

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ ЩОДО ДІЇ ПОВІТРЯНОЇ ВИБУХОВОЇ ХВИЛІ

Володченкова Н.В.

Левченко О.Г.

Розвиток науки й техніки підвищує в цілому безпеку життєдіяльності людини, але поряд з цим призводить до появи цілого комплексу нових небезпек, надмірного збільшення ступеня ризику, травматизму та загибелі людей. Основними причинами травмування чи загибелі серед виробничого персоналу та населення, що мешкає поруч із промисловими підприємствами є можливі вибухи і пожежі, а їх наслідки – це руйнування і пошкодження будівель і споруд, техніки і обладнання, вихід із ладу, ліній зв'язку, енергетичних та комунікаційних споруд.

Дані обставини вимагають нового підходу до організації і здійснення заходів попередження аварій та аварійних ситуацій, які можуть виникати під час функціонування об'єктів народного господарства, в тому числі і в різноманітних галузях агропромислового комплексу.

Однією зі складових вирішення цього проблемного питання на підприємствах харчової промисловості на теперішній час є будівництво споруд, інженерних і технологічних мереж, комунікацій із заданими рівнями безпеки і надійності. Одним із способів мінімізації наслідків аварій (аварійних ситуацій), підвищення безпеки персоналу під час організації та здійсненні виробничого процесу є оцінка стійкості елементів підприємств харчової промисловості до впливу вражаючих факторів повітряної вибухової хвилі.

Аналіз умов і факторів, які обумовлюють ступінь небезпеки на підприємствах харчової промисловості, виявив що найбільш схильні до аварій і аварійних ситуацій з виникненням вибухів і пожеж, це підприємства на яких за технологічним процесом можуть утворюватися підвищенні рівні запиленості (в приміщеннях або апаратах, що пов'язані із зберіганням і підготовкою борошна, цукру та сировини), загазованості (в пекарних залах, топкових відділеннях, котельнях), вибухонебезпека в зв'язку з використанням газу в якості палива, використанням аерозоль транспорту, аміачних компресорів в холодильних установках, а також посудин, що працюють під тиском, в тому числі котлів і теплообмінників. До таких виробництв належать підприємства, що спеціалізуються на роботі з зерновими культурами і продуктами їх переробки та виготовлення хліба та хлібобулочних виробів.

Експертиза проектної документації щодо безпеки функціонування вибухонебезпечних таких об'єктів, констатує типові помилки і труднощі, які пов'язані з розрахунком вибухових процесів, тобто визначення маси викиду небезпечних речовин; маси речовин, які беруть участь у вибухах; обґрунтування критеріїв руйнування відповідних об'єктів та інше.

На даний час в Україні не існує єдиного нормативного документа по визначенню меж зон руйнувань промислових об'єктів в разі виникнення вибуху.

Результати розрахунків за методиками, що досліджувалися свідчать про зниження розходжень значень надлишкового тиску у фронті ударної хвилі ΔP_ϕ залежно від відстані r від центру вибуху. Результати розрахунків зон руйнувань промислових об'єктів за різними методиками перебільшують значення надлишкового тиску у порівнянні із експериментальними даними більш чим у 3 рази. Модель "тротилового еквіваленту", яка запропонована у більшості методик не в повній мірі відповідає реальним процесам, які відбуваються при аваріях на об'єктах промислового комплексу, що пов'язаний із вибухами небезпечних речовин, для яких характерний дефлаграційний, а не детонаційний режим вибухового перетворення. Методичний апарат не враховує низку інших важливих умов і факторів, а саме агрегатний стан небезпечних речовин, характеристики навколишнього середовища, положення точки ініціювання вибухонебезпечної хмари.

Для дослідження процесу впливу повітряної вибухової хвилі створено експериментальну установку та відповідну методику досліджень, які є надійними та простими у застосуванні. Установка виконана у вигляді маятника, на кінці коромисла якого закріплено досліджуваний зразок, що виконаний з заданого матеріалу або має певну геометричну форму. На ній в широких межах можна змінювати форму та вид досліджуваного матеріалу чи зразку. В залежності від швидкості руху зразку і запасу його кінетичної енергії, визначати такі показники, як зусилля і питому роботу. Виведено рівняння для визначення швидкостей руху зразку в залежності від кута підйому коромисла і його моменту інерції. Для цього окремо вирішено диференціальне рівняння руху коромисла.

Розроблено та запропоновано метод моделювання питомої енергії удару повітряної вибухової хвилі, за результатами чого, визначено стійкість елементів конструкцій та обладнання підприємств харчової промисловості та наслідки можливих руйнувань.

Визначено та експериментально підтвердженні залежності властивостей конструкцій різних геометричних форм та матеріалів до впливу повітряної вибухової хвилі за фактором поглинання енергії.

Для оцінки стійкості елементів об'єктів харчової промисловості до впливу повітряної вибухової хвилі у якості критерію (узагальненого показника) було прийнято регламентовані параметри технологічних процесів відповідних підприємств за ступенем пожежо-вибухонебезпеки. Запропоновано оцінку пожежо-вибухонебезпеки технологічного процесу підприємства проводити за допомогою таких допоміжних показників:

- надлишкового тиску, який утворюється при згорянні газо-, паро-, пило-повітряної суміші у виробничому приміщенні;
- розміру зон, які обмежені нижньою концентраційною межею розповсюдження полум'я газу і пари;

- розміру зони розповсюдження хмари горючих газів і пари, яка утворюється під час аварії, для визначення оптимального розташування виробничого персоналу і технічних засобів під час гасіння пожежі і розрахунку часу надходження хмари до місць їх розташування;
- параметрів тиску повітряної вибухової хвилі, який утворюється при згорянні газо-, паро-, пило-повітряної суміші у відкритому просторі;
- вражаючих факторів, які виникають при руйнуванні технологічного обладнання внаслідок впливу на нього осередку пожежі;
- інтенсивності випаровування горючих речовин і зріджених газів на відкритому просторі та у виробничому приміщенні.

Вибір параметрів для заданого технологічного процесу запропоновано визначати виходячи з можливих варіантів аварій, можливих сценаріїв її розвитку, властивостей небезпечних речовин при цьому значення допустимих їх величин повинні бути такими, щоб була виключена можливість травмування, загибелі персоналу і максимально мінімізовані масштаби та наслідків аварії відповідного технологічного процесу.

Коректність визначення характеристик працездатності та можливості щодо використання розроблених алгоритмів в роботі і суттєво впливають на обґрунтованість рекомендацій, що будуть розроблятися в подальшому.

Дослідження алгоритмів проводилося у два етапи:

- на модельних задачах для визначення можливостей алгоритму щодо обчислення й оцінки ефективності;
- на реальних задачах щодо оцінки стійкості елементів різних підприємств ХП до впливу ПВХ, а саме Яготинський ХПП, Яготинський цукровий завод, розподільчі склади концерну "Рошен", Згуровський цукровий завод, Баришевський ХПП.

Дослідження на модельних задачах показали стійку роботу алгоритмів, а також чутливість обраних показників ефективності методики, що запропонована.

В результаті проведеної роботи запропоновано рекомендації по підвищенню стійкості промислових об'єктів, а саме розроблено та запропоновано модель по визначенню траєкторії руху легко скидуємих конструкцій або їх частин після їх відокремлення від будівлі у разі вибуху, модель розрахунку часу спрацьовування мембранного захисного пристрою, з можливістю визначити інерційність конструкцій та необхідну за розмірами і формою мембрану.

Розроблений алгоритм роботи посадових осіб підприємства щодо проведення ідентифікації об'єкта народного господарства, розробки плану локалізації та ліквідації аварій та аварійних ситуацій, а також декларування об'єктів народного господарства підвищеної небезпеки.

Дані результати можуть бути використані при вдосконаленні документів (постанов, методик, інструкцій) щодо ліквідації аварій та аварійних ситуацій на підприємствах харчової промисловості, а також підприємств інших галузей народного господарства.