

УДК 614.841.1

Ковалишин В.В., д.т.н., доц.,  
Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ ПОЖЕЖІ НА ЛЮДИНУ

Забезпечення пожежної безпеки включає в себе захист від небезпечних факторів пожежі. Збільшилась загибель людей від отруєння токсичними продуктами горіння або внаслідок їх сумісної дії з високою температурою і димом та перевищує 70% від загальної кількості загиблих. Дану тенденцію пов'язують із широким застосуванням полімерних матеріалів у побуті, виробництві, на транспорті та ін. Найнебезпечніші (переважаючи в кількісному відношенні) на пожежі такі гази, як акролеїн  $C_3H_3O$ , CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HCN. Проблеми дослідження дії небезпечних факторів пожежі потребують комплексного вивчення і не можуть обмежуватись розрахунковими методами.

**Ключові слова:** небезпечні фактори пожежі, токсичність, продукти згорання

Важливим аспектом безпеки життєдіяльності громадян Держави є пожежна безпека, яка вирішує завдання не тільки збереження матеріальних цінностей від пожеж, але й захист життя і здоров'я громадян України. Забезпечення пожежної безпеки включає в себе захист від небезпечних факторів пожежі.

Ще багато проблемних питань у сфері забезпечення техногенної та пожежної безпеки. Перш за все, це пожежі та наслідками від них в Україні. Результати щорічного моніторингу стану з пожежами, який проводиться Українським науково-дослідним інститутом цивільного захисту, свідчить, що за останні 10 років у населених пунктах та на об'єктах суб'єктів господарювання України виникло 542 тисячі 358 пожеж, унаслідок яких загинуло 34 тисячі 29 людей і 17 тисяч 229 людей було травмовано. Тільки прями збитки, завдані пожежами, склали 4,9 мільярдів гривень, а загальні матеріальні втрати – понад 15 мільярдів гривень [1].

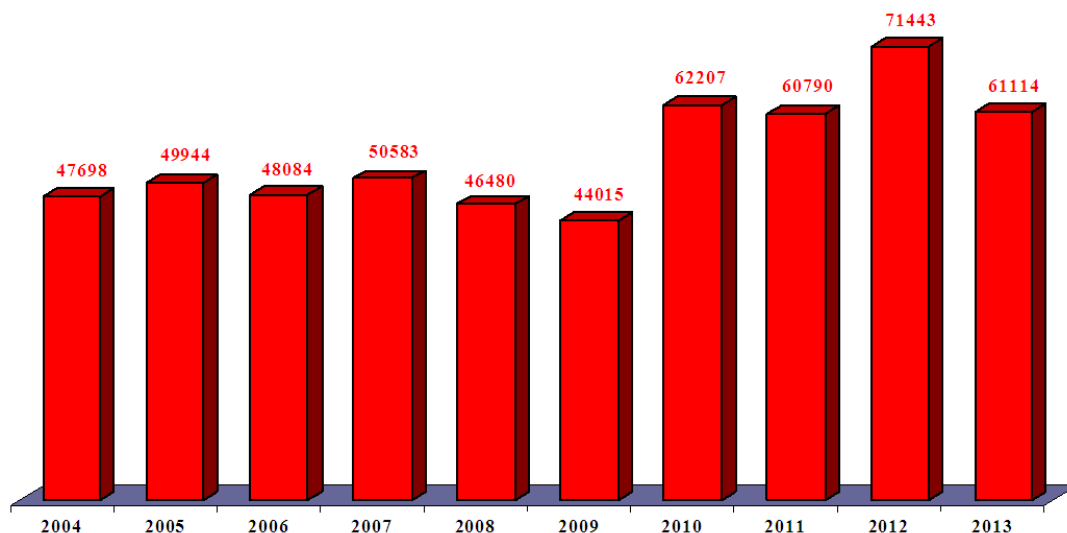


Рисунок 1 – Загальна кількість пожеж в Україні за 10 років

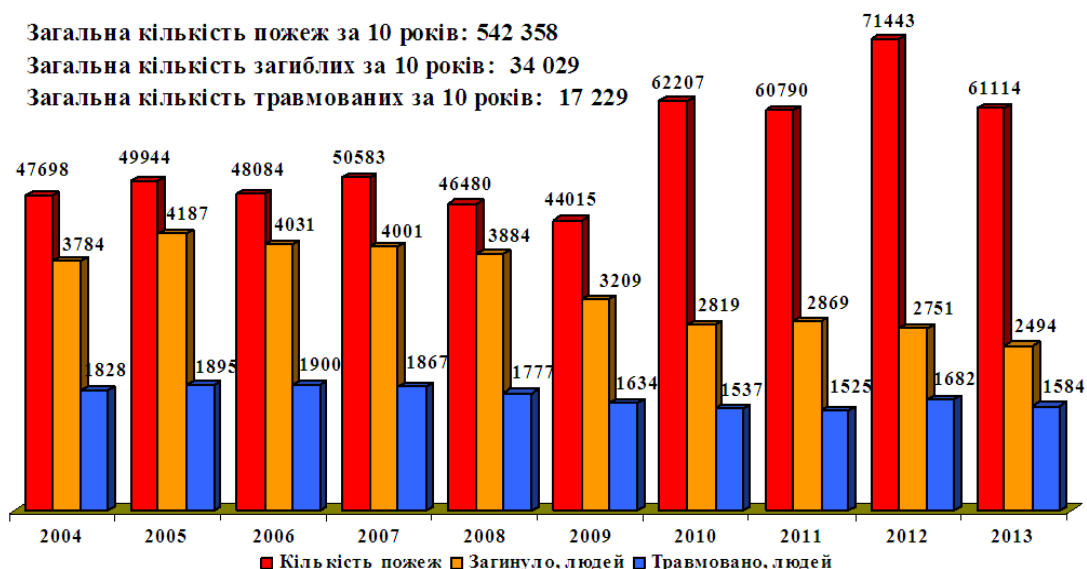


Рисунок 2 – Загальна кількість пожеж, загиблих та травмованих людей в Україні за 10 років

Крім того, результати порівняння з показниками сусідніх держав свідчать про недостатній рівень забезпеченості пожежної безпеки в Україні. Так, за величиною ризику загибелі людей від пожеж Україна поряд з такими країнами як Росія, Білорусь, Казахстан, Китай, США, Японія, Північна Корея, Великобританія, Франція, Італія, Німеччина, посідає друге місце в світі та поступається лише Російській Федерації, причому цей показник упродовж останніх років стабільно знаходиться в зоні високого ризику.

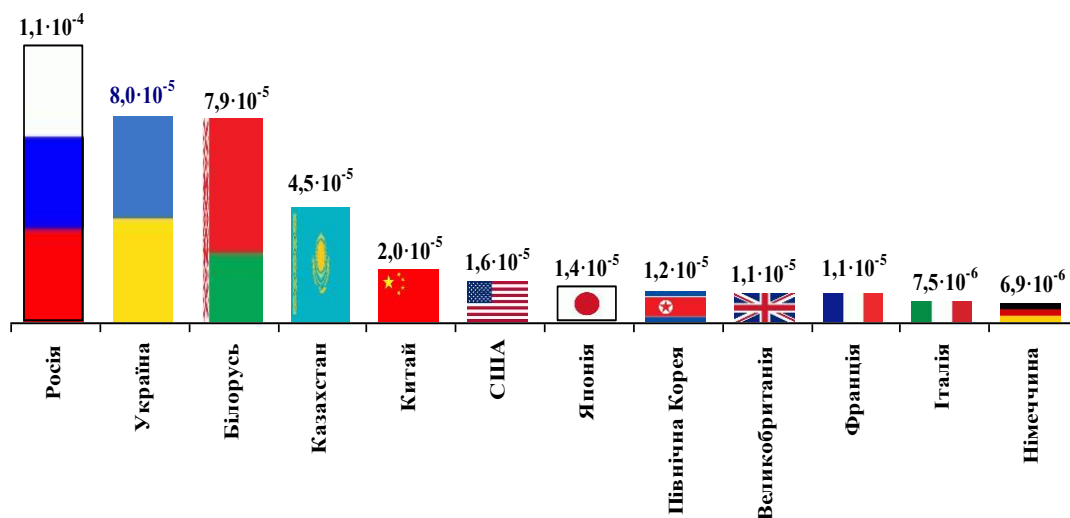


Рисунок 3 – Ризик загибелі людей на пожежах у різних країнах

Останніми роками почастишали також надзвичайні ситуації, що супроводжувались пожежами з тяжкими соціальними й екологічними наслідками на об'єктах підвищеної небезпеки, таких як підприємства енергетики, хімічної, нафтопереробної промисловості; об'єктах торгівлі, складських об'єктах різного призначення.

Серед загальної кількості більшість пожеж 85,0 % та випадків загибелі людей унаслідок них (95,9 %) припадає на житловий сектор. Разом з тим, щороку в Україні виникає певна кількість пожеж із тяжкими наслідками, що викликають негативні прояви у суспільстві.

Показник загибелі людей в перерахунку на 1 млн. населення в Україні перевищує такий у провідних країнах світу у рази [1]. Значний внесок у світову та національну статистику щодо пожежної небезпеки вносить і транспорт, де серед різноманітних надзвичайних

ситуацій біля 40% становлять пожежі [2,7]. За останні десятиріччя суттєво змінився внесок і розподіл між основними чинниками пожежі (високою температурою, димом, токсичними парами і газами, дефіцитом кисню) в генез уражень людей і пожежних-рятувальників. Якщо раніше від опіків гинуло більше ніж 60% постраждалих, то за останні десятиріччя їх питома вага знизилася, за даними світової статистики, до 20-15% [3, 4], а кількість отруєних токсичними продуктами горіння, або внаслідок їх сумісної дії з високою температурою і димом, перевищує 70% від загальної кількості загиблих [5]. В пожежі на території заводу Хартрон на підприємстві «Харківська ювелірна фабрика» у м. Харкові загинуло від отруєння 6 чоловік, що склало 75% від кількості загиблих. Дану тенденцію вчені пов'язують із широким застосуванням полімерних матеріалів у побуті, виробництві, на транспорті та ін. [6,7] та з недотриманням вимог пожежної безпеки.

Враховуючи той факт, що на одного загиблого припадає від 10 до 20 і більше постраждалих від гострих несмертельних отруєнь токсичними продуктами горіння, то загальна кількість людей, які потребують медичної допомоги, суттєво зростає [7]. З цих позицій і оцінюють зусилля компетентних світових організацій щодо підвищення ефективності протипожежних заходів, зниження займистості та групи горючості матеріалів, підвищення вогнестійкості споруд, а також зменшення ризику отруєння токсичними продуктами згорання та загибелі на пожежі.

Дослідження впливу небезпечних факторів пожежі на людину і навколишнє середовище являють великий інтерес з наукової і практичної точки зору і активно ведуться у всьому світі. В результаті піролізу і горіння твердих горючих матеріалів виділяється велика кількість токсичних продуктів згорання.

В галузі пожежної безпеки нерідко постає питання визначення точного якісного і кількісного складу продуктів згорання, за допомогою хроматографічних методів. Переважно дослідник ставить за мету визначення в першу чергу CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> та інші токсичні гази. Найнебезпечніші (переважаючи в кількісному відношенні) на пожежі такі гази, як акролеїн C<sub>3</sub>H<sub>3</sub>O, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HCN [8,9,10].

В США існують різні стандарти за оцінкою дії токсичних газів на пожежних [8,9]. Для найтипівіших ситуацій розроблено три керівництва за оцінкою експозиції шкідливих домішок.

База даних граничних допустимих концентрацій (порогових значень) забруднень в повітрі виробничого приміщення при короткостроковій ГДК (TVL-STEL) заснована на безпечному рівні протягом 15-хвилинної експозиції від однієї шкідливої домішки (перший стандарт, Американська Конференція Гігієністів при Федеральній Промисловості (ACGIH)).

В другому стандарті величина діючої небезпечної концентрації для життя і здоров'я (IDHL) застосовується при визначенні необхідності використання засобів захисту органів дихання і зору і визначається як концентрація, при якій людина протягом 30 хвилин може покинути небезпечне приміщення без використання засобів захисту без подальших наслідків для здоров'я (Національний інститут охорони праці і здоров'я - Адміністрація по охороні праці і здоров'я).

Для пожежників відповідним керівництвом є короткострокова (10 хв.) смертельна концентрація (STLC) [8.9.10].

На реальних пожежах в м. Бостоні (США) фахівцями Департаменту наукових досліджень навколишнього середовища і здоров'я вивчалася шкода, яка наноситься пожежникам від дії токсичних газів, зокрема, моніторингу піддали акролеїн, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, HCl, NO<sub>2</sub>, HCN і мікрочастинки (тверда і рідка фаза), які, за наслідками раніше проведених вимірів і досліджень, надають найшкідливішу дію на організм пожежника [9]. Спеціально для цих досліджень було розроблено нагрудний пристрій відбору проб, який кріпився до бойового одягу пожежника.

Якісна методика відбору проб дасть об'єктивну картину складу продуктів згорання і дасть можливість правильно вибрати тактику гасіння.

Як правило розглядається дія одного небезпечного фактору на людину. А ось дія декількох небезпечних факторів може мати синергетичну дію або адитивну або якусь третю форму впливу, комплексну або з врахуванням температурного фактору.

Комплексне – одночасне надходження шкідливих речовин декількома шляхами (через дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви). У зв'язку з наростаючим забрудненням навколишнього середовища, пожежі також до цього відносяться, значення комплексного шляху надходження отрут зростає. Одночасна дія – одночасний вплив декількох хімічних і фізичних факторів. Вплив токсичних речовин на людину в умовах виробництва, пожежі не може бути ізольованим від впливу інших несприятливих факторів, таких як висока і низька температура, підвищена або знижена вологість, шум, вібрація, випромінювання.

При поєднанні впливу отрути з іншими факторами ефект може виявитися більш значним, ніж при ізольованому впливі того чи іншого фактора. При одночасному впливі шкідливих речовин і високої температури (температурний фактор) можливе підсилення токсичного ефекту. Почастішання дихання і посилення кровообігу ведуть до збільшення надходження отрути в організм через органи дихання. Розширення судин шкіри і слизових підвищує швидкість всмоктування токсичних речовин через шкіру і дихальні шляхи. Висока температура повітря збільшує летючість отрути і підвищує їх концентрації в повітрі (наркотики, пари бензину, ртуті, оксиди азоту, вуглецю, хлорофос). У виробництві нітро- і амінопохідних бензену і його гомологів отруєння частіше відбуваються в жаркий період року. Зниження температури в більшості випадків веде також до підсилення токсичного ефекту. Так, при зниженій температурі збільшується токсичність оксиду вуглецю, бензину, бензолу, сірковуглецю та ін. Тому дослідження дії небезпечних факторів пожежі потребує комплексного вивчення і в тому числі на експозиціях мишей, можливо з більш досконалою методикою ніж в [11]. При гасінні пожеж на об'єктах, де виділяються продукти згорання, треба використовувати індивідуальні засоби захисту органів дихання. Оцінка показника токсичності продуктів горіння в Україні регламентується [10]. В національних документах, зокрема в «Державних санітарних правилах охорони атмосферного повітря населених місць ( від забруднення хімічними та біологічними речовинами № 201 від 09.07.1997) передбачені розрахунки для визначення величини коефіцієнта комбінованої дії хімічних речовин на основі ефекту сумації, посилення (потенціювання) або незалежної дії. Надані відповідні пари для вивчення характеру комбінованої дії у разі, коли ефект відповідає закону простої сумації, більш ніж сумації (потенціювання) або незалежної дії. Подібні результати існують лише для двох (максимум трьох або чотирьох речовин), оскільки для складніших сумішей апарат контролю відсутній, не розроблений. Проблема комбінованої дії компонентів, особливо можливості ефекту потенціювання, залишається не визначеною. Позиція багатьох науковців Шафрана Л.М., Третьякової О.В. та інш. є такою, що для визначення медико-біологічного феномену токсичності не достатньо знати «технічні характеристики» і застосувати «загальні інженерні методи» і є некоректним, що підтверджується багатьма дослідженнями в США, Бостоні, країнах Європи. Позитивним моментом при розробці сучасних документів взамін [11] є урахування в інтегральному показнику токсичності маси матеріалу, яка згоріла, при застосуванні стандартного зразку. Є ще ряд моментів на які треба звернути увагу, можливість використання результатів, що одержані при моделюванні горіння у безполум'яному варіанті (350<sup>0</sup>С) є недостатньо обґрунтованою так як багаторічний досвід проведення випробувань сотень матеріалів свідчить, що серед них є такі, максимальна токсичність яких спостерігається не тільки в діапазоні 300-450 <sup>0</sup>С, але й при 600-750 <sup>0</sup>С і навіть більше 800 <sup>0</sup>С. Тому вплив продуктів згорання треба в першу чергу перевірити на експозиціях гризунів. Бо недооцінка впливу деяких матеріалів може призвести до загибелі людей.

**Висновки.** Збільшилась загибель людей від отруєння токсичними продуктами горіння або внаслідок їх сумісної дії з високою температурою і димом, та перевищує 70% від загальної кількості загиблих, а це вимагає перегляду нормативної бази із забезпечення

пожежної безпеки, Вимагає доопрацювання ГОСТ 12.1.044.-89 вимагає доопрацювання ГОСТ 12.1.044.-89.

Проблеми дослідження дії небезпечних факторів пожежі потребують комплексного вивчення і не можуть обмежуватись розрахунковими методами.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2003-2013 році.
2. Шафран Л. М. Научно-теоретические проблемы медицины транспорта / Л.М. Шафран // Современные проблемы транспортной медицины. – 2005. – № 1. – С. 123.
3. Pauluhn J. A. Retrospective Analysis of Predicted and Observed Smoke Lethal Toxic Potency Values / J. A. Pauluhn // Fire Sciences. – 1993. – Vol. 11, № 2. – P. 109–130.
4. Alarie Y. Toxicity of fire smoke / Y. Alarie // Crit. Rev. Toxicol. – 2002. – Jul. № 32 (4). – P.259–289.
5. Харченко І. О. Климась Р. В., Скоробагатько Т. М. Токсичність продуктів горіння – основна причина загибелі людей у наслідок пожеж / І. О. Харченко, Р. В. Климась, Т. М. Скоробагатько [та ін.] // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2006. – №4 (6). – С. 41–45.
6. Austin C. C. Characterization of volatile organic compounds in smoke at municipal structural fires / C. C. Austin, D. Wang, D. J. Ecobichon [et al.] // Toxicol. Env. Health. – Pt A. – 2001. – Vol. 63. – Iss. 6. – P. 437–458.
7. Третьякова О. В. Токсиколого-гігієнічна оцінка продуктів горіння полімерних матеріалів транспортного призначення / О. В. Третьякова // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2009. – № 4. – С. 110–123.
8. ДСТУ EN 136 : 2003 „Вимоги, випробування, маркування (EN 136:1998, ITD)”
9. Пузач С.В. Методы расчета тепломассообмена при пожаре в помещении и их применение при решении практических задач пожаровзрывоопасности. – М: Академия ГПС МЧС России, 2005.-336с.
10. Ковалишин В.В. Основи створення та експлуатації засобів індивідуального захисту органів дихання / Ковалишин В.В., Кусковець С.Л., Луц В.І. – Львів – 2008. 317 с.
11. ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов . Номенклатура показателей и методы их определения» 113с.