

АНАЛІЗ ІНДИВІДУАЛЬНОГО РИЗИКУ РЕЗЕРВУАРІВ ДЛЯ НАФТОПРОДУКТІВ

При дослідженні ризиків виділяють три аспекти проблеми: аналіз ризику, оцінка ризику та управління ризиком [1]. При аналізі ризику виявляють події, що призводять до реалізації небезпеки, аналіз механізмів виникнення аналогічних подій, виявлення і характеристику можливих негативних наслідків реалізації небезпеки. Оцінка ризику передбачає кількісне визначення його величини. Управління ризиком – це сукупність заходів, що спрямовані на запобігання і усунення причин аварій чи зменшення їх наслідків.

Критерії гранично допустимого ризику задаються директивно і гарантують, що персонал об'єкту і населення, яке проживає поблизу від небезпечного об'єкту, не зазнають небезпеки. Гранично допустимі значення ризику у різних країнах є різними – в Росії для населення індивідуальний ризик менший за 10^{-8} рік⁻¹, соціальний ризик не перевищує 10^{-7} рік⁻¹, експлуатація технологічних процесів вважається недопустимою, якщо індивідуальний ризик менший за 10^{-6} рік⁻¹ і соціальний ризик менший за 10^{-5} рік⁻¹ [2]; в Нідерландах максимально допустиме значення індивідуального ризику становить 10^{-6} рік⁻¹, соціального – 10^{-5} рік⁻¹ [3]. У Великобританії для об'єктів житлового і культурно-побутового будівництва, які розташовані в районі з потенційно-небезпечними підприємствами встановлено зони, на зовнішніх межах яких значення індивідуального ризику наступні: для внутрішньої – 10^{-5} рік⁻¹, для середньої – 10^{-6} рік⁻¹, для зовнішньої – $3 \cdot 10^{-7}$ рік⁻¹.

Основою нормативної бази ризиків в Україні [4] є два основних нормативних рівні ризиків: мінімальний і гранично допустимий. Під час визначення рівнів прийнятних ризиків, в Україні застосовуються такі значення: мінімальний ризик – не більше $1 \cdot 10^{-8}$ рік⁻¹, гранично допустимий ризик – який перевищує $1 \cdot 10^{-5}$ рік⁻¹.

Аналіз ризику резервуарів для нафтопродуктів враховує різні події і можливі варіанти їх розвитку, зокрема: 1 – миттєве займання нафтопродукту, що витікає, з подальшим факельним горінням; 2 – факельне горіння, тепловий вплив факела призводить до руйнування сусіднього резервуара і виникнення «вогняної кулі»; 3 – миттєвий викид нафтопродукту з утворенням «вогняної кулі»; 4 – згоряння хмари пароповітряної суміші; 5 – згоряння хмари з розвитком надлишкового тиску у відкритому просторі; 6 – руйнування сусідніх резервуарів під впливом надлишкового тиску або тепла при горінні розливу або виникненні «вогняної кулі».

Розрахунок величини індивідуального ризику у резервуарах здійснювався при виникненні таких уражувальних факторів, як надлишковий тиск, що розвивається при згорянні пароповітряних сумішей, і теплове випромінювання при згорянні нафтопродуктів. Зокрема, величину індивідуального ризику R_B при згорянні пароповітряних сумішей розраховували за формулою:

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

де Q_{Bi} – річна частота виникнення i -ї аварії з горінням пароповітряної суміші на даній зовнішній установці, 1/рік; Q_{Bni} – умовна ймовірність ураження людини, що знаходиться на заданій відстані від зовнішньої установки, надлишковим тиском при реалізації вказаної аварії i -го типу; n – кількість типів аварій.

У роботі проведено обчислення ймовірності ураження людей при вибуху хмари, яке включає втрату керованості, розрив барабанних перетінок та відкидання людини ударною хвилею пароповітряної суміші.

Ймовірність довготривалої втрати керованості у людей (стан нокдауну), які потрапили в зону дії ударної хвилі при вибуху хмари пароповітряної суміші, оцінюється за величиною пробіт-функції: $Pr_1 = 5 - 5,74 \ln V_1$. Фактор небезпеки V_1 розраховується за співвідношенням: $V_1 = 4,2 / \bar{p} + 1,3 / \bar{i}$. Безрозмірний тиск \bar{p} 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 барабанних перетінок у людей від рівня перепаду тиску у пароповітряній хвилі: $Pr_2 = -12,6 + 1,524 \ln \Delta P$. Ймовірність відкидання людей хвилею тиску оцінюється за величиною пробіт-функції: $Pr_3 = 5 - 2,44 \ln V_3$. Фактор V_3 розраховується із співвідношення $V_3 = 7,38 \cdot 10^3 / \Delta P + 1,3 \cdot 10^9 / (\Delta P \cdot i)$.

Наближена оцінка ймовірних ступенів ураження в залежності від відстані від епіцентру вибуху приведена у таблиці 1.

Таблиця 1

Оцінка ймовірних ступенів ураження

Показник	Значення				
Відстань від епіцентру вибуху, г, м	5	10	20	50	100
Pr_1	3,14	<0	<0	<0	<0
Ймовірність довготривалої втрати керованості у людей, %	3	0	0	0	0
Pr_2	6,09	4,71	3,56	2,58	1,2
Ймовірність розриву барабанних перетінок, %	86	39	7	1	0
Pr_3	2,66	<0	<0	<0	<0
Ймовірність відкидання людей ударною хвилею, %	1	0	0	0	0

Таким чином, аналіз індивідуального ризику резервуарів для нафтопродуктів дає можливість підвищити ступінь захищеності населення і території України від надзвичайних ситуацій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Елохин А. Н. Анализ и управление риском: теория и практика. М.: Страховая группа «Лукойл», 2000. – 186 с.
2. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
3. Alle B.J.M. Risk analysis and risk policy in the Netherlands and the EEC. // Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 1991, V.4, №1, p. 58-64.
4. Розпорядження від 22 січня 2014 р. №37-р «Концепція управління ризиками виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру».