

## ОЦІНКА ПОЖЕЖНОГО РИЗИКУ ДЛЯ СПОРУД ВИРОБНИЧОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Д'яконов В.І., к.т.н., доц., Кусов О.В., студ.

*Харківський національний технічний університет сільського господарства  
імені Петра Василенка*

Фесенко Г.В., к.т.н., доц., Білим П.А., к.хім.н., доц., Миронович В.В., студ

*Харківський національний університет міського господарства  
імені О. М. Бекетова*

*Розглянуто етапи оцінки пожежного ризику для споруд виробничого призначення. Визначено порядок ідентифікації пожежних небезпек. Сформульована мета визначення переліку подій, що ініціюють аварійну ситуацію. Визначені найбільш імовірні події, що ініціюють аварійну ситуацію у споруді виробничого призначення, де розташовані пожежонебезпечні технологічні процеси. Надано рекомендації щодо застосування методу логічного дерева подій для оцінки пожежного ризику для споруд виробничого призначення.*

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день оцінці пожежного ризику на виробничих об'єктах приділяється значна увага. Це пов'язано зі значною кількістю пожеж, викликаних зношенням виробничих фондів та незадовільним станом протипожежного захисту виробничих об'єктів. Розуміючи необхідність розробки нових підходів до оцінки пожежної небезпеки, в Україні розроблено проект Концепції вдосконалення наглядової діяльності у сфері пожежної безпеки на основі ризик-орієнтованого підходу [1], яка розрахована на середньострокову перспективу та є основою для виконання заходів з удосконалення наглядової діяльності у сфері пожежної безпеки на основі оцінювання пожежних ризиків від провадження господарської діяльності суб'єктів господарювання на об'єктах різного функціонального призначення.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз існуючих підходів до оцінки пожежного ризику на об'єктах виробництва [2-6] показує, що така оцінка проводиться в цілому для підприємства, розглядаючи споруду виробничого призначення (СВП) як його складову. На підставі існуючих підходів автори спробують надати рекомендації щодо оцінки пожежного ризику безпосередньо для СВП, визначивши, що метою оцінки пожежного ризику СВП є визначення рівня пожежної небезпеки виробництва, що знаходиться у ній.

**Постановка задачі та її розв'язання.** Кількісною мірою пожежної небезпеки СВП є ризик загибелі людей при пожежах у ній, у тому числі ризик загибелі персоналу та ризик загибелі населення на прилеглий до СВП території.

Пожежний ризик для персоналу приймається безумовно прийнятним,

якщо індивідуальний ризик менше  $10^{-6}$  рік<sup>-1</sup>, і безумовно неприйнятним, якщо індивідуальний ризик більше  $10^{-4}$  рік<sup>-1</sup>. Якщо індивідуальний ризик знаходиться в діапазоні від  $10^{-6}$  до  $10^{-4}$  рік<sup>-1</sup>, то приймається, що пожежний ризик знаходиться в зоні суворого контролю ризику. У цій зоні ризик вважається допустимим лише тоді, коли прийняті заходи, що дозволяють понизити його настільки, наскільки це практично доцільно. При цьому повинні виконуватися наступні вимоги: 1) знаходження в небезпечній зоні з високими значеннями потенційного ризику обмеженого числа людей протягом обмеженого проміжку часу; 2) персонал, що працює у СВП добре навчений і готовий до дій з локалізації і ліквідації пожежонебезпечних ситуацій і пожеж; 3) є відпрацьована система сповіщення про пожежонебезпечні ситуації і пожежу.

Оцінка пожежного ризику для СВП повинна включати наступні взаємозв'язані етапи:

- 1) ідентифікація небезпек, характерних для виробництва, що розташоване в СВП; 2) визначення переліку подій, що ініціюють аварійну ситуацію; 3) аналіз можливих аварійних ситуацій (включаючи встановлення частот їх реалізації); 4) побудова різних сценаріїв виникнення і розвитку аварійних ситуацій і аварій (побудова логічних дерев подій); 5) побудова полів небезпечних чинників, що виникають при різних сценаріях розвитку аварії; 6) оцінка наслідків дії небезпечних чинників на людину.

Основним завданням етапу ідентифікації небезпек є виявлення і опис всіх джерел небезпек і сценаріїв їх реалізації. Ідентифікація небезпек реалізується на основі проведення аналізу основних і допоміжних пожежонебезпечних технологічних процесів, що розташовані у СВП, об'ємно-планувальних рішень СВП, компоновальних рішень і конструктивних особливостей устаткування, визначення кількості людей, що одноразово знаходяться у СВП і поблизу неї. Для оцінки пожежної небезпеки устаткування, установок, їх елементів слід використовувати наступні відомості: 1) дані про наявність і вид горючих речовин і матеріалів, їх кількість, фізико-хімічні властивості і показники пожежної небезпеки; 2) технологічні параметри устаткування (тиск, температура, рівні заповнення, матеріальні потоки) і підвідних/відвідних трубопроводів (діаметри, товщина стінок, відстань до відсікаючої арматури); 3) параметри виконавчих механізмів систем протиаварійного захисту (час закриття і відкриття замочної арматури, надійність спрацьовування, продуктивність насосів або інших пристроїв аварійного спорожнення); 4) геометричні характеристики взаємного розташування устаткування і його елементів, прив'язка одиниці устаткування на місцевості;

Визначення переліку подій, що ініціюють аварійну ситуацію, проводиться з метою виявлення можливих причин і місць виникнення аварійної ситуації. Розглядаються події, реалізація яких може привести до утворення горючого середовища і появи джерела запалення.

При ідентифікації небезпек і визначенні переліку подій, що ініціюють аварію, повинен виконуватися аналіз достатності для кількісної оцінки ризику інформації про пожежну небезпеку СВП.

Ви рішення питання про достатність інформації здійснюється на основі

зіставлення даних, що містяться в проектній документації, і вихідних даних, необхідних для проведення аналізу процесів виникнення аварій і дії їх уражальних чинників на персонал і населення.

Найбільш імовірними подіями, що ініціюють аварійну ситуацію у СВП, де розташовані пожежонебезпечні технологічні процеси, слід приймати наступні: 1) вихід параметрів технологічних процесів за критичні значення, який викликаний порушенням технологічного регламенту (наприклад, переливання палива при зливо-наливних операціях, руйнування устаткування унаслідок перевищення тиску з технологічних причин, поява джерел запалення в місцях утворення горючих газопароповітряних сумішей); 2) розгерметизація технологічного устаткування, яка викликана механічним (впливом підвищеного або зниженого тиску, динамічних навантажень тощо); 3) температурним (впливом підвищених або знижених температур) і агресивним хімічним (впливом кисневої, сірчановодневої, електрохімічної і біохімічної корозії) діями; 4) механічне пошкодження устаткування в результаті помилок персоналу, падіння предметів, неякісного проведення ремонтних і регламентних робіт тощо.

Виявлення аварійних ситуацій здійснюється на підставі вивчення: 1) структури виробництва у СВП, просторового розміщення його елементів; 2) основних операцій, технологічних схем, використовуваного устаткування; 3) переліку речовин і матеріалів, що використовуються у технологічному процесі; 4) переліку основних небезпек, характерних для даного виробництва; 5) переліку подій, що ініціюють аварію; 6) відмов устаткування, що мали місце на практиці раніше; 7) даних по надійності використовуваного устаткування; 8) можливих помилкових дій персоналу; 9) місцевих метеорологічних і географічних характеристик.

Для виявлення аварійних ситуацій рекомендується здійснити поділ технологічного устаткування (технологічних систем об'єкту) на ділянки. Вказаний поділ здійснюється, виходячи з можливості роздільної герметизації цих ділянок при виникненні аварії. Розглядаються аварійні ситуації як на основному, так і допоміжному технологічному устаткуванні. У переліку аварійних ситуацій виділяються групи аварійних ситуацій, яким відповідають однакові моделі виникнення і розвитку аварії. При аналізі аварійних ситуацій, пов'язаних з розгерметизацією технологічного устаткування, слід розглянути витікання при різних діаметрах виділення (у тому числі максимальні – при повному руйнуванні устаткування або підвідних/відвідних трубопроводів).

Після виявлення аварійних ситуацій слід встановити величини частот їх реалізації. Для встановлення частот реалізації аварійних ситуацій можуть використовуватися статистичні дані по аварійності або розрахункові дані по надійності технологічного устаткування.

Інформація для оцінки ризику про частоти аварійних ситуацій (у тому числі тих, що виникли в результаті помилок персоналу), може бути отримана безпосередньо з даних про функціонування досліджуваного об'єкту або з даних про функціонування інших подібних об'єктів.

Для побудови різних сценаріїв виникнення і розвитку аварійних ситуацій

і аварій використовується метод логічних дерев подій (далі – логічних дерев). Аналіз можливих аварійних ситуацій проводиться з метою виявлення вказаних ситуацій і встановлення частот їх реалізації. Логічне дерево призначене для графічного відображення загального характеру розвитку можливих аварійних ситуацій і аварій з відображенням причинно-наслідкового взаємозв'язку подій залежно від специфіки небезпеки об'єкту з врахуванням впливу на них наявних захисних заходів і є основою для оцінки ризику. Сценарій виникнення і розвитку аварійної ситуації і аварії на логічному дереві відбивається у вигляді послідовності подій від початкової до кінцевої події (гілка логічного дерева). При побудові логічного дерева слід використовувати: 1) умовну імовірність реалізації різних гілок логічного дерева і переходу аварії в ту або іншу стадію розвитку; 2) імовірність спрацьовування відповідних засобів запобігання або локалізації аварії (приймається за наявною статистикою або за паспортними даними устаткування); 3) імовірність ураження розташованого в зоні аварії технологічного устаткування і сусідніх з СВП інших споруд промислового підприємства в результаті дії на них небезпечних чинників пожежі.

При побудові полів уражальних чинників, що виникають при різних сценаріях розвитку аварії, слід розглянути наступні небезпечні чинники пожежі: 1) теплове випромінювання при факельному горінні, пожежах виліву і «вогняних» кулях; 2) надлишковий тиск і імпульс хвилі тиску при згорянні газопароповітряної суміші у відкритому просторі; 3) надлишковий тиск і імпульс хвилі тиску при розриві судини в результаті дії на неї вогнища пожежі; 4) надлишковий тиск при згорянні газопароповітряної суміші у виробничому приміщенні; 5) концентрацію токсичних компонентів продуктів горіння в приміщенні; 6) зниження концентрації кисню в повітрі приміщення; 7) задимлення атмосфери приміщення; 8) середньоб'ємну температуру в приміщенні; 9) осколки, що утворюються при вибуховому руйнуванні елементів технологічного устаткування; 10) продукти згорання при реалізації «пожежі-спалаху».

Для оцінки небезпечних чинників аварій з пожежами слід враховувати фізичні явища, що протікають при таких аваріях. Аналіз проводиться на основі математичного моделювання цих явищ. Слід розглянути наступні процеси, що виникають при аварії або є її наслідками (залежно від типу устаткування і речовин, що обертаються у технологічному процесі): 1) виділення рідини з отвору; 2) виділення газу з отвору; 3) двофазне виділення з отвору; 4) розтікання рідини при руйнуванні устаткування; 5) викид газу при руйнуванні устаткування; 6) формування зон загазованості; 7) згорання газопароповітряної суміші у відкритому просторі; 8) руйнування судини з перегрітою легкозаймистою рідиною, горючою рідиною або зрідженим горючим газом; 9) теплове випромінювання від пожежі протоки або «вогняної» кулі; 10) «пожежу-спалах»; 11) утворення і розлітання осколків при руйнуванні елементів технологічного устаткування; 12) випаровування рідини з місця пролиття; 13) утворення газопароповітряної хмари (гази і пара важчі за повітря); 14) згорання газопароповітряної суміші в технологічному устаткуванні або у СВП; 15) пожежа у СВП; 16) факельне горіння струменя

рідини і газу; 17) теплове випромінювання устаткування, що горить.

Для оцінки наслідків аварій з пожежами слід здійснювати зіставлення величин небезпечних чинників пожежі з критеріями ураження вказаними небезпечними чинниками людей, будівель, споруд і устаткування. Для оцінки пожежного ризику слід використовувати, як правило, імовірнісні критерії ураження людей і довколишніх будівель, споруд і устаткування небезпечними чинниками пожежі. Детерміновані критерії використовуються при неможливості використання імовірнісних критеріїв. Детерміновані критерії показують значення параметрів небезпечного чинника, при яких спостерігається той або інший рівень ураження людей або руйнування довколишніх будівель, споруд і устаткування. В разі використання детермінованих критеріїв умовна імовірність ураження приймається такою, що дорівнює 1, якщо значення критерію перевищує гранично допустимий рівень, і дорівнює 0, якщо значення критерію не перевищує гранично допустимий рівень ураження людей, або руйнування довколишніх будівель, споруд і устаткування. Імовірнісні критерії показують, яка умовна імовірність ураження людей або руйнування будівель, споруд і устаткування при заданому значенні небезпечного чинника пожежі.

**Висновки.** Визначено, що при ідентифікації небезпек і визначенні переліку подій, що ініціюють аварію, повинен виконуватися аналіз достатності для кількісної оцінки ризику інформації про пожежну безпеку СВП. Для виявлення аварійних ситуацій рекомендується здійснити поділ технологічного устаткування (технологічних систем об'єкту) на ділянки. Після виявлення аварійних ситуацій слід встановити величини частот їх реалізації. Для побудови різних сценаріїв виникнення і розвитку аварійних ситуацій і аварій доцільно використовувати метод логічних дерев подій. Для оцінки небезпечних чинників аварій з пожежами слід враховувати фізичні явища, що протікають при таких аваріях. Для оцінки пожежного ризику слід використовувати, як правило, імовірнісні критерії ураження людей і довколишніх будівель, споруд і устаткування небезпечними чинниками пожеж.

### Список використаних джерел

1. Концепція вдосконалення наглядової діяльності у сфері пожежної безпеки на основі ризик-орієнтованого підходу (проект). – К. : УкрНДІЦЗ, 2013. – 57 с.
2. ГОСТ Р 12.3.047–98. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – Введ. 2000–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 93 с.
3. Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий / И. А. Болодьян, Ю. Н. Шебеко, В. Л. Карпов и др; под общ. ред. И. А. Болодьяна. – М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2006. – 63 с.
4. Об утверждении Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС РФ № от 10.07.2009 г № 404. – М. : МЧС России, 2009. – 57 с.

5. Ємельяненко С. О. Ризик як характеристика стану пожежної безпеки / С. О. Ємельяненко, А. Д. Кузик // Пожежна безпека. – Львів: ЛДУ БЖД, 2011. – Вип. 18. – С. 101-106.
6. Частоколенко І. П. Про вплив пожежного ризику на ризик банкрутства суб'єктів господарської діяльності / І. П. Частоколенко, П. П. Частоколенко // Пожежна безпека: теорія і практика. – Черкаси: ЧАПБ, 2011. – Вип. 7. – С. 158-163.

## **Аннотація**

### **ОЦЕНКА ПОЖАРНОГО РИСКА ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Дьяконов В. Кусов. О. Фесенко Г. Белым П. Миронович В.

*Рассмотрены этапы оценки пожарного риска для сооружений производственного назначения. Определен порядок идентификации пожарных опасностей. Сформулирована цель определения перечня событий, инициирующих аварийную ситуацию. Определены наиболее вероятные события, инициирующие аварийную ситуацию в здании производственного назначения, где расположены пожароопасные технологические процессы. Даны рекомендации по применению метода логического дерева событий для оценки пожарного риска для сооружений производственного назначения.*

## **Abstract**

### **FIRE RISK ASSESSMENT FOR INDUSTRIAL FACILITIES**

Dyakonov V. Kusov. A. Fesenko G. Belum P. Myronovych V.

*The stages of fire risk assessment for industrial facilities. The procedure for identifying fire hazards. Is the objective to determine the list of events that trigger the emergency. The most probable events that initiate an emergency in the building for production purposes, where the fire-prone processes. Recommendations on the application of the logical tree of events for fire risk assessment for industrial facilities.*