

Квітковський Ю.В., викл., УЦЗУ

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ МОЖЛИВИХ ЗБИТКІВ ТА ПОШКОДЖЕНЬ НА ПІДПРИЄМСТВІ У ВИПАДКУ ВИБУХУ ГАЗОПОВІТРЯНОЇ СУМІШІ

(представлено д-ром техн. наук Кривцовою В.І.)

У статті наведена загальна методика визначення ступеня пошкодження на підприємстві під час вибуху газоповітряної суміші, а також оцінки рівня можливих збитків

Постановка проблеми. Виробництва класифікуються по категоріях А, Б, В, Г, Д, Е.

Цілком зрозуміло, що найбільшу небезпеку представляють вибухопожежонебезпечні і вибухонебезпечні виробництва. Для таких підприємств, з метою обмеження і локалізації можливих вибухів і пожеж, встановлюються граничні розміри будівель або ділянок виробництв, що відокремлюються вогнестійкими перешкодами, обмежується поверховість, визначаються граничні відстані між виходами з будівель, нормуються вогнестійкість конструкцій і потрібні площі легкоскидних поверхонь. Високі вимоги пред'являються до засобів пожежогасінні і пожежної сигналізації.

Проведення вищевказаних заходів, а також спеціальних, сприяючих обмеженню виникнення вторинних несприятливих наслідків, особливо важливо на підприємствах хімічної, целюлозно-паперової і деяких інших галузей промисловості, де є великі запаси вибухопожежонебезпечних рідин і газів. В умовах нинішнього часу, коли виробничі фонди суттєво зношені і потребують оновлення, небезпека виникнення аварійних ситуацій різко збільшується, оскільки важкі наслідки можуть виникнути навіть при незначних порушеннях жорстко дотримуваних і постійно підтримуваних технологічних процесів або правил зберігання і транспортування. Причиною таких порушень можуть послужити, наприклад, раптове припинення подачі електроенергії, пари або води, порушення герметичності стиків, вихід з ладу окремих технологічних установок, тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У літературі, присвяченій питанням забезпечення цивільного захисту, що ви-

давалася за часів Радянського Союзу, випадки вибухів на підприємствах розглядалися лише як вторинні фактори ядерного удару [1]. На сьогоднішній день в Україні є чинна «Методика прогнозування наслідків виліву (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті» [2], але вона призначена для тих випадків, коли йдеться про отруйні речовини, іншими словами – про хімічну небезпеку. Щодо оцінки ступеня впливу на будівлі та споруди ударної хвилі від вибуху газоповітряної суміші, то подібної методики на Україні поки що не існує, хоча моделювання процесу знаходить відображення у багатьох публікаціях, зокрема у [3-6].

Постановка завдання та його вирішення. Постає необхідність завчасного вивчення можливих наслідків виникнення таких аварій і розробки спеціальних заходів для їх застереження. Для цього, зокрема, необхідно визначитися з розмірами можливих пошкоджень та рівнями збитків, що можуть бути спричиненими у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Для кожного об'єкту, що може підвергнутися руйнуванню внаслідок гіпотетичного вибуху газоповітряної суміші, визначається кутова точка ймовірного завалу з координатами (x_0, y_0) , що лежить на промені $[(x_1, y_1), (x_2, y_2)]$ (рис. 1), де (x_1, y_1) – центр вибуху; (x_2, y_2) – кутова точка об'єкту. Кутова точка завалу визначається для всіх кутових точок об'єкту.

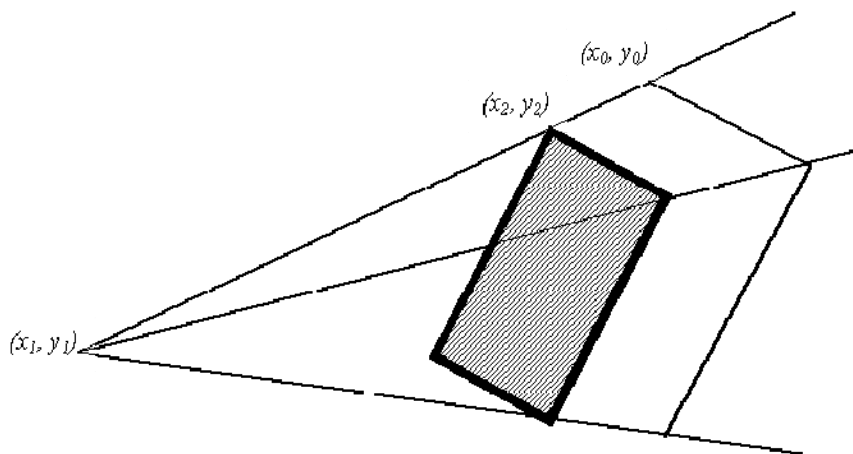


Рис. 1 – Схема визначення кутової точки завалу

Відстань L , на яку можуть переміщуватися уламки зруйнованої будівлі (відрізок $[(x_2, y_2), (x_0, y_0)]$), можна визначити за формулою

$$L = V \sqrt{\frac{H}{g}}, \text{ м} \quad (1)$$

де V – швидкість розповсюдження ударної хвилі, м/с; H – висота об'єкту (будівлі), м; g – прискорення вільного падіння, м/с².

Координати кутової точки (x_0, y_0) можна вичислити з наступних формул

$$x_0 = t_0 x_2 + (1 - t_0) x_1; \quad y_0 = t_0 y_2 + (1 - t_0) y_1, \quad (2)$$

де t_0 – параметричний коефіцієнт, що залежить від часової стадії повного часового процесу руйнування, причому $0 < t_0 \leq 1$.

Значення t_0 можна знайти з наступного квадратного рівняння

$$L^2 = (t_0 x_2 + (1 - t_0) x_1 - x_2)^2 + (t_0 y_2 + (1 - t_0) y_1 - y_1)^2. \quad (3)$$

Відповідні точки зони обвалу з'єднуються відрізками, паралельними відповідним сторонам об'єкту.

Під час аналізу знайдених кутових точок треба з'ясувати: внутрішні вони чи зовнішні. Для перевірки деякої точки з координатами (x_4, y_4) розглядаються всі трійки кутових точок. Для точної трійки точок зі всіх кутових (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) та точки (x_4, y_4) вирішується система лінійних рівнянь відносно x_4 та y_4

$$\begin{cases} r_1 x_1 + r_2 x_2 + r_3 x_3 = x_4, \\ r_1 y_1 + r_2 y_2 + r_3 y_3 = y_4, \\ r_1 + r_2 + r_3 = 1. \end{cases} \quad (4)$$

Якщо хоча б для однієї такої трійки рішення системи задовольняє нерівностям

$$r_1 \geq 0; \quad r_2 \geq 0; \quad r_3 \geq 0,$$

то точка (x_4, y_4) є внутрішньою, тобто лежить всередині зони завалу.

Стосовно визначення рівня можливих збитків, для зменшення кількості елементів дослідження і розглядання їх загальної чи-

сельності як ряду сукупностей, що можна розглядати автономно, введемо поняття агрегованого елемента підприємства.

Позначимо абсолютну вартість j -го елемента основних виробничих фондів (ОВФ) підприємства як c_j , відносну вартість j -го елемента ОВФ у складі всього підприємства як $\overline{c_j}$, відносну вартість j -го елемента ОВФ у складі i -го агрегованого елемента підприємства як $\overline{c_{ij}}$.

Визначити величини $\overline{c_j}$ та $\overline{c_{ij}}$ можна за наступними формулами

$$\overline{c_{ij}} = \frac{c_{ij}}{\sum_{j=1}^N c_{ij}}; \quad (5)$$

$$\overline{c_j} = \frac{c_j}{\sum_{j=1}^N c_j}, \quad (6)$$

де N – кількість елементів ОВФ.

Відносну величину пошкоджень ($\overline{G_{ij}}$), що заподіяні j -му елемента у складі i -го агрегованого елемента, можна визначити, виходячи з величини надлишкового тиску (ΔP_{ϕ}) у фронті ударної хвилі вибуху, зазначеній у довідковій літературі. При проміжних значеннях ΔP_{ϕ} значення пошкоджень можна обчислити за формулою лінійної інтерполяції

$$\overline{G_{ij}}(\Delta P_{\phi}) = \left[\overline{G_{\kappa}^{\phi}} - \left(\overline{G_{\kappa}^{\phi}} - \overline{G_{\kappa}^{\eta}} \right) \right] \frac{\Delta P_{\kappa}^{\phi} - \Delta P_{\phi}}{\Delta P_{\kappa}^{\phi} - \Delta P_{\kappa}^{\eta}}, \quad (7)$$

де $\overline{G_{\kappa}^{\phi}}$, $\overline{G_{\kappa}^{\eta}}$ – значення пошкоджень, що відповідають верхній та нижній межі k -го ступеня руйнування; ΔP_{κ}^{ϕ} , ΔP_{κ}^{η} – значення надлишкового тиску у фронті ударної хвилі вибуху, що відповідають верхній та нижній межі k -го ступеня руйнування; k – порядковий номер ступеня руйнування, тобто: $k=1$ – слабка ступінь руйнування, $k=2$ – середня ступінь, $k=3$ – сильна ступінь, $k=4$ – повне руйнування.

Відносну величину пошкоджень, що спричинені i -му агрегованому елементу, можна визначити за формулою

$$G_i = \sum_{j=1}^{n_i} \overline{c_{ij} G_{ij}}, \quad (8)$$

де n_i – кількість елементів ОВФ, що включені у перелік i -го агрегованого елементу.

Відносну величину пошкоджень, заподіяних підприємству у цілому, можна визначити за формулою

$$G = \sum_{i=1}^N \overline{c_i G_i}. \quad (9)$$

Частку виробничих фондів підприємства, що збереглися після вибуху, можна визначити:

– для агрегованого елементу підприємства

$$\overline{\Pi}_i = \frac{\overline{G_i^{\Pi}}}{\overline{G_s^{\Pi}} - \overline{G_i^0}}; \quad (10)$$

– для підприємства в цілому

$$\overline{\Pi}_i = \frac{\overline{G^{\Pi}}}{\overline{G^{\Pi}} - \overline{G^0}}, \quad (11)$$

де $\overline{\Pi}_i$ - частка збережених виробничих потужностей i -го агрегованого елементу підприємства; $\overline{G^0(G_i^0)}$ - збитки, що заподіяні підприємству (агрегованому елементу підприємства), при яких виробничі потужності будуть дорівнювати нулю; $\overline{G^{\Pi}(G_i^{\Pi})}$ - збитки, спричинені підприємству (агрегованому елементу підприємства), при яких виробничі потужності повністю зберігаються.

Величини $\overline{G^0(G_i^0)}$ та $\overline{G^{\Pi}(G_i^{\Pi})}$ встановлюються для кожного підприємства експертним шляхом.

Висновки. Виходячи з вищевказаного, з метою докладнішого вивчення можливих наслідків аварій, що виникають під час НС, і розробки спеціальних заходів для їх застереження, за доцільне вважається розробляти та впроваджувати у інженерну практику методи оцінки можливих пошкоджень та збитків від можливих вибухів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Демиденко Г.П., Кузьменко Е.П., Орлов П.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. – К.; Вища школа. – 1989.
2. Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті, затверджена наказом МНС, Мінагрополітики, Мінекономіки та Мінекології від 27.03.2001 №73/82/64/122, зареєстрованим в Мін`юсті від 10.04.2001 за №326/6617
3. Биченок М.М. Основи інформатизації управління регіональною безпекою. – Київ: ТОВ «ПоліграфКонсалтінг», 2005.
4. Костенко Ю.Т., Ткач Г.А., Вайнер В.Г. САПР стойкости химических производств: ликвидация последствий аварий. – Киев: УМК ВО, 1991.
5. Кук Д., Бейз Г. Компьютерная математика. – Москва: Наука, 1990.
6. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Введение в инженерную экологию. – Москва: Наука, 1989.
nuczu.edu.ua