

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ВИБУХІВ НА ВИРОБНИЧИХ ОБ'ЄКТАХ

*Володченкова Н.В., Хіврич О.В. (каф. безпеки життєдіяльності Національного
університету харчових технологій, м. Київ),
Левченко О.Г., д.т.н. (каф. ОПЦБ НТУУ «КПІ»)*

Недосконалість нормативної бази з питань охорони праці створюють умови для більш широкого застосування методів аналізу ризику з метою обґрунтування промислової безпеки.

Однією з актуальних проблем обґрунтування безпеки функціонування виробничих об'єктів є виконання вимог з вибухостійкості та стійкості до вибухового навантаження будівель і споруд.

Недоліки математичного підходу до обґрунтування стійкості елементів виробничих об'єктів до впливу повітряної вибухової хвилі (ПВХ) на підставі розрахунків максимально можливого вибухового навантаження неодноразово відмічалися відповідними фахівцями Держгірпромнагляду. Даний підхід не враховує сучасні вимоги до забезпечення надійності технологічних систем і упередження аварій, призводить до збільшення розмірів виробничих ділянок, протяжності мереж комунікацій, а також до додаткових необґрунтованих витрат.

Кількісне оцінювання ризику вибуху на виробничих об'єктах, призначено для обґрунтування стійкості будівель і споруд відповідних об'єктів до впливу повітряної вибухової хвилі.

Стійкість будівель і споруд виробничих об'єктів до впливу повітряної вибухової хвилі характеризується граничним тиском у фронті ПВХ P_{zp} , якому можуть протистояти елементи конструкцій будівлі або споруди не втрачаючи здатності до подальшої експлуатації. Стійкість елементів виробничих об'єктів до впливу повітряної вибухової хвилі характеризується граничним тиском у фронті ПВХ за критерієм максимально можливого вибухового навантаження при зовнішніх вибухах досягається, якщо виконується умова

$$P_{zp} k > \max(\Delta P_{\phi} n), \quad (1)$$

де $P_{zp} k$ — граничний (проектний) тиск у фронті ПВХ, на який розрахована k -а будівля ($k= 1, 2, \dots$); $\Delta P_{\phi} n$ — значення тиску у фронті ПВХ; n — номер сценарію ($n= 1, 2, \dots, N$); N — кількість сценаріїв з вибухами.

Розрахунки зон ураження пропонується здійснювати за методиками:

- 1) методика оцінки зон ураження, заснована на використанні значення «тротилового еквіваленту» вибуху газоповітряної суміші (ГПС);
- 2) методика, яка враховує тип вибухового перетворення (детонація, дефлаграція) при спалаху ГПС.

Перша методика дає орієнтовну масу речовини, що бере участь у вибуху, без врахування дрейфу хмари ГПС. Для проведення більш детальних

розрахунків зон ураження (руйнування) пропонується використовувати співвідношення на основі РД 03-26-2007 [Методические указания по оценке последствий аварийных выбросов опасных веществ] — розрахунок розсіювання і дрейфу хмари ГПС — і РД 03-409-01 [Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей] — розрахунок параметрів ПВХ і зон руйнування.

Обґрунтування стійкості будівель і споруд виробничих об'єктів до впливу ПВХ на підставі кількісної оцінки ризику більш складний процес. Він враховує:

- ймовірність і наслідки усіх можливих сценаріїв викидів небезпечних речовин, які призводять до вибуху та утворення надлишкового тиску ПВХ;
- тип будівлі (споруди);
- допустиму частоту R_{don} впливу вибуху, яка призводить до пошкодження будівлі (споруди).

За критерій стійкості елементів виробничих об'єктів до впливу ПВХ прийнято виконання умови

$$R_p k < R_{don}, \quad (2)$$

де $R_p k$ — частота руйнувань k -ї будівлі, тобто виконання умови $R_p k < \Delta P_\phi n$ для усіх сценаріїв аварійних ситуацій з урахуванням імовірності їх виникнення.

Враховуючи закордонний досвід нормування ризику руйнування будівель і споруд, пропонується приймати за $R_{don} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ рік}^{-1}$, що відповідає встановленому в нормативно-правових документах критерію пожежного ризику для виробничого персоналу промислового об'єкту.

Реалізація методу кількісного оцінювання ризику вибуху, на наш погляд, полягає:

- в моделюванні аварійного викиду і розповсюдженні небезпечних речовин для усіх можливих сценаріїв аварійних ситуацій і спалаху ГПС;
- в розрахунку можливих зон руйнувань від впливу ПВХ при аварійних вибухах ГПС;
- в розрахунку показників ризику вибуху ГПС, в тому числі оцінюванні частоти перевищення величини заданого тиску у фронті ПВХ для кожної будівлі, споруди, які розташовані на території об'єкта промисловості, що досліджується; використання критеріїв допустимого ризику руйнування будівель залежно від специфіки їх конструкції.

Основні показники вибухонебезпеки і ризику, які використовуються для визначення та обґрунтування стійкості будівель і споруд виробничих об'єктів до впливу повітряної вибухової хвилі, наведено в табл. 1.

Вибір показників ризику визначається метою і завданнями його оцінки. Умовні ймовірності $P(Cn/A)$ реалізації сценаріїв Cn аварій із загорянням і дрейфом хмар ГПС на об'єкті дослідження визначаються за виразом

$$P(Cn/A) = P(G_s/A)P(U_{\psi\Box})P(Se_v) \times P(KC/U_{\psi\Box}Se_v)P_{def}P(D/A), \quad (3)$$

де $P(G_s/A)$ — відносна частота витікання небезпечних (горючих) речовин з інтенсивністю G_s , у s -у з можливих діапазонів інтенсивності витікання залежно від тиску і розміру отвору розгерметизації (A — аварія); $P(U_{\psi\Box})$ — відносна

частота повтору швидкості вітру на рік $U_{\psi\Box}$ в ψ -у діапазоні швидкостей і \Box -у географічному напрямку; $P(Se_v)$ — відносна частота реалізації за порою року Se_v ; $P(KC / U_{\psi\Box} Se_v)$ — відносна частота реалізація заданого класу стійкості (KC) атмосфери при швидкості вітру в s -у діапазоні в v -й сезон Se_v ; P_{def} — умовна імовірність згоряння речовин з утворенням надлишкового тиску; $P(D/ A)$ — умовна ймовірність загоряння хмари від джерела (D), що знаходиться у межах хмари ГПС.

Таблиця 1

Основні показники вибухонебезпеки і ризику, які використовуються для визначення та обґрунтування стійкості будівель і споруд виробничих об'єктів до впливу повітряної вибухової хвилі

Показники	Характеристика
ΔP_{ϕ} — надлишковий тиск у фронті ПВХ, Па R — радіус зони руйнування від впливу ПВХ із надлишковим тиском у фронті ΔP_{ϕ} , м	Параметр, який визначає ступінь впливу (навантаження) на будівлю Радіус розраховується від центру хмари ГПС в момент її ініціювання.
L — максимальна відстань дрейфу хмари ГПС, м R_L — максимальна дальність дії ПВХ, м	Максимальна відстань від точки викиду небезпечної речовини, на який досягаються такі концентрації ГПС, при яких можливий спалах хмари ГПС Максимальна відстань від джерела викиду, на якій здійснюється руйнування в результаті вибуху хмари ГПС, з урахуванням її дрейфу (при визначеному ΔP_{ϕ})
λ_A — частота аварій з викидом небезпечних речовин, рік ⁻¹	Включає частоту всіх можливих випадків викидів небезпечних (горючих) речовин.
λ_{Cn} — частота розвитку аварії за сценарієм C_n з виникненням вибуху, рік ⁻¹ $R_{p\Delta P_{\phi}}(x,y)$ — потенційний ризик руйнування будівлі з координатами (x, y) у разі впливу на неї ПВХ з надлишковим тиском ΔP_{ϕ} , рік ⁻¹	Частота спалаху хмари ГПС Частота перевищення надлишкового тиску ΔP_{ϕ} у точці території з координатами (x, y)
$R_p k$ — частота руйнувань k-ї будівлі від впливу вибуху, рік ⁻¹	Частота руйнувань k-ї будівлі із урахуванням її типу і P_{pk}

Алгоритм послідовності аналізу ризику руйнувань будівель і споруд на виробничих об'єктах під час вибухів ГПС наведено на рис.1.

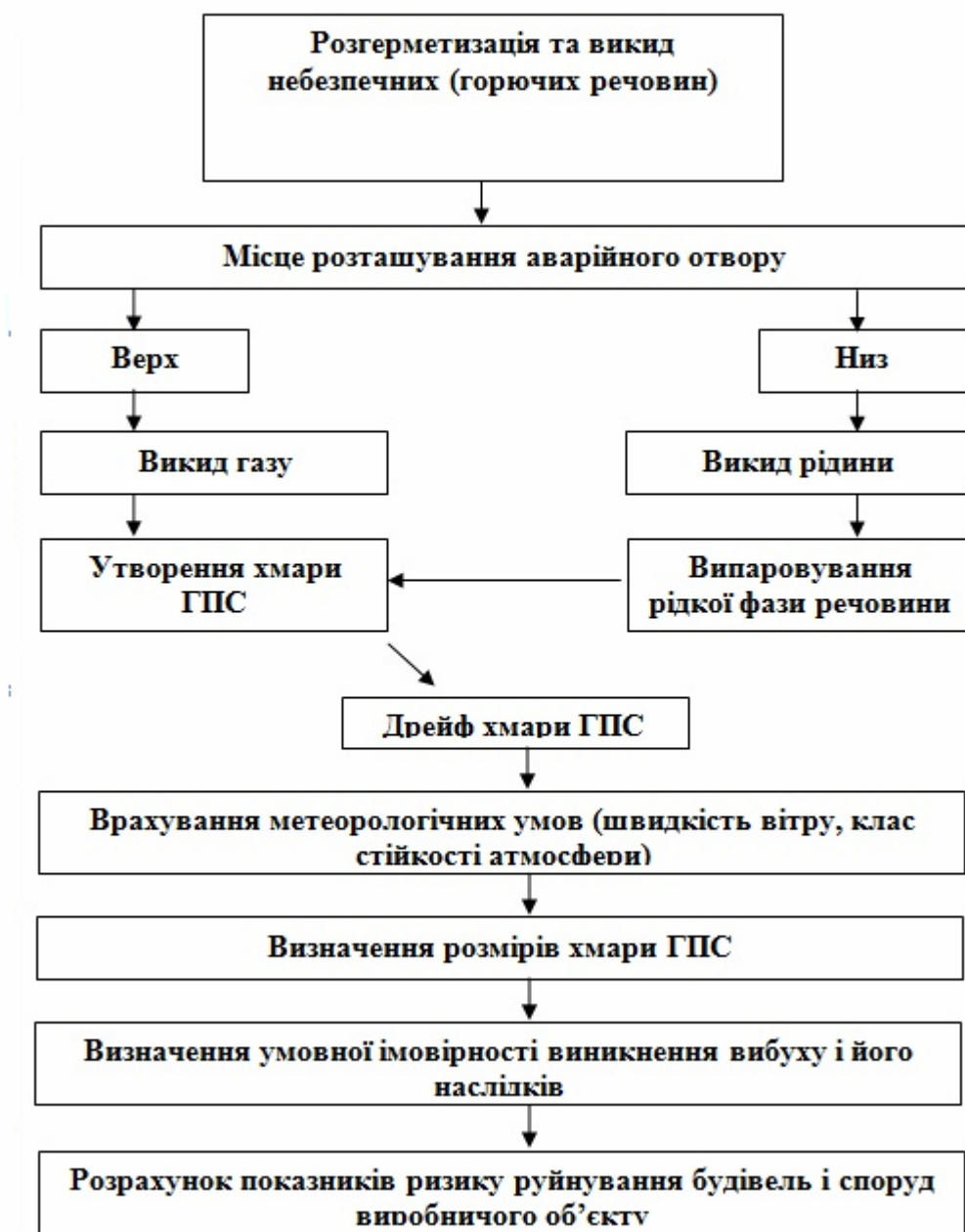


Рис. 1. Алгоритм послідовності аналізу ризику руйнувань будівель і споруд на виробничих об'єктах при вибухах ГПС.

Кількісне оцінювання ризику руйнувань будівель і споруд на виробничих об'єктах при вибухах ГПС за методом, що пропонується, дозволяє:

- обґрунтувати ступінь їх стійкості до впливу повітряної вибухової хвилі;
- обґрунтувати значення безпечної відстані, яка у декілька разів менша у порівнянні зі значенням, що отримано методом, заснованим на розрахунку максимальних зон руйнувань під час аварійних вибухів на виробничих об'єктах.