

# ПРОГНОЗУВАННЯ СЦЕНАРІЇВ РОЗВИТКУ ТА АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ХЛІБОПЕКАРНОЇ ГАЛУЗІ

**В.С.Гуць, В.М.Фалес,  
О.В.Хіврич, Є.С.Богданов,  
Н.В.Володченкова, А.М.Литвиненко,**  
Національний університет харчових технологій,  
кафедра охорони праці та цивільної оборони

Основними небезпечними чинниками на підприємствах хлібопекарної галузі, що можуть становити потенційну небезпеку для персоналу, основних та допоміжних виробництв є використання в якості палива природного газу та зберігання і обертання (використання) у великій кількості борошна, так як за певних умов (аварійних ситуацій) ці речовини можуть створювати вибухонебезпечні газо- та пилоповітряні суміші. З точки зору вибухонебезпеки, на хлібокомбінатах можна виділити наступні об'єкти: газорозподільний пункт (ГРП), котельня, хлібопекарні цехи (використання газових печей), склади безтарного зберігання борошна (СБЗБ), просіювальне відділення. Підприємства хлібопекарної галузі не відносяться до потенційно небезпечних об'єктів, оскільки маси вибухонебезпечних речовин, що зберігаються та обертаються, не перевищують порогових значень, але при виникненні аварійних ситуацій та аварій такої кількості вибухонебезпечних речовин достатньо для значних руйнувань як в середині об'єктів, так і до руйнування будівель та споруд, травмування людей тощо.

Із аналізу відомих промислових аварій видно, що вони відрізняються як за масштабом ураження, так і за сценаріями їх виникнення. Але поряд з цим і виявлені їх загальні риси: початок виникнення (за часом); всі вони обмежуються одним технологічним процесом, апаратом, ділянкою трубопроводу, що характеризується визначеним числом факторів небезпеки; залежність рівнів і масштабів ураження від значень енергетичних потенціалів технологічних блоків (під технологічним блоком розуміють як окремих апарат, так і сукупність апаратів, що пов'язані між собою в технологічну лінію); приблизна рівність числа аварій за двома початковими подіями: вибуховим хімічним процесом в замкнених об'ємах апаратів і вибуховим процесом в атмосфері внаслідок порушення герметичності систем від механічного пошкодження апаратів; значна кількість аварій, які викликані внутрішніми фізичними явищами (без хімічних перетворень), які призводять до руйнування апаратів від перевищення надлишкового тиску; можливість ланцюгового розвитку аварій з викидом токсичних продуктів в навколишнє середовище; взаємозв'язок виникнення (розвитку) вибухових процесів і пожеж; виникнення вибухових хімічних процесів внаслідок утворення вибухонебезпечного середовища в замкнених об'ємах технологічних систем.

Для хлібозаводів характерні такі види аварій: вибух (детонаційне горіння) — згорання попередньо змішаних газоповітряних хмар з понадзвуковими швидкостями в замкненому об'ємі; хлопок (спалах) — хвиля полум'я, згорання попередньо змішаних газоповітряних хмар з дозвуковими швидкостями у відкритому просторі або замкненому просторі.

В загальному вигляді структурна схема розвитку аварії де використовується природний газ наведена на рис. 1. Такий сценарій розвитку аварії найбільш часто спостерігаєть-

ся в котельні або топкових відділеннях хлібопекарних печей. Для ГРП можуть бути відсутні сценарії А-1.1.0 та А-1.2.0. Для прикладу, розглянемо більш детально сценарій А-1.1.0 розвитку аварії для котельної.

При експлуатації котлоагрегату можливі порушення паливного, газового та пароводяного трактів, що знаходиться під тиском (упуск води в барабані; підвищення рівня води в барабані понад допустимий; підвищення тиску в котлі понад гранично допустимий за умовами міцності металу; різкий підйом температури перегрітої пари; низька якість живильної води і порушення внутрікотлового воднохімічного режиму; порушення циркуляції; скипання води в економайзері некип'ятельного типу; вибух котла).

Поширення полум'я по пальній суміші можливо тільки у відповідних межах їхньої концентрації. Концентраційні границі вибуховості холодної суміші палива з повітрям при заpalенні від зовнішнього високотемпературного джерела — для природного газу, %: нижня границя вибуховості — 5...6; верхня — 15...16.

Відомо багато аварій котлів за такими сценаріями, що викладені вище. Отже, внаслідок розгерметизації відбувається витікання природного газу, що в свою чергу може створити вибухонебезпечні концентрації пальної суміші з повітрям в закритому об'ємі.

В загальному вигляді структурна схема розвитку аварії де використовується борошно (СБЗБ) наведена на рис. 2.

Склади безтарного зберігання борошна по вибухопожежній небезпеці згідно ОНТП 24-86 відносяться до категорії Б, а по ПУЕ — 22. Вибух може статися за умови наявності в складі борошняного пилу, що при переході у зважений стан утворює вибухонебезпечну концентрацію та джерела запалення — іскри, відкритого вогню, нагрітих до температури запалення деталей, що обертаються і рухаються тощо.

Вибухонебезпечна концентрація аерозависі борошна згідно даних різних досліджень знаходиться в дуже широкіх межах від 28 до 2000 г/м<sup>3</sup>, через це вкрай важливо необхідно ліквідувати всяку можливість утворення в обладнанні і виробничих приміщеннях джерел спалахування (іскор, відкритого вогню) від механічних і електричних причин.

По місцю виникнення всі пилові вибухи можна розділити на дві великі групи: вибухи в обладнанні; вибухи в приміщеннях, причиною яких в більшості випадків є спалах в обладнанні. В силу цього вибухи в приміщенні отримали назву "вторинних".

## Аналітична оцінка показників вибухонебезпеки

При оцінці наслідків вибуху можна виділити дві великі частини: аналітична (оцінка можливих рівнів руйнувань), оперативна (дії персоналу та оповіщення про загрозу аварії на підприємстві і суміжні підприємства).

Розглянемо коротко методикку оцінки наслідків аварій вибухонебезпечних об'єктів.

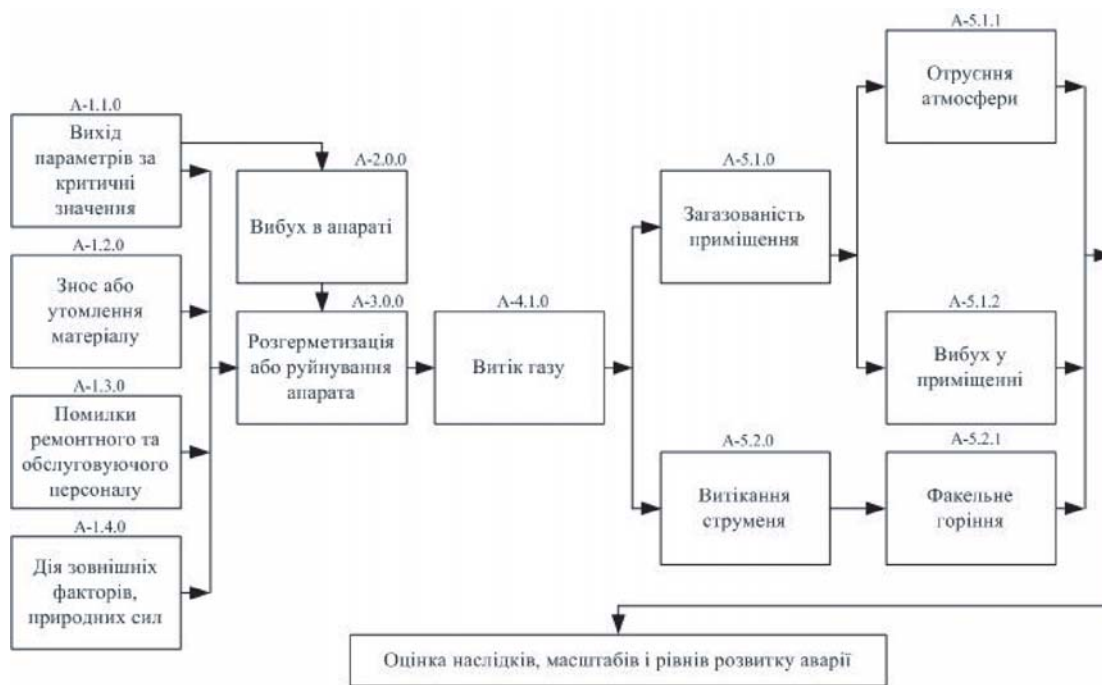


Рис. 1. Сценарій розвитку аварій блоку з використанням природного газу

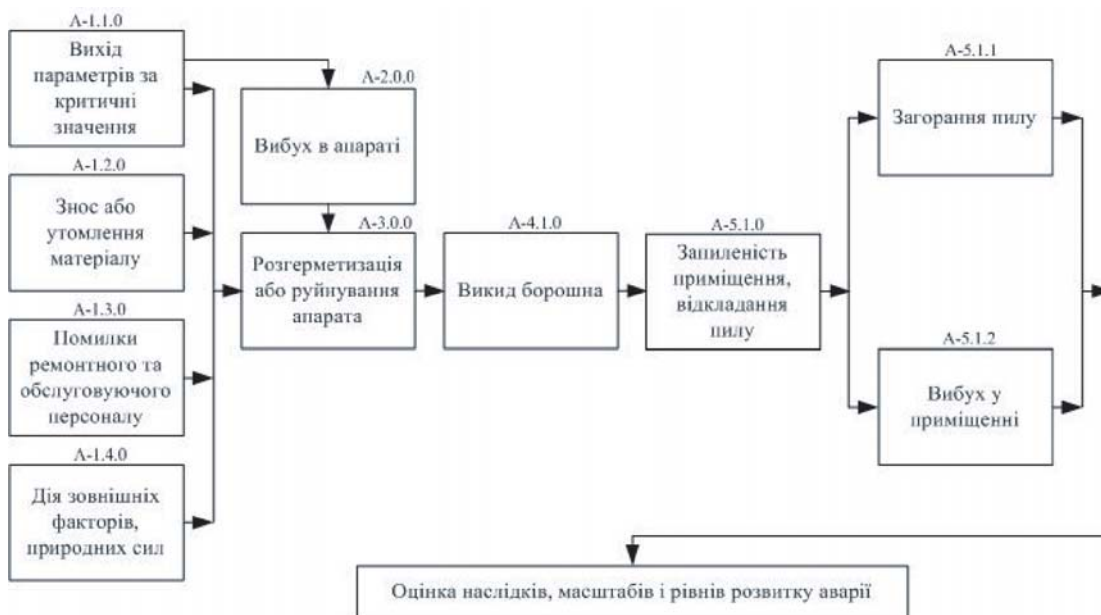


Рис. 2. Сценарій розвитку аварій блоку СБЗБ

Моделювання вибухів засновано на закономірностях подібності, в основу яких може бути покладений принцип "кубічного кореня".

Для оцінки вибухонебезпеки технологічних блоків виділені для аналізу слід визначити орієнтовні значення енергетичних показників: енергетичний потенціал блоку (E), приведену масу (m), відносний енергетичний потенціал (Q<sub>v</sub>) і умовний радіус повного руйнування (R<sub>0</sub>). Вони визначаються за загальними математичними залежностями, що наведені в [Общих Правилах взрывобезопасности].

В офіційній нормативній документації значення Q<sub>v</sub> використовується як важливіший кількісний показник рівня можливих руйнувань при вибухах на технологічних об'єктах і називається відносним потенціалом вибухонебезпеки. За

цим показником технологічні об'єкти поділяються на три категорії: Q<sub>v</sub> > 37; 37 > Q<sub>v</sub> > 27; Q<sub>v</sub> < 27.

В загальному випадку для умов адекватності рівня руйнувань, приблизно, для промислових випадкових вибухів може бути складений енергетичний баланс ударних хвиль, що генеруються вибухами парогазового середовища і тротилу:

$$0,4m_r z q_r = 0,9W_r q_r,$$

де 0,9 і 0,4 — частки енергій вибуху тротилу і парогазового середовища, що витрачаються безпосередньо на формування ударних хвиль; m<sub>r</sub> — загальна приведена маса пальної речовини у вибухонебезпечній парогазовій суміші, кг; z — частка приведеної маси, що бере участь у вибуху; q<sub>r</sub> і q<sub>т</sub> — питома теплота згорання парогазового середовища і вибуху тротилу, кДж/кг.

(Далі буде)