцінки величин викидів найбільш небезпечних компонентів димових газів при горінні звалищ залежно від обсягу згорілих відходів. Охарактеризовано еколого-токсикологічний ризик професійного захворювання пожежників внаслідок ліквідації пожеж на звалищах твердих побутових відходів. Запропоновано ряд практичних рекомендацій, спрямованих на мінімізацію цього ризику.

Ключові слова: тверді побутові відходи, звалище, горіння, дим, токсичність, професійне захворювання, пожежники

Постановка проблеми

В Україні щорічно утворюється ~ 49 млн м³ твердих побутових відходів (ТПВ), які складаються на 5,5 тис. звалищах і полігонах загальною площею понад 9 тис. га. Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 327 од. (6%), а 1339 од. (24%) не відповідають нормам екологічної безпеки [1].

Особливо гостро при експлуатації місць складування відходів стоїть проблема пожеж, виїзд на гасіння яких становить частину рутинної роботи пожежників. Значна кількість звалищ горять регулярно, незалежно від методів і засобів їх гасіння. Масштаб горіння може бути від невеликої тліючої ділянки до великомасштабної пожежі з відкритими вогнищами полум'я. Оскільки пожежі на звалищах і смітниках відносяться до пожеж на відкритій місцевості і бувають досить тривалими, трапляється так, що їх гасіння проводиться без застосування засобів індивідуального захисту органів дихання (ЗІЗОД). Таке рішення, як правило, пояснюється наявністю в димовому середовищі пожежі достатньої кількості кисню для дихання, а також підвищеною стомлюваністю учасників гасіння та додатковими незручностями роботи в разі використання ЗІЗОД.

Однак еколого-токсикологічний ризик впливу диму від горіння і тління ТПВ сильно недооцінюється. У зв'язку з застосуванням у всіх сферах діяльності людини широкої гами матеріалів різного хімічного складу за практичної відсутності попереднього сортування ТПВ, склад диму стає все більш небезпечним і шкідливим для здоров'я, і містить речовини, здатні навіть у мікро- і наноконцентраціях здійснювати шкідливий біологічний вплив.

Комбінований вплив токсикантів диму в концентраціях, що перевищують гранично допустимі, в умовах роботи на пожежі з високим фізичним,

психологічним та температурним навантаженням можуть бути причиною розвитку професійних захворювань, які у пожежників практично не реєструються [2]. Тому захист особового складу пожежно-рятувальних формувань від токсичного впливу диму і мінімізація наслідків такого впливу є однією з найбільш актуальних проблем протипожежних служб.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Прогнозування і попередження пожеж на звалищах ТПВ вкрай ускладнено, оскільки важко визначити можливі осередки підвищення температур через різну питому теплоємність відходів. Доки вогонь або дим не вийшли на поверхню, виявити осередок загорання візуально практично неможливо. Причиною загорання може служити цілий ряд причин (табл. 1 [3]).

Таблиця 1

Джерела і причини виникнення пожеж на звалищах ТПВ

Джерело	Причина
Техногенне	Інциденти на прилеглих територіях, які спричинили займання
Соціальне	Протиправні несанкціоновані дії, відсутність екологічної культури
Надійність об'єкту	Помилки при проектуванні, відсутність активної дегазації звалищного газу
Надійність персоналу	Помилки та порушення при експлуатації
Природне	Кліматичні та природні впливи

Звалища ТПВ здатні до самозаймання. Ініціює процес біохімічне розкладання відходів, яке супроводжується підвищенням температури до 40-70 °С.

Активізація процесів хімічного окислення супроводжується подальшим підвищенням температури і, за умови недостатнього відтоку тепла з товщі звалища, призводить до самозаймання [4]. Оскільки у вітчизняній практиці складування ТПВ поширена пасивна дегазація, при загорянні метан активно підтримує процес горіння тривалий час. У випадку прихованого горіння під товщею відходів вигорають великі пустоти, які сприяють поширенню вогню і призводять до просадок. Завдання ліквідації таких вогнищ складне і потребує великих витрат.

Під час горіння ТПВ димові гази і запах поширюються на відстань до кількох кілометрів. Відомо, що захворювання тих, хто спалює сміття, і тих, хто живе поруч з палаючими звалищами, однакові – це ураження органів дихання, системи крові, зниження імунітету тощо [5].

У статті Лапицького В. М. та ін [6] зазначено, що при спалюванні 1 т твердих побутових відходів утворюється 4...8 тис. м³ димових газів, які являють собою складну багатокомпонентну суміш, до складу якої входять оксиди сірки, азоту, вуглецю, альдегіди, кетони, граничні вуглеводні парафінового ряду, циклопарафіни, циклічні ароматичні вуглеводні, у тому числі канцерогенні, а також важкі метали (ртуть, вісмут, свинець, кадмій, мідь та інші). По ряду інгредієнтів концентрації, виявлені під факелом викиду, перевищують нормативи для атмосферного повітря: зважені речовини – в 2,2...3,2 рази, хлористий водень – в 2,7...3,0 рази, фтористий водень – в 1,9...4,8 рази, формальдегід – в 1,7 рази, бенз(а)пирен – в 7 разів, двоокис азоту – в 1,5 рази [7]. При спалюванні ТПВ в газоподібний стан переходять 72...95 % ртуті, 85 % хлору, 75 % миш'яку, 38 % фтору, 5...33 % свинцю, 4...27 % цинку, 1...7 % міді, 7 % нікелю, 6 % хрому і 0,02 % заліза, що містяться у відходах, що спалюються [8].

Найнебезпечнішими речовинами, що утворюються в процесі горіння ТПВ, визнані сполуки групи діоксинів. Встановлено, що у ґрунті в районах звалищ, де відбуваються періодичні пожежі, спостерігаються високі в тисячі разів перевищуючі фонові їх концентрації [6, 9]. Діоксинами в органічній хімії називають велику групу надзвичайно небезпечних ксенобіотиків з числа поліхлорованих поліциклічних сполук, до яких відносяться дібензо-*p*-діоксин (ПХДД), дібензофуран (ПХДФ) та біфеніли (ПХБ) (рис. 1). Найбільш токсичним є 2,3,7,8-тетрахлордібензо-*p*-діоксин або 2,3,7,8-ТХДД. Його токсична дія на кілька порядків перевершує дію відомих на сьогодні найсильніших отрут: ціаніду (67 000 разів), кураре, стрихніну, зарину тощо. Токсичність цієї сполуки прийнята за еталон, а міжнародний еквівалентний фактор її токсичності дорівнює одиниці (I-TEQ = 1). У ряді країн здійснюється жорстке нормування і контроль гранично допустимої концен-

трації діоксинів в атмосферному повітрі. Так, наприклад, в Японії кількісне обмеження встановлено на рівні 0,6 пг-ТЕQ/м³ [10], у Росії (згідно ГН 2.1.6.014-94) – 0,5 пг/м³.

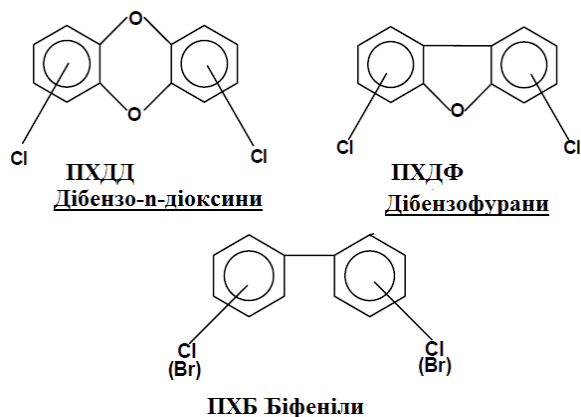


Рис. 1. Структура поліхлорованих діоксинів

Діоксини утворюються практично в будь-якому процесі горіння, якщо хлор, кисень і органічна речовина з'являються в зоні відповідних температур з каталізатором або без каталізатора, таких як мідь, алюміній, залізо та ін. Цю тезу можна застосувати не тільки для процесів горіння, але і для більшості теплових процесів, що відбуваються за температури 200-700 °С [11, 12].

За деякими даними, 80 % діоксинів, що надходять у навколишнє середовище внаслідок спалювання побутових відходів, пов'язані з наявністю в них полівінілхлориду [6], що широко використовується в даний час для виробництва лінолеуму, шпалер, віконних рам, електрообладнання та пластикової тари.

Діоксини мають високу термостійкість, їх ефективне розкладання відбувається тільки за температури понад 1200 °С і витримці не менше 2-5 с. Терморозклад за менших температур є оборотним процесом, і при 200...450 °С вони синтезуються знов [6, 13]. Діоксини є слаболеткими сполуками, тому в атмосфері в основному мігрують в адсорбованому на твердих аерозольних частинках стані, спільно посилюючи свою токсичну дію.

Багаторічні клінічні дослідження «шелеховської когорти» пожежників, які отримали отруєння при гасінні пожежі на ВАТ «Іркутськабель» у 1991 р., де горіла велика кількість поліхлорвінілової плівки та інших ПВХ-матеріалів, показали, що наслідки впливу токсикантів диму проявляються протягом багатьох років. Виявлені в організмі постраждалих діоксини виділялися з організму 7-25 років і стали причиною розвитку широкого спектру захворювань. З 700 учасників гасіння пожежі 104 у результаті отруєння димом отримали різні ступені інвалідності [2].

Метою даної роботи є: охарактеризувати еколого-токсикологічний ризик професійного захворювання особового складу пожежно-рятувальних підрозділів внаслідок горіння звалищ ТПВ з точки зору впливу речовин, що найбільшою мірою визначають токсичність димових газів при горінні ТПВ. Запропонувати спосіб приблизної оцінки величин викидів цих речовин при горінні звалищ. Рекомендувати раціональні шляхи і методи мінімізації такого ризику, в тому числі для захисту особового складу пожежно-рятувальних формувань від токсичного впливу диму.

Виклад основного матеріалу

Відомо, що токсичність диму залежить не тільки від виду матеріалів, що горять, але і від

теплоємності полум'я і від того, скільки є кисню для згорання. Полум'яне горіння характеризується високою швидкістю згорання ТПВ і, відповідно, підвищеними обсягами димових газів, що утворюються. При тліючому (піролітичному) горінні утворюється менший обсяг димових газів, однак більш токсичних, що пояснюється наявністю широкого спектру продуктів неповного згорання, насамперед сажі, ПАВ, ціаністого водню, вінілхлориду, діоксинів та ін. Відомо понад 175 токсичних продуктів горіння, які присутні в диму пожежі в різних комбінаціях. Речовини, які найбільшою мірою визначають токсичність димових газів при горінні ТПВ (нормовані Директивою 2000/76/ЄС [14]), наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Речовини, які найбільшою мірою визначають токсичність димових газів при горінні ТПВ

Речовина	Концентрація в продуктах горіння ТПВ, мг/м ³ [15]	Норматив, мг/м ³ [14]	Клас небезпеки	Характер біологічного впливу
Тверді частки	1500 - 2000	30	3	Посилення несприятливого впливу адсорбованих речовин, здатністю затримуватися в легенях і налипати на шкірні покриви
HCl	300 - 2000	10	2	Подразнення шкіри і слизових; порушення роботи кровоносної системи
SO ₂	200 - 1000	-	3	
NO _x	200 - 500	500	3	
HF	2 - 25	1	2	<i>Гостре отруєння:</i> подразнення шкіри і слизових; загальна токсичність. <i>Хронічне отруєння:</i> ембріотропна, мутагенна і кумулятивна дія
Hg	0,2 - 0,8	0,05	1	<i>Гостре отруєння:</i> загальна токсичність. <i>Хронічне отруєння:</i> меркуріалізм
Cd + Ti	2 - 15	0,05	1 4	<i>Гостре отруєння:</i> блювання і судоми. <i>Хронічне отруєння:</i> кумулятивна отрута; канцероген; ураження нервової, кровоносної, опорно-рухової системи, печінки і нирок
Cr + Pb + V + Ni + Cu + Mn + As + Sb		0,5	1-3	Кумулятивні отрути широкого спектру дії
Діоксини (нг I-TEQ/м ³)	0,5 - 5	0,1	1	<i>Гостре отруєння:</i> шкірні ушкодження (хлоракне), зміна функції печінки. <i>Хронічне отруєння:</i> стійкі органічні забруднювачі (СОЗ), здатні до накопичення; порушення імунної, нервової, ендокринної і репродуктивної систем; канцерогени

Для того, щоб оцінити приблизні масштаби викидів основних токсичних компонентів димових газів при горінні звалищ ТПВ, пропонується використовувати дані з обсягу згорілих ТПВ, що можливо оцінити візуально. У відповідності з цим, масу викиду *i*-го компонента продуктів згорання ТПВ (*M_i*) можна розрахувати за формулою

$$M_i = 10^{-3} \cdot C_i \cdot V_G \cdot V_{ТПВ} \cdot \rho_{ТПВ}, \text{ г}, \quad (1)$$

де *C_i* – концентрація *i*-ї речовини в продуктах горіння ТПВ, мг/м³;

V_G – обсяг димових газів, що утворюється при згорянні 1 тонни ТПВ (4...8 тис. м³), м³/т;

V_{ТПВ} – обсяг ТПВ, що згоріли, м³;

ρ_{ТПВ} – насипна щільність ТПВ (*ρ_{ТПВ}* ≈ 0,25 т/м³).

Таким чином, взявши до уваги дані про межі концентрацій речовин у продуктах горіння згідно з табл. 2 [15], при згорянні 1 м^3 ТПВ утворюється (г): твердих частинок – 1500...4000, HCl – 300...4000, SO_2 – 200...2000, NO_x – 200...1000, HF – 2...50, Hg – 0.2...1,6, важких металів (крім Hg) – 2...30, діоксинів – $0,5 \cdot 10^{-6}$... $10 \cdot 10^{-6}$. Навіть враховуючи процеси розсіювання димових газів в атмосферному повітрі, інтенсивність яких залежить від метеорологічних умов, фізико-хімічних властивостей компонентів диму, рельєфу місцевості та інших факторів, у приземному повітряному просторі навколо осередку горіння формується високий фон забруднення, який характеризується значним перевищенням встановлених гігієнічних нормативів.

Отруєння на пожежі розглядаються як нещасні випадки (травми) без урахування віддалених біологічних ефектів перенесених гострих і підгострих інтоксикацій. Проте, навіть дотримання пожежними всіх вимог щодо безпеки праці [16] не зменшує ризику [17] професійного захворювання особовим складом, оскільки багатфакторність і багатомірність професійного ризику ускладнює вивчення процесу формування професійних хвороб у пожежників і актуалізує пошук нових підходів до підвищення ефективності захисту і мінімізації наслідків токсичного впливу диму, в тому числі при гасінні пожеж на звалищах ТПВ. Аналіз табл. 2 показує, що у відповідності до санітарно-гігієнічної класифікації [18] робота особового складу пожежно-рятувальних підрозділів при ліквідації надзвичайних ситуацій на звалищах ТПВ за ризиком виникнення професійного захворювання повинна бути віднесена до IV (екстремального) класу за впливом шкідливих та небезпечних факторів.

Для мінімізації еколого-токсикологічного ризику професійного захворювання пожежників внаслідок ліквідації пожеж на звалищах ТПВ необхідно:

1. Зменшити виробництво і широке використання матеріалів і речовин, під час горіння яких утворюються надзвичайно небезпечні речовини, зокрема, полівінілхлориду (ПВХ), що в більшій мірі відповідальний за викиди діоксинів.

2. Організувати роздільний збір, переробку і утилізацію відходів з метою зниження темпів виникнення і зростання вже існуючих звалищ.

3. Здійснювати регульоване високотемпературне спалювання ТПВ на сміттєспалювальних заводах із застосуванням сучасних технологій, що відповідають міжнародним вимогам до якості димових газів, зокрема Директиви 2000/76/ЄС.

4. У разі складування ТПВ здійснювати заходи, спрямовані на зменшення ризику їх загорання:

– пересипати шари сміття ґрунтом;

– організувати систему активної дегазації товщі відходів (з наступним очищенням і використанням звалищного газу в якості палива);

– ретельно виконувати правила експлуатації місць складування відходів,

– здійснювати рекультивацию перевантажених територій з закінченим проектним терміном використання.

5. Вести статистику виникнення пожеж на звалищах і полігонах ТПВ, виділяти об'єкти, що потребують підвищеної уваги з боку протипожежних служб, особливо в періоди тривалої посухи і спекотних погодних умов.

6. Здійснювати на звалищах і полігонах ТПВ періодичний моніторинг приземних концентрацій метану з метою недопущення перевищення 1/10 нижньої межі вибуховості, прийнятої при оцінці ризику як допустима [4].

7. Для об'єктивного визначення небезпеки димових газів від горіння ТПВ, а також можливості заяви про безпеку повітря на територіях, прилеглих до смітників, що горять, необхідно:

– ввести на території України гігієнічний норматив на вміст у повітрі діоксинів, спираючись на досвід інших країн, оскільки поки немає законодавчо затвердженого нормативу, немає і підстав для контролю;

– аналізувати якість повітря не тільки за загальноприйнятими у таких випадках вимірах концентрацій оксиду вуглецю, оксидів азоту, сірчистого ангідриду, сірководню, аміаку, сірчаної кислоти і недиференційованого пилю, але і брати проби на вміст характерних для таких пожеж надзвичайно- і високонебезпечних речовин, як діоксини, важкі метали та ін, що мають отруйну дію вже в мікро- і наноконцентраціях, і чий вплив важко оцінити у зв'язку з маловивченими, часто віддаленими, наслідками для здоров'я, репродуктивної функції та тривалості життя постраждалих.

8. Гасіння пожежі в таких ситуаціях здійснювати з обов'язковим використанням спеціально підібраних систем захисту органів дихання, зору і шкірних покривів, намагатися мінімізувати час перебування в зоні задимлення, своєчасно змінювати учасників гасіння. Після закінчення рятувальних робіт організувати ретельну деконтамінацію костюмів, технічних засобів і самої людини.

9. Періодично проводити моніторинг «хімічного» здоров'я пожежників для своєчасного виявлення небезпечних концентрацій токсикантів і виконання детоксикаційних процедур. Здійснювати діагностування онкозахворювань.

10. Діоксини визнати в якості професійного фактора ризику пожежників.

Висновки

Наведені дані свідчать про актуальність проблеми горіння звалищ ТПВ, при цьому слід звернути увагу як на профілактичні заходи з попередження їхнього загоряння, так і на захист пожежників, що виїжджають на гасіння смітників і звалищ. Особливий склад повинен дотримуватися особливої обережності, що виключає хронічне отруєння токсичними речовинами смітєвого диму. Особливу увагу слід приділити діоксинам і важким металам, що мають кумулятивні властивості і здатні здійснювати отруйну дію в мікро- і наноконцентраціях.

В умовах обмеженого нормування і контролю якості повітря під час горіння звалищ ТПВ запропоновано спосіб приблизної розрахункової оцінки величин викидів основних токсичних компонентів димових газів, що утворюються при згорянні ТПВ і регламентуються Директивою 2000/76/ЄС.

З метою мінімізації еколого-токсикологічного ризику горіння звалищ ТПВ запропоновано ряд практичних рекомендацій, спрямованих на раціоналізацію поводження з відходами, профілактику їх загоряння, забезпечення повноти нормування якості задимленого повітря та захист особового складу пожежно-рятувальних формувань, що беруть безпосередню участь у ліквідації пожеж.

Література

1. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2016 рік [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://blagoustriy.info/statistics/43/show/>
2. Иценко, А. Д. Комплексный подход к минимизации последствий токсического воздействия дыма на пожарных [Текст] / А. Д. Иценко, Л. А. Коннова // Науч.-аналит. журн. «Вестник СПб ун-та ГПС МЧС России». – 2012. – № 1. – С. 1–11.
3. Алешина, Т. А. Причины возгораний на свалках ТБО [Текст] / Т. А. Алешина // Вестник МГСУ. – 2014. – № 1. – С. 119–124.
4. Шаимова, А. М. Свалки твердых бытовых отходов: перспективы использования свалочного газа [Текст] / А. М. Шаимова, Л. А. Насырова, Г. Г. Ягафарова // Табигат. – 2006. – № 7. – С. 14–17.
5. Коннова, Л. А. Эколого-токсикологический риск горения твердых бытовых отходов на свалках и помойках Санкт-Петербурга [Текст] / Л. А. Коннова, Л. Н. Панфилова // Проблемы управления риском в техносфере. – 2011. – № 3. – С. 32–34.
6. Латицкий, В. Н. Экологические последствия термической переработки твердых бытовых отходов [Текст] / В. Н. Латицкий, Е. А. Борисовская, В. И. Гончаренко // Техногенно-экологична безпека та цивільний захист. – 2010. – № 1. – С. 80–83.
7. Гигиеническая оценка загрязнения атмосферы выбросами мусоросжигательного производства и предложения по ее оздоровлению [Текст] // Информационное письмо Республиканского центра научной медицинской информации. – К.: Укрмединформ, Вып. 4 – 1992. – 2 с.

8. Юфит, С. С. Мусоросжигательные заводы – помойка на небе. Промышленные полигоны – конец мусорному кризису. Диоксины в грудном молоке: лекции [Текст] / С. С. Юфит. – Н. Новгород: НГМА, 1999. – 85 с.
9. Morselli, L. (1989). Evaluation and comparison of organic and inorganic compounds between emission and immission samples from municipal solid waste incineration. *Chemosphere* 18(11), 2263-2273.
10. Manual on Determination of Dioxins in Ambient Air. Office of Dioxin Control & Air Quality Management Division, Environmental Management Bureau, Ministry of the Environment. 2001, Japan. Retrieved from <https://www.env.go.jp/en/chemi/dioxins/manual.pdf>
11. Environment Australia. (1999). Incineration and dioxins: Review of formation processes, consultancy report prepared by Environmental and safety services for Environment Australia, Commonwealth department of the environment and heritage, Canberra. Retrieved from <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/fec3b9ff-4a26-4b17-9bcb-1ba3c066ca8b/files/incineration-review.pdf>
12. Wielgosiński, Grz. (2011). The Reduction of Dioxin Emissions from the Processes of Heat and Power Generation. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 61 (5), 511–526.
13. Hasenkopf, O. Herve. (1987). Wriksamkeit von Primar- und Sekundarmabnahmen zur Dioxinminderung in Mullverbrennungsanlagen. *VGB Kraftwerkstechn*, 67 (1), 1069–1073.
14. Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on incineration of waste. *Official Journal of European Communities*, 28.12.2000, 91–111.
15. Margarida, J. Quina, João, C.M. Bordado and Rosa M. Quinta-Ferreira (2011). Air Pollution Control in Municipal Solid Waste Incinerators, *The Impact of Air Pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources*, Dr. Mohamed Khallaf (Ed.), *InTech*, DOI: 10.5772/17650. Retrieved from: <https://www.intechopen.com/books/the-impact-of-air-pollution-on-health-economy-environment-and-agricultural-sources/air-pollution-control-in-municipal-solid-waste-incinerators>
16. Наказ МНС України № 312 від 07.05.2007 «Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/952/PRAVIL_Ohor-Pr_MNS.pdf
17. Постанова Кабінету Міністрів України № 442 від 01.08.1992 «Про Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF>
18. Наказ МОЗ України № 248 від 08.04.2014 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>

References

1. State of waste management in Ukraine in 2016. Retrieved from <http://blagoustriy.info/statistics/43/show/>
2. Ishchenko, A.D., Konnova L.A. (2012). A multipronged approach on the mitigation of toxic effect of smoke on

firefighters. *Bulletin of Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia*, 1, 1–11.

3. Aleshina, T.A. (2014.) The aspects of fire safety at landfills. *Vestnik MGSU*, 1, 119–124.

4. Shaimova, A.M., Nasyrova, L.A., Yagafarova, G.G. (2006). Municipal solid waste landfills: prospects for using landfill gas. *Tabigat*, 7, 14–17.

5. Konnova, L.A.; Panfilova, L.N. (2011). Ecological-toxicological risk of burning firm household waste on the dustbing and dumbs in Saint-Peterburg. *Problems of technosphere risk management*, 3, 32–34.

6. Lapitskij, V.N., Borisovskaya, E.A., Goncharenko, V.I. (2010). Ecological consequences of thermal processing of solid waste. *Problems of technogenic and ecological safety*, 1, 80–83.

7. Information letter of the Republican Center for Scientific Medical Information «Hygienic assessment of air pollution by emissions from incineration production and proposals for its improvement». (1992) *Ukrmedinform*, 4, 2.

8. Yufit, S.S. (1999). Incinerators are a dump in the sky. Industrial polygons are the end of the garbage crisis. *Dioxins in breast milk: lectures*. NGMA, 85.

9. Morselli, L. (1989). Evaluation and comparison of organic and inorganic compounds between emission and immission samples from municipal solid waste incineration. *Chemosphere* 18(11), 2263–2273.

10. Manual on Determination of Dioxins in Ambient Air. *Office of Dioxin Control & Air Quality Management Division, Environmental Management Bureau, Ministry of the Environment*. 2001, Japan. Retrieved from <https://www.env.go.jp/en/chemi/dioxins/manual.pdf>

11. Environment Australia. (1999). Incineration and dioxins: Review of formation processes, consultancy report prepared by Environmental and safety services for Environment Australia, *Commonwealth department of the environment and heritage, Canberra*. Retrieved from <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/fec3b9ff-4a26-4b17-9bcb-1ba3c066ca8b/files/incineration-review.pdf>

12. Wielgosiński, Grz. (2011). The Reduction of Dioxin Emissions from the Processes of Heat and Power Generation. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 61 (5), 511–526.

13. Hasenkopf, O. Herve. (1987). Wirksamkeit von Primar- und Sekundardarmabnahmen zur Dioxinminderung in Mullverbrennungsanlagen. *VGB Kraftwerkstechn*, 67 (1), 1069–1073.

14. Directive 2000/76/EC of the European Parliament and of the Council of 4 December 2000 on incineration of waste. *Official Journal of European Communities*, 28.12.2000, 91–111.

15. Margarida, J. Quina, João, C.M. Bordado and Rosa M. Quinta-Ferreira (2011). Air Pollution Control in Municipal Solid Waste Incinerators, *The Impact of Air Pollution on Health, Economy, Environment and Agricultural Sources*, Dr. Mohamed Khallaf (Ed.), *InTech*, DOI: 10.5772/17650. Retrieved from: <https://www.intechopen.com/books/the-impact-of-air-pollution-on-health-economy-environment-and-agricultural-sources/air-pollution-control-in-municipal-solid-waste-incinerators>

16. Order of the Ministry of Emergencies of Ukraine No. 312 of 07.05.2007 "Safety Rules of Labor in the Authorities and Divisions of the Ministry for Emergencies of Ukraine". Retrieved from: http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/952/PRAVIL_OhorPr_MNS.pf

17. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 442 of 01.08.1992 "On the Procedure for the Certification of Workplaces Depending on Working Conditions". Retrieved from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/442-92-%D0%BF>

18. Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 248 dated April 8, 2014 "On Approval of State Sanitary Norms and Rules" Hygienic Classification of Labor on the Indicators of Hazard and Danger of the Factors of the Production Environment, the Severity and Stress of the Labor Process". Retrieved from: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>

Рецензент: д-р техн. наук, В.М. Стрілець, Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна.

Автор: САРАПИНА Марина Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент
Національний університет цивільного захисту України
E-mail – sarapina_mv@nuczu.edu.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9011-8691>

ECOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL RISK OF OCCUPATIONAL DISEASE OF FIREMEN AS A RESULT ELIMINATION OF FIRES ON DUMPS

M. Sarapina

National University of Civil Protection of Ukraine, Ukraine

The issue related to burning of the municipal solid wastes dumps in an aspect of the dangerous impact on the firemen health is studied. Method for estimating the emissions of the main components of waste smoke, taking into account the volume of burned waste, is proposed. Ecological and toxicological risk of occupational disease of firemen as a result of the elimination of municipal solid waste burning is characterized. A few practical recommendations for rationalizing waste management, preventing its ignition, providing the completeness of standardizing the air quality and protecting the firemen that are directly involved in the elimination of fires are proposed. The necessity of required use of specially selected respiratory, vision and skin protection systems, minimization of time spent in a smoky zone and regular monitoring of health firemen that are involved in elimination of municipal solid waste burning is substantiated. The need to identify of dioxins as a professional risk factor for firemen is offered.

Keywords: municipal solid wastes, dump, burning, smoke, toxicity, occupational disease, firemen