

*Ю.Е. Павлюк, канд. техн. наук, доцент, Н.О. Ференц, канд. техн. наук, доцент
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ВНЕСЕННЯ ЗМІН У МЕТОДИКУ КАТЕГОРУВАННЯ ЗОВНІШНІХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК ЗА ВИБУХОПОЖЕЖНОЮ НЕБЕЗПЕКОЮ

Встановлено, що при визначенні категорій зовнішніх установок за вибухопожежною небезпекою необхідно використовувати такий показник як індивідуальний ризик на установках при виникненні надлишкового тиску і теплового випромінювання. Визначено ймовірності руйнування і пошкодження будинків, втрати керованості, розриву барабанних перетинок, відкидання людини ударною хвилею від епіцентру вибуху на автомобільній газонаповнювальній компресорній станції. Рекомендовано внести зміни в існуючі норми.

Ключові слова: зовнішня установка, вибухонебезпека, категорія, тиск вибуху, імпульс хвилі

Актуальність проблеми

Безпека зовнішніх технологічних установок має особливе значення. Для аварій на таких об'єктах характерні великі об'єми викиду вибухопожежонебезпечних речовин, які утворюють хмари вибухонебезпечних сумішей, розливи легкозаймистих рідин і, як наслідок, пожежі, вибухи, руйнування сусідніх апаратів та інших установок. За статистикою, збиток від аварійності і травматизму у промислово розвинених державах сягає 5-10% від валового національного продукту. Тому однією з основних проблем, яку доводиться вирішувати на всіх стадіях експлуатації зовнішніх установок, є розробка комплексу заходів, що запобігають аваріям.

Для прийняття заходів з вибухопожежної безпеки, зовнішні установки виробничих об'єктів класифікують, застосовуючи відповідні методики для їх кількісної оцінки [1]. Прийнята в Україні система категорювання зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою визначає комплекс пожежно-технічних заходів, спрямованих на убезпечення людей і збереження матеріальних цінностей, дає можливість об'єктивно встановити умовний рівень їх вибухопожежної небезпеки і обґрунтувати конкретні організаційно-технічні заходи, що дають можливість в межах допустимого ризику експлуатувати виробничі об'єкти.

Метою роботи є обґрунтування необхідності внесення змін у методику категорювання зовнішніх установок за вибухопожежною небезпекою.

Розглянемо методики визначення категорій зовнішніх установок за вибухопожежною небезпекою [1,4] та методики оцінки вибухопожежонебезпеки технологічного процесу виробництва [2, 3].

Результати роботи

З прийняттям НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» вперше на території України необхідно визначати категорії зовнішніх технологічних установок.

Зовнішня установка – установка, розташована поза приміщеннями (зовні будинків) просто неба або під дахом чи за сітчастими захисними конструкціями [1]. До зовнішніх установок відносять резервуари, автозаправні станції, ректифікаційні колони, газгольдери, силоси, трубчасті печі, сушарки тощо. У таких установках зберігаються чи переробляються вибухопожежонебезпечні матеріали, що зумовлює небезпеку вибухів великої руйнівної сили, пожеж, які завдають значного матеріального збитку, призводять до травм і загибелі обслуговуючого персоналу.

Згідно з НАПБ Б.03.002-2007, зовнішні установки за вибухопожежною та пожежною небезпекою поділяють на категорії: А_з (вибухопожежонебезпечна), Б_з (вибухопожежонебезпечна), В_з (пожежонебезпечна), Г_з та Д_з.

Категорія зовнішньої установки за вибухопожежною та пожежною небезпекою – класифікаційна характеристика, що визначається кількістю та вибухонебезпечними властивостями речовин і матеріалів, що знаходяться (обертаються) в них, з урахуванням особливостей технологічних процесів розташованих у них виробництв.

Кількісна оцінка речовин і матеріалів, що знаходяться у зовнішній установці, здійснюється обчисленням таких параметрів як надлишковий тиск у разі згоряння газо- пароповітряної суміші, горизонтальний розмір зони, що обмежує газопароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини вищою від нижньої концентраційної межі поширення полум'я та інтенсивність теплового випромінювання від вогнища пожежі.

Зовнішня установка належить до вибухонебезпечних категорій, якщо розмір зони, що обмежує газопароповітряні суміші із концентрацією горючої речовини більшою від нижньої концентраційної межі поширення полум'я, перевищує 30 м і (або) розрахунковий надлишковий тиск у разі згоряння газопароповітряної суміші на відстані 30 м від зовнішньої установки перевищує 5 кПа.

У роботі здійснено аналіз безпеки автомобільної газонаповнювальної компресорної станції. Основні небезпеки на об'єкті – руйнування обладнання, загазованість майданчика в результаті розгерметизації обладнання, вибух газоповітряної суміші в обладнанні, вибух газоповітряної хмари на майданчику, пожежа (як вторинне явище).

Параметри ударної хвилі – надлишковий тиск, який утворюється при згорянні газової фази, величина імпульсу хвилі тиску, розраховані згідно з методикою [1], наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Параметри ударної хвилі при вибуху метану на автомобільній газонаповнювальній компресорній станції

Показник	Значення				
Відстань від епіцентру вибуху, r , м	5	10	20	50	100
Надлишковий тиск, ΔP , кПа,	211,67	85,82	40,5	21,16	8,58
Імпульс ударної хвилі тиску	2403,23	1201,61	700,12	280,05	120,16

Залежність надлишкового тиску вибуху та імпульсу ударної хвилі від відстані до епіцентру зображена на рисунку 1.э

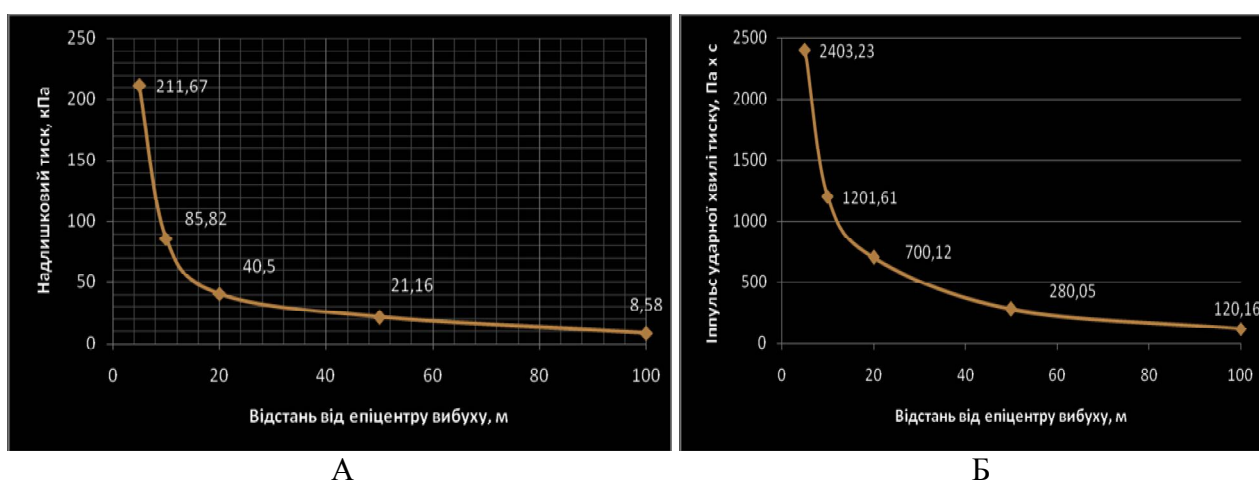


Рис.1. Залежність надлишкового тиску вибуху (А) та імпульсу ударної хвилі (Б) від відстані до епіцентру

Оскільки на відстані 30 м від установки надлишковий тиск перевищує 5 кПа, то згідно з [1], автомобільна газонаповнювальна компресорна станція за вибухопожежною небезпекою належить до категорії А₃.

Таким чином, методика визначення категорій зовнішніх установок за вибухонебезпекою [1] дає можливість лише обчислити величину надлишкового тиску вибуху і теплового випромінення при аварії, однак, не показує ймовірності ураження людини, яка перебуває на заданій відстані від зовнішньої установки, ймовірності руйнування будівель надлишковим тиском при реалізації вказаної аварії.

В Росії при визначенні категорій зовнішніх установок за вибухопожежною і пожежною небезпекою [4], здійснюється розрахунок величини індивідуального ризику на установках при виникненні таких уражувальних факторів, як надлишковий тиск, що розвивається при згорянні газоповітряних сумішей, і теплове випромінення при згорянні речовин і матеріалів. Величину індивідуального ризику R_B при згорянні газоповітряних сумішей розраховують за формулою [4]:

$$R_B = \sum_{i=1}^n Q_{Bi} \cdot Q_{BPi},$$

де Q_{Bi} – річна частота виникнення i -ї аварії з горінням газо-, паро- чи пилоповітряної суміші на даній зовнішній установці, 1/рік; Q_{BPi} – умовна ймовірність ураження людини, що перебуває на заданій відстані від зовнішньої установки, надлишковим тиском при реалізації вказаної аварії i -го типу; n – кількість типів аварій. Значення Q_{Bi} визначають з статистичних даних чи на основі відповідних методик.

У роботі проведено обчислення ймовірності ураження людей та пошкоджень будівель від вибуху хмари. Ймовірність пошкоджень стін промислових будівель, при яких можливе відновлення споруд без їх зносу, оцінюється за співвідношенням: $Pr_1 = 5 - 0,26 \ln V_1$. Фактор V_1 розраховується з урахуванням перепаду тиску в хвилі та імпульсу статичного тиску за співвідношенням: $V_1 = (17500 / \Delta P)^{8,4} + (290 / i)^{9,3}$.

Ймовірність руйнувань промислових будівель, при яких споруди підлягають зносу, оцінюється за співвідношенням: $Pr_2 = 5 - 0,22 \ln V_2$. У цьому випадку фактор V_2 розраховується за формулою: $V_2 = (40000 / \Delta P)^{7,4} + (460 / i)^{11,3}$.

Ураження людей при вибуху хмари газоповітряної суміші включає втрату керованості, розрив барабаних перетинок та відкидання людини ударною хвилею газоповітряної суміші.

Ймовірність довготривалої втрати керованості у людей (стан нокдауну), які потрапили в зону дії ударної хвилі при вибуху хмари газоповітряної суміші, оцінюється за величиною пробіт-функції: $Pr_3 = 5 - 5,74 \ln V_3$. Фактор небезпеки V_3 розраховується за співвідношенням: $V_3 = 4,2 / \bar{p} + 1,3 / \bar{i}$. Безрозмірний тиск і безрозмірний імпульс задаються: $\bar{p} = 1 + \Delta P / P_o$ і $\bar{i} = i / (P_o^{1/2} \cdot m^{1/3})$, де m – маса тіла живого організму (приймаємо 80 кг). Залежність ймовірності розриву барабаних перетинок у людей від рівня перепаду тиску у повітряній хвилі: $Pr_4 = -12,6 + 1,524 \ln \Delta P$.

Ймовірність відкидання людей хвилею тиску оцінюється за величиною пробіт-функції: $Pr_5 = 5 - 2,44 \ln V_5$. Фактор V_5 розраховується із співвідношення $V_5 = 7,38 \cdot 10^3 / \Delta P + 1,3 \cdot 10^9 / (\Delta P \cdot i)$.

Зв'язок ймовірності ураження з пробіт-функцією наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Значення умовної ймовірності ураження людини залежно від величини Pr

Умовна ймовірність ураження, %	Величина Pr									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	2,67	2,95	3,12	3,25	3,36	3,45	3,52	3,59	3,66
10	3,72	3,77	3,82	3,90	3,92	3,96	4,01	4,05	4,08	4,12
20	4,16	4,19	4,23	4,26	4,29	4,33	4,36	4,39	4,42	4,45
30	4,48	4,50	4,53	4,56	4,59	4,61	4,64	4,67	4,69	4,72
40	4,75	4,77	4,80	4,82	4,85	4,87	4,90	4,92	4,95	4,97
50	5,00	5,03	5,05	5,08	5,10	5,13	5,15	5,18	5,20	5,23
60	5,25	5,28	5,31	5,33	5,36	5,39	5,41	5,44	5,47	5,50
70	5,52	5,55	5,58	5,61	5,64	5,67	5,71	5,74	5,77	5,81
80	5,84	5,88	5,92	5,95	5,99	6,04	6,08	6,13	6,18	6,23
90	6,28	6,34	6,41	6,48	6,55	6,64	6,75	6,88	7,05	7,33
-	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
99	7,33	7,37	7,41	7,46	7,51	7,58	7,65	7,75	7,88	8,09

З допомогою таблиці 2 визначаємо умовну ймовірність ураження людини. Наприклад, при значенні $Pr = 2,95$ значення $Q_{вп} = 2\% = 0,02$, а при $Pr = 8,09$ значення $Q_{вп} = 99,9\% = 0,999$. Наближена оцінка ймовірних ступенів ураження наведена у таблиці 3 і на рисунку 2.

Таблиця 3

Оцінка ймовірних ступенів ураження

Показник	Значення				
Відстань від епіцентру вибуху, г, м	5	10	20	50	100
Pr_1	10,11	8,82	6,76	4,88	2,84
Ймовірність руйнування, %	100	100	96	45	1
Pr_2	7,71	6,24	4,98	3,69	3,34
Ймовірність пошкоджень, %	99,6	89	49	9	4
Pr_3	3,14	<0	<0	<0	<0
Ймовірність довготривалої втрати керуваності у людей, %	3	0	0	0	0
Pr_4	6,09	4,71	3,56	2,58	1,2
Ймовірність розриву барабанних перетинок, %	86	39	7	1	0
Pr_5	2,66	<0	<0	<0	<0
Ймовірність відкидання людей ударною хвилею, %	1	0	0	0	0

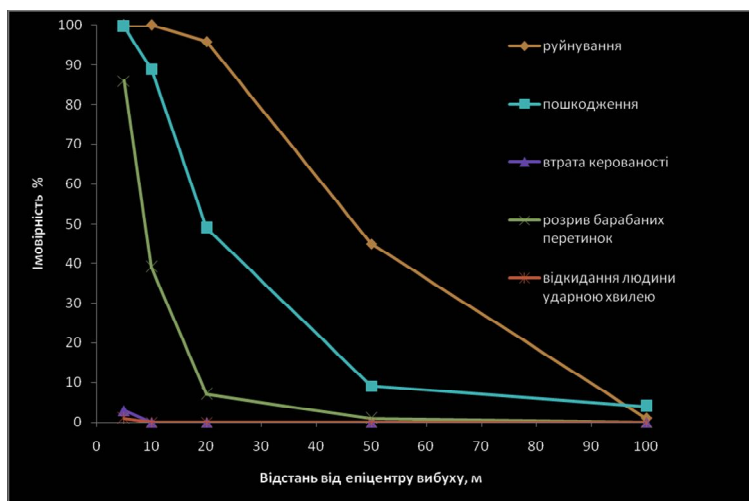


Рис.2. Залежності ймовірностей руйнування і пошкодження будинків, ймовірностей втрати керованості, розриву барабанних перетинок, відкидання людини ударною хвилею від відстані від епіцентру вибуху

Висновок. При визначенні категорій зовнішніх установок за вибухопожежною небезпекою необхідно використовувати такий показник як індивідуальний ризик на установках при виникненні надлишкового тиску і теплового випромінення, оскільки він характеризує умовну ймовірність ураження людини, яка перебуває на заданій відстані від зовнішньої установки. Вищевказане необхідно відобразити в діючих нормах [1] та викласти методика для розрахунку індивідуального ризику.

Список літератури:

1. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
2. НАОП 1.3.00-1.01-88. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
3. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования.
4. НАПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

Ю.Э. Павлюк, Н.А. Ференц

О НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В МЕТОДИКУ КАТЕГОРИРОВАНИЯ ВНЕШНИХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ПО ВЗРЫВОПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Установлено, что при определении категорий внешних установок по взрывопожарной опасности необходимо использовать такой показатель как индивидуальный риск на установках при возникновении избыточного давления и теплового излучения. Определены вероятности разрушения и повреждения домов, вероятности потери управляемости, разрыва барабанных перепонок, отбрасывания человека ударной волной от эпицентра взрыва на автомобильной газонаполнительной компрессорной станции. Рекомендуется внести изменения в существующие нормы.

Ключевые слова: внешняя установка, взрывоопасность, категория, давление взрыва, импульс волны

**NECESSITY OF MAKING CHANGES IN METHODS OF CATEGORIZATION
OF EXTERNAL EQUIPMENTS IN FIRE HAZARD**

It is set that the determination of categories of external equipments of fire hazard needed for usage such index as individual risk on options in case of surplus occurring of pressure and thermal radiation. Probabilities of destruction and buildings damage, probability of loss of control, break of ear-drums are described. It is recommended to make changes in existent norms.

Key words: external equipment, fire hazard, category, pressure of explosion, wave impulse

