

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**МАТЕРІАЛИ**  
**Міжнародної науково-практичної конференції**  
**«Проблеми пожежної безпеки»**  
**(«Fire Safety Issues»)**

**ХАРКІВ 2016**

## Шановні колеги!




Доброю традицією стало для Національного університету цивільного захисту України проведення щорічних міжнародних науково-практичних конференцій з метою обговорення нагальних проблем у сфері пожежної і техногенної безпеки. І це закономірно, адже університет має майже дев'яносторічний досвід роботи в цьому напрямі.

Освіта і наука були і залишаються важливими пріоритетами держави, що пов'язані з довгостроковими перспективами розвитку нашої країни та впливають на підвищення її конкурентоспроможності. Але новітні технології, стрімкий прогрес, впровадження експериментальних систем господарства не тільки сприяють розвитку економіки, а й несуть потенційну небезпеку. За останні десять років в Україні сталися тисячі пожеж; матеріальні втрати сягнули майже 30 млрд. гривень. Щороку в державі незмінно стається 65-70 тисяч пожеж, гине до трьох тисяч людей, знищується до 30 тисяч будівель і споруд. Втрати від пожеж помітно перевищують загальний збиток держави від інших надзвичайних ситуацій.

Така ситуація змушує по-іншому розглядати механізми безпеки, вирішувати проблемні питання, прогнозувати та пропонувати науково-практичні рекомендації. Зважаючи на це, збірка наукових праць міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми пожежної безпеки», в якій представлено тези доповідей науково-педагогічних працівників вищих навчальних закладів, науковців та спеціалістів-практиків різних країн, традиційно ставить за мету висвітлення найбільш актуальних питань профілактики пожеж і протипожежного захисту об'єктів, створення великої площини для конструктивної полеміки серед учених щодо вдосконалення системи забезпечення пожежної і техногенної безпеки.

Упевнений, що матеріали наукових праць, представлених у збірці, викличуть творчі дискусії, приведуть до апробації нових ідей та будуть корисними не тільки науковцям, але і курсантам, студентам та молодим ученим, що цікавляться питаннями пожежної безпеки.

Ректор Національного університету  
цивільного захисту України  
генерал-лейтенант служби цивільного захисту,  
доктор наук, професор



В.П.Садковий

**Організаційний комітет:**

**Голова**

***Садковий Володимир  
Петрович***

Ректор Національного університету цивільного захисту України, генерал-лейтенант служби цивільного захисту, доктор наук з державного управління, професор

**Заступник голови**

***Андронов Володимир  
Анатолійович***

Проректор з наукової роботи НУЦЗ України, полковник служби цивільного захисту, доктор технічних наук, професор

***Удянський Микола  
Миколайович***

Начальник факультету пожежної безпеки НУЦЗ України, полковник служби цивільного захисту, кандидат технічних наук, доцент

***Безуглов Олег***

Начальник факультету пожежної безпеки НУЦЗ України, полковник служби цивільного захисту, кандидат технічних наук, доцент

***Євгенович***

***Carlström Eric***

Prehospital and Disaster Medicine Center and Gothenburg University, Gothenburg, Sweden

**Секретар**

***Афанасенко***

***Костянтин***

***Анатолійович***

Викладач кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій НУЦЗ України, майор служби цивільного захисту

**Програмний комітет:**

**Голова**

***Андронов Володимир  
Анатолійович***

Проректор НУЦЗ України з наукової роботи, полковник служби цивільного захисту, доктор технічних наук, професор

**Заступник голови**

***Тарасенко Олександр  
Андрійович***

Провідний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної роботи науково-дослідного центру НУЦЗ України, доктор технічних наук, старший науковий співробітник

***Ключка Юрій***

***Павлович***

Начальник кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій НУЦЗ України, підполковник служби цивільного захисту, доктор технічних наук, старший науковий співробітник

***Кириченко Оксана***

***В'ячеславівна***

Начальник кафедри пожежно-профілактичної роботи Черкаського інституту пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України, полковник служби цивільного захисту, доктор технічних наук, старший науковий співробітник

***Тімеєв Євген***

***Олександрович***

Заступник начальника з навчальної роботи Кокшетауського технічного інституту Комітету з надзвичайних ситуацій Міністерства внутрішніх справ Республіки Казахстан, полковник внутрішньої служби

***Adrian Traian G.M.***

***Radulescu***

***Лісняк Андрій***

***Анатолійович***

Assist.Prof. dr. eng., Terrestrial Measurement and Cadastre Department, Civil Engineering Faculty, Technical University Cluj Napoca

Начальник кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт НУЦЗ України, полковник служби цивільного захисту, кандидат технічних наук, доцент

**Технічний секретар**

***Афанасенко***

***Костянтин***

***Анатолійович***

Викладач кафедри пожежної і техногенної безпеки об'єктів та технологій НУЦЗ України, майор служби цивільного захисту

**Укладачі не несуть відповідальності за зміст опублікованих матеріалів**

Розглянуто на засіданні Вченої ради факультету пожежної безпеки (Протокол №1 від 19.09.2016 р.)

## СЕКЦІЯ 2. ВОГНЕСТІЙКІСТЬ

*Баранов М.И., Рудаков С.В., Ричік І.С.*

Противопожарная стойкость кабельных изделий при воздействии молнии 58

*Гасанов Х. Ш.*

Влияние неравномерности распределения опасных факторов чрезвычайной ситуации в помещении на показания тепловизора 63

*Ковалев А.И.*

Методика предварительной оценки огнезащитной способности покрытий стальных конструкций в условиях температурного режима углеводородного пожара 67

*Корнієнко О.В., Копильний М.І., Гудович О.Д., Білошицький М.В.*

Проміжні результати досліджень з визначення строку придатності вогнезахисних покривів (просочень) для деревини 70

*Миргород О.В., Шабанова Г.М., Корогодська А.М.*

Розробка складів цементів і бетонів для оптимізації вогнетривких та фізико-механічних властивостей залізобетонних конструкцій 73

*Рудешко І.В.*

Особливості вогнезахисту металевих конструкцій машинних залів АЕС 76

*Тараненкова В.В., Головій М.О., Крупко Р.А.,*

Доломітова цегла на різних заповнювачах 81

*Тригуб В.В., Тімеєв Є.О.*

Прогнозування зон руйнування при вибуху 84

## СЕКЦІЯ 3. ВОГНЕГАСНІ РЕЧОВИНИ

*Горносталь С.А., Петухова О.А.*

Аналіз та удосконалення методики проведення випробувань водопровідної мережі на водовіддачу 87

*Желяк В.І., Лазаренко О.В.*

Особливості гідравлічного розрахунку системи внутрішньоквартирного пожежогасіння 90

*Ключка Ю.П.*

Вплив маси небезпечної речовини, як випадкової величини, на наслідки від надзвичайної ситуації 94

*Ковалевська Т.М.*

Участь прокурора при проведенні досудового слідства по справам про прожежі 97

*Кустов М.В., Калугин В.Д.*

Электрофизический метод интенсификации осадков над зоной масштабного пожара 100

*Островерх О.О.*

Аналіз нормативно-правової бази України з питань пожежної безпеки 103

## ПРОГНОЗУВАННЯ ЗОН РУЙНУВАННЯ ПРИ ВИБУХУ

При виникненні окремих видів НС техногенного та природного характеру (вибух, ураган, підтоплення та ін.) можливе раптове руйнування споруд. Найбільше число людських жертв, завдання матеріальних збитків та заподіяння шкоди докільню можливо при руйнуванні будівель та споруд громадського призначення, техногенно-небезпечних підприємств, багатопверхових, аварійних будинків житлового та промислового призначення.

При прогнозуванні надзвичайних ситуацій пов'язаних з вибухами для визначення кількості потерпілих необхідно визначити межі зон руйнування будівель та споруд.

В попередніх дослідженнях докладно розглядаються питання, які стосуються прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій взагалі. В роботі [1] розглядається методика визначення обсягу завалів, яка дозволяє визначити потрібну кількість сил та засобів для їхнього розбирання. В [2-4] запропоновано загальний перелік та послідовність рятувальних робіт на зруйнованих будівлях. Ймовірність ураження людей від ступеню пошкодження будівлі і час необхідний для їхнього рятування розглядається в [5]. В [6] представлена методика розрахунку імовірної кількості постраждалих для визначення сил проведення рятувальних робіт на зруйнованих будинках. Методика розрахунку сил та засобів для проведення всього комплексу аварійно-рятувальних робіт на зруйнованих будівлях розглянута в [7]. Не достатньо розглянуті питання оцінки радіусу меж зон руйнувань для подальшого визначення кількості потерпілих.

При складанні прогнозу про можливу обстановку для розробки оперативних заходів щодо ліквідації НС, які пов'язані з вибухами необхідна інформація про руйнування, які виникли. Основним параметром, який необхідно визначити є межі зони руйнування.

Аварійні вибухи пов'язані з вибухами газопароповітряних сумішей, які утворюються внаслідок витоку горючих речовин. При вибуху таких сумішей виникають ударні хвилі, які можуть зруйнувати, або пошкодити будівлі, обладнання в зоні їх дії. Умовно прийнято розглядати три характерні зони ймовірних пошкоджень: зона сильних руйнувань ( $\Delta P = 30$  кПа), зона середніх руйнувань ( $\Delta P = 20$  кПа) та зона легких руйнувань ( $\Delta P = 10$  кПа).

При розгляді дії ударних хвиль необхідно прийняти до уваги те, що в більшості випадків час дії ударної хвилі значно більше власному періоду коливань конструкції. Це означає, що навантаження від ударної хвилі на конструкцію можна вважати квазістатичною, тобто напруження, деформації в елементах конструкції будуть пропорційні максимальному надлишковому тиску хвилі  $\Delta P$ . До зазначених випадків впливу відносяться дані за результатами руйнувань, приведені в табл. 1 [5].

Величину надлишкового тиску  $\Delta P$ , кПа, що розвивається у разі згоряння газопароповітряних сумішей, визначають за формулою [8]:

$$\Delta P = P_0 \cdot \left( \frac{0,8 \cdot m_{np}^{0,33}}{r} + \frac{3 \cdot m_{np}^{0,66}}{r^2} + \frac{5 \cdot m_{np}}{r^3} \right), \quad (1)$$

де:  $P_0$  – атмосферний тиск, кПа (допускається приймати таким, що дорівнює 101 кПа);  $r$  – відстань від геометричного центра газопароповітряної хмари, м;  $m_{np}$  – приведена маса газу або пари, кг, обчислюється за формулою:

$$m_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{зг}}}{Q_0} \cdot m \cdot Z, \quad (2)$$

де  $Q_{\text{зг}}$  – питома теплота згоряння газу або пари, Дж·кг<sup>-1</sup>;  $Z$  – коефіцієнт участі горючих газів і парів у горінні, який допускається приймати рівним 0,1 [9];  $Q_0$  – константа, рівна  $4,52 \cdot 10^6$  Дж·кг<sup>-1</sup>;  $m$  – маса горючих газів і (або) парів, які надійшли в результаті аварії до навколишнього простору, кг.

**Таблиця 1 – Наслідки впливу надлишкового тиску на будівельні конструкції**

Надлишковий тиск $\Delta P$ , кПа	Наслідки
50	Повні руйнування будинків і споруд
30	Сильні руйнування і пожежі
20	Середні руйнування і можливі пожежі
10	Легкі руйнування будинків і спорудження, можливі окремі пожежі
5	Граничне значення надлишкового тиску
2	Руйнування віконного скла

Для тричленних рівнянь виду (1) характерно:

- перший і другий члени рівняння виявляються невеликими порівняно з третім членом при розрахунку тиску на близьких відстанях від центру вибуху (тиск в хвилі понад 100 кПа);

- другий і третій члени стають невеликими порівняно з першим членом на значній відстані від центру вибуху (тиск менше 100 кПа).

Беручи до уваги зазначені властивості тричленних рівнянь (1) і той факт, що межі зон руйнування важливих об'єктів знаходяться на значній відстані від епіцентру вибуху (тиск не більше 30-50 кПа), можна записати:

$$\Delta P = P_0 \cdot \frac{0,8 \cdot m_{\text{пр}}^{0,33}}{r}, \quad \text{або} \quad r = 80,8 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,33}}{\Delta P}. \quad (3)$$

Підставивши в (3) значення тиску з табл. 1, які відповідають ступеням руйнувань об'єктів, отримуємо рівняння, що дозволяють розрахунковим шляхом оцінити радіуси меж:

- зони сильних руйнувань

$$r = 80,8 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,33}}{30} = 2,7 m_{\text{пр}}^{0,33},$$

- зони середніх руйнувань

$$r = 80,8 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,33}}{20} = 4 m_{\text{пр}}^{0,33},$$

- зони легких руйнувань

$$r = 80,8 \cdot \frac{m_{\text{пр}}^{0,33}}{10} = 8 m_{\text{пр}}^{0,33}.$$

**Висновки.** Таким чином запропонована методика визначення меж зон руйнування при вибуху газопароповітряних сумішей на відкритих технологічних установках, яка дозволяє в подальшому прогнозувати кількість потерпілих в будинках, які потрапили в певні межі.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Каммерер Ю.Ю., Харкевич А.Е. Аварийные работы в очагах поражения. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 288 с.
2. Організація аварійно-рятувальних робіт: Підручник. За загальною редакцією В.П. Садкового / Аветісян В.Г., Сенчихін Ю.М., Кулаков С.В., Куліш Ю.О., Тригуб В.В. – Х: «Федорко», 2010, 240 с.
3. Дементьев С.В., Чумак С.П., Дурнев Р.А. Отчет по результатам натуральных экспериментальных исследований по отработке технологий и способов ведения спасательных работ в условиях разрушенных зданий. - М.: ВНИИ ГОЧС, 1993.
4. Шахмарьян М.А. Научно-методические основы планирования использования аварийно-спасательных сил при разрушительных землетрясениях // ВИНТИ. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. – 1993. – Вып.7. – С.23-29.
5. Аветісян В.Г., Дерев'яно І.Г., Тригуб В.В. Методичні вказівки по виконанню контрольної роботи з організації аварійно-рятувальних робіт (прогнозування та ліквідація наслідків вибуху на відкритих технологічних установках). – Харків: УЦЗУ, 2008. – 47 с. [Электронный ресурс] // Режим доступа: [http://univer.nuczu.edu.ua/tmp\\_metod/928/OARR\\_Prognoz\\_ta\\_likvidac\\_naslidkiv.pdf](http://univer.nuczu.edu.ua/tmp_metod/928/OARR_Prognoz_ta_likvidac_naslidkiv.pdf)
6. Аветісян В.Г., Тригуб В.В. Алгоритм прогнозування кількості потерпілих на зруйнованих будинках // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип. 8. – Харків: Фоліо, 2008. С. 3-6. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol8/01.pdf>
7. Аветісян В.Г., Тригуб В.В. Прогнозування кількості рятувальників для проведення робіт на зруйнованих будинках // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України. Вип. 7. – Харків: Фоліо, 2008. С. 3-8.
8. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
9. Тесленко А.А. Методы оценки взрывоопасности наружных установок в России, Беларуси и Украине / Тесленко А.А., Токарь А.И. // Проблемы пожарной безопасности. – 2014. – Вып. 36. – С. 259-265. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfFireSafety/vol36/teslenko.pdf>
10. Тригуб В.В. Методика оцінки меж зон руйнування при вибуху на відкритих технологічних установках // Проблеми надзвичайних ситуацій. – Харків: НУЦЗУ, 2016. - Вип. 23. - С. 159-163. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol23/Trigub.pdf>

V.V. Trigub, Ph.D., Associate Professor, National University of Civil Protection of Ukraine

## PREDICTION OF FRACTURE ZONES IN THE EXPLOSION ON THE OPEN PROCESS PLANTS

The conditions for the destruction of industrial objects when exposed to loads from the shock waves. Analyzes the change of pressure in the shock waves depending on the weight of the explosive substance and the distance from the epicenter. Formulas for estimating the radius of the boundaries of zones of strong, medium and light damage in the explosion gaz-steam-air mixtures.