

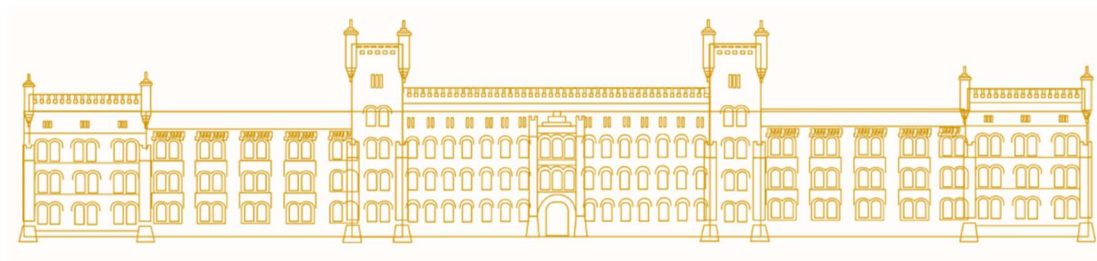
МІНІСТЕРСТВО ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ



# АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

*Збірник тез доповідей  
Міжнародної науково-практичної конференції*

*13 грудня 2024 року*



Львів – 2024

**Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення** : збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, м. Львів, 13 грудня 2024 року. Львів: ЛДУБЖД, 2024. 229 с.

**РЕДКОЛЕГІЯ:**

- Василь ПОПОВИЧ** доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, полковник служби цивільного захисту;
- Андрій ДОМІНІК** кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника факультету пожежної та техногенної безпеки з навчально-наукової роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, підполковник служби цивільного захисту;
- Мирослав КОВАЛЬ** доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики Львівського державного університету безпеки життєдіяльності;
- Олег ПАЗЕН** кандидат технічних наук, начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, підполковник служби цивільного захисту;
- Олександр ЛАЗАРЕНКО** кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, полковник служби цивільного захисту;
- Андрій КУШНІР** кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики Львівського державного університету безпеки життєдіяльності.

У збірнику тез Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні проблеми пожежної безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям в умовах сьогодення» висвітлено актуальні проблеми організації та забезпечення пожежної і техногенної безпеки об'єктів, функціонування систем протипожежного захисту, ліквідації надзвичайних ситуацій та застосування технічних засобів в умовах воєнного стану.

Для наукових, науково-педагогічних та педагогічних працівників закладів освіти, працівників наукових, виробничих установ, підрозділів ДСНС України, громадських і професійних організацій та здобувачів освіти.

Автори несуть відповідальність за зміст представлених публікацій, достовірність результатів і дотримання вимог академічної доброчесності.

## СОРБЦІЯ ВАЖКОГО ГАЗУ ДРІБНОДИСПЕРСНИМ ПОТОКОМ ВОДИ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ

*Лесько А.С., ад'юнкт,  
Кулаков О.В., канд. техн. наук, доцент  
Національний університет цивільного захисту України*

24 лютого 2022 року розпочався відкритий воєнний напад Російської Федерації на Україну. Ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій (НС), викликаних бойовими та диверсійними діями, на хімічно небезпечних об'єктах (ХНО), де обертаються небезпечні хімічні речовини (НХР), значно збільшилася.

НС на ХНО звичайно супроводжуються витоком НХР з технологічних апаратів. Основним завданням при ліквідації таких НС є локалізація витoku, зупинка подальшого розповсюдження НХР й запобігання їх потрапляння в навколишнє середовище [1].

Одним із способів ліквідації НС з викидом небезпечних газоподібних НХР на ХНО є осадження газової хмари дрібнодисперсним потоком води. На сьогодні відомий математичний апарат для прогнозування процесу осадження водою небезпечних газів, що є легшими за повітря (наприклад, [2]).

Опишемо математично процес сорбції важкого небезпечного газу дрібнодисперсним водним потоком. Важким вважаємо небезпечний газ, що має густину більше 0,8 відносно до густини повітря [3].

Після початку процесу осадження спочатку відбувається дифузія важкого газу, що знаходиться у повітрі, до поверхні краплі. Коефіцієнт дифузії  $D_g$  важкого газу можна визначити зі співвідношення:

$$D_g = D_0 \cdot \frac{P_0}{P} \cdot \left( \frac{T}{T_0} \right)^{1,75}, \quad (1)$$

де  $D_0$  – коефіцієнт дифузії важкого газу за нормальних умов ( $P_0 = 10^5$  Па,  $T_0 = 273$  К);  $P$ ,  $T$  – реальні тиск та температура.

За формулою Смолуховського-Ейнштейну визначимо частоту зіткнень молекул газу з краплею води довільного розміру:

$$k_{\text{coll}} = 4\pi \cdot (R_g + R_{\text{drop}}) \cdot (D_g + D_{\text{drop}}), \quad (2)$$

де  $R_g$  – радіус молекули важкого газу;  $R_{\text{drop}}$ ,  $D_{\text{drop}}$  – радіус та коефіцієнт дифузії краплини дрібнодисперсного потоку води.

При використанні для осадження дрібнодисперсного потоку можна вважати  $R_{\text{drop}} \approx 0,5$  мм, відповідно,  $R_g \ll R_{\text{drop}}$ ,  $D_g \gg D_{\text{drop}}$ , що з рівняння (2) дозволяє отримати

$$k_{\text{coll}} = 4\pi \cdot R_{\text{drop}} \cdot D_g. \quad (3)$$

Частота зіткнень молекул важкого газу з поверхнею краплі води:

$$I_{\text{coll}} = k_{\text{coll}} \cdot C_{\text{drop}} \cdot C_g. \quad (4)$$

де  $C_g$  - концентрація хлору в атмосфері,  $C_{\text{drop}}$  - концентрація крапель води, що утворюються для осадження.

Наступним етапом сорбції є проникнення молекул важкого газу крізь поверхневий шар молекул води у краплі. Коефіцієнт масової акомодатії розрахуємо з використанням [1]:

$$\alpha = 1 - \int_{E_{g-d}}^{E_{d-d}} f(E_g, T_g) dE_g, \quad (5)$$

де  $E_g$ ,  $T_g$  – енергія та температура молекул газу;  $E_{d-d}$ ,  $E_{g-d}$  – енергія міжмолекулярного зв'язку між молекулами води й води та важкого газу відповідно.

Після захвату молекул важкого газу поверхнею краплі води за рахунок міжмолекулярної взаємодії, молекули газу проникають у приграничний поверхневий шар. Інтенсивність насичення приграничного шару краплі води молекулами абсорбованого важкого газу можна оцінити за допомогою рівняння Генрі. Коефіцієнт насичення поверхневого шару води абсорбованим газом можна математично описати формулою:

$$\theta_{\text{sorb}} = \frac{R_0 \cdot T}{\sigma} \cdot H \cdot P \cdot \tau, \quad (6)$$

де  $R_0$  – універсальна газова стала;  $\sigma$  – коефіцієнт поверхневого натягу абсорбенту;  $H$  – постійна Генрі;  $\tau$  – характерний час процесу.

Кінцевим етапом сорбції є дифузія важкого газу у весь об'єм краплі. Враховуючи рівняння (4), (6) та коефіцієнт акомодатії  $\alpha$ , швидкість абсорбції важкого газу визначається:

$$V_{\text{sorb}} = I_{\text{coll}} \cdot \theta_{\text{sorb}} \cdot \alpha \cdot \sqrt{\frac{D_{\text{drop}}}{\pi \tau}}. \quad (7)$$

Інтенсивність процесу визначається коефіцієнтом дифузії  $D_{\text{drop}}$  газу в воді.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Кодекс цивільного захисту України: Кодекс від 02.10.2012 № 5403-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення 09.12.2024).
2. Melnichenko A., Kustov M., Basmanov O., Tarasenko O., Bogatov O., Kravtsov M., Petrova O., Pidpala T., Karatieieva O., Shevchuk N. Devising a procedure to forecast the level of chemical damage to the atmosphere during active deposition of dangerous gases. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. Volume 1 (10 (115)). P. 31–40. DOI: [10.15587/1729-4061.2022.251675](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251675).
3. Правила безпеки в газовому господарстві коксохімічних підприємств і виробництв. Затверджено Наказом Держгірпромнагляду 27.03.2007 N 61. URL: [https://zakononline.com.ua/documents/show/280444\\_280509](https://zakononline.com.ua/documents/show/280444_280509) (дата звернення 09.12.2024).
4. Кустов М.В., Калугін В.Д. Прогнозування інтенсивності осадження газоподібних токсичних хімічних речовин атмосферними опадами. East European Science Journal. 2016. Вип. 2(6). С. 52–59.

<i>Дмитро Войтович.</i> ШЛЯХИ ЗАСТОСУВАННЯ ТАКТИЧНИХ РОБОТІВ ПОЖЕЖОГАСІННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ ДСНС УКРАЇНИ. ....	143
<i>Гаврилюк А.Ф., Ковалишин В.В., Яковчук Р.С.</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕНОСНИХ ВОГНЕГАСНИКІВ ПРИ ГАСІННІ ЛІТІЙ-ІОННИХ АКУМУЛЯТОІВ. ....	145
<i>Удовченко В.В.</i> ОРГАНІЗАЦІЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ «ГАСІННЯ ПОЖЕЖ НА ОБ'ЄКТАХ ЗБЕРІГАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВА НАФТОПРОДУКТІВ» ....	147
<i>Басманов О.Є., Олійник В.В.</i> ВИБІР ІНТЕНСИВНОСТІ ПОДАЧІ ВОДИ НА ОХОЛОДЖЕННЯ РЕЗЕРВУАРА В УМОВАХ ПОЖЕЖІ. ....	151
<i>Ковалишин В.В., Марич В.М., Ковалишин Вол. В., Лозинський Р. Я.</i> ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ГАСІННЯ КОМБІНОВАНИХ ПОЖЕЖ КЛАСУ А, В ТА D. ....	153
<i>Діана ПАВЛОВСЬКА, Пархоменко В.-П.О., Пархоменко Р.В.</i> ВИПРОБУВАННЯ ПІДКАСНИКІВ ДЛЯ ПОЖЕЖНИХ-РЯТУВАЛЬНИКІВ. ....	155

## **СЕКЦІЯ 5. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

<i>Паснак І.В.</i> ВПЛИВ ЧИННИКІВ НА ТРИВАЛІСТЬ РУХУ ПОЖЕЖНОГО АВТОМОБІЛЯ ДО МІСЦЯ ВИКЛИКУ. ....	157
<i>Андрій Березовський, Богдан Копил.</i> ВОДОПОГЛИНАННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ПОКРИВІВ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗАЛЕЖНО ВІД НАПОВНЮВАЧІВ. ...	158
<i>Великий Н. Р., Ковалишин В. В., Лозинський Р. Я., Ковалишин Вол. В.,</i> ВПЛИВ НАСАДКИ «ЗАСПОКОЮВАЧА» НА ПОДАЧУ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ. ....	161
<i>Кривошей Б.І., Калиновський А.Я.</i> АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПІД ЧАС ПРОВЕДЕННЯ ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ. ....	164
<i>Мельниченко А.С., Іваненко Я.С.</i> АНАЛІЗ МЕТОДИКИ ВИМІРЮВАННЯ ЗМІЩЕННЯ ОБПЛЕТЕННЯ СТАТИЧНИХ МОТУЗОК ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ СТАНДАРТУ EN 1891-1998. ....	165
<i>Мельниченко А.С.</i> МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВУЗЛОВ'ЯЗАННЯ ТА УСАДКИ СТАТИЧНИХ МОТУЗОК ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ СТАНДАРТУ EN 1891-1998. ....	167
<i>Коваленко Р.І., Курдін І.Ю</i> ЛОГІСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ. ....	169
<i>Панчишин Ю.І.</i> ВЕНТИЛЯЦІЯ З НАГНІТАННЯМ СВІЖОГО ПОВІТРЯ ТА ДИМОВИДАЛЕННЯ В БУДІВЛЯХ ТА СПОРУДАХ ЯКІ ЗАЗНАЛИ РУЙНУВАНЬ ВНАСЛІДОК РАКЕТНОГО ОБСТРІЛУ ПІД ЧАС російсько – УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ	171
<i>Грищенко Д.В., Виноградов С.А., Шахов С.М.</i> РОЗРОБКА ДОСЛІДНОГО ЗРАЗКА СИСТЕМИ ГЕНЕРУВАННЯ ТА ПОДАВАННЯ КОМПРЕСІЙНОЇ ПІНИ. ....	173
<i>Красота І.В., Чужа Б.В. Будовицький В.В.</i> СУЧАСНІ ЗАСОБИ РОЗМІНУВАННЯ ТЕРИТОРІЙ ТА ОБ'ЄКТІВ В ХОДІ РОСІЙСЬКО-УКРАЇНСЬКОЇ ВІЙНИ. ....	175
<i>Поліванов О.Г., Нагорна В.В.</i> ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ПОЖЕЖОГАСІННЯМ В УМОВАХ ВОЄННОГО ЧАСУ. ....	178
<i>Ірина Бачинська, Віктор Шевчук.</i> ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ДІЛЯНОК ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ ЗА КОЕФІЦІЄНТОМ БЕЗПЕКИ. ....	179
<i>Товарянський В.І.</i> ЩОДО ПИТАНЬ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ: ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ. ....	182
<i>Лесько А.С., Кулаков О.В.</i> СОРБЦІЯ ВАЖКОГО ГАЗУ ДРІБНОДИСПЕРСНИМ ПОТОКОМ ВОДИ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ. ....	183