

РОЗВИТОК ПРОМИСЛОВИХ ПИЛОВИХ ВИБУХІВ

Володченкова Н. В., к.т.н., доцент (каф. БЖД НУХТ)

Розвиток науки й техніки підвищує в цілому безпеку праці, але поряд з цим призводить до появи комплексу нових небезпек, збільшення ризику травматизму та загибелі людей.

Одним із причин виникнення таких ситуацій є промислові пилові вибухи. Це явище досить не часте, але воно відбувається в наслідок порушень технічних і організаційних порушень технологічних процесів при експлуатації і ремонті обладнання, будівель і споруд.

Для того, щоб створилась реальна небезпека (небезпечна ситуація), необхідна причина або умова як своєрідний "пусковий механізм", при якому потенційна загроза переходить в реальну. Логічним процесом розвитку небезпеки, реалізації потенційної загрози є тріада "джерело небезпеки – причина (умови) – небезпечна ситуація".

До основних небезпечних і шкідливих факторів, що виникають при утворенні вибухонебезпечних ситуацій є:

- відкрите полум'я та високотемпературні продукти вибухового горіння; уламки при руйнуванні виробничого обладнання, будівельних конструкцій та споруд;
- повітряна вибухова (ударна) хвиля та надлишковий тиск в зоні вибуху і в прилеглих зонах;
- непридатне для дихання середовище.

Газоподібні продукти вибухового горіння аеросуспензій органічного пилу мають температуру більше 1000 °С. Пряма термічна дія продуктів вибухового горіння викликає опіки різного ступеня. До тяжких травм призводить також дихання високотемпературними токсичними газами, що утворюються під час вибуху. Займання конструкцій виробничих будівель і споруд, сировини й готової продукції внаслідок дії полум'я, аеросуспензії, яка горить, може викликати розвиток пожежі. Це призводить до додаткових матеріальних збитків, травмування персоналу та інших тяжких наслідків. Травмування людей можуть відбуватися при руйнуванні виробничого устаткування, будівель, споруд, при розльоті осколків і уламків устаткування, будівельних конструкцій і споруд, при обваленні покриттів, перекриттів і стін будівель.

Запалення, горіння і вибух пилоповітряних сумішей є складний комплекс взаємопов'язаних фізико-хімічних процесів. Будь-яке горіння супроводжується виділенням тепла, появою полум'я і утворенням газових сумішей продуктів згорання. При цьому розповсюдження полум'я не перевищує швидкості звуку. Якщо при горінні пилоповітряної суміші з дозвуковою швидкістю розповсюдження полум'я утворюються стиснуті гази, які здатні здійснювати механічну роботу, то таке горіння і є вибуховим.

Руйнівна дія вибуху залежить від енергії і напрямку дії вибухової хвилі, відстані до об'єкту руйнування, його геометричної форми та інших факторів.

Будь-який пил залежно від його стану має дві температури samozаймання: T_{az} – для аерозолі і T_{ag} – для аерогелю. При цьому аерозоль має температуру samozаймання значно вищу, ніж аергель $T_{az} \gg T_{ag}$.

Таким чином, аергель запалюється при нагріванні швидше, ніж аерозоль. Більш низька, порівняно з аерозолем, температура samozаймання аерогелю пояснюється наявністю сприятливих умов протікання реакції окислення (більш низькі теплові втрати із зони горіння). При переході аерогелю в аерозоль відстань між частинками збільшується, що приводить до підвищення теплових втрат в процесі окислення. Це веде до підвищення температури samozаймання.

Температура samozаймання залежить від дисперсності аерозольних частинок. Чим менше розмір часток, тим нижче його температура samozаймання.

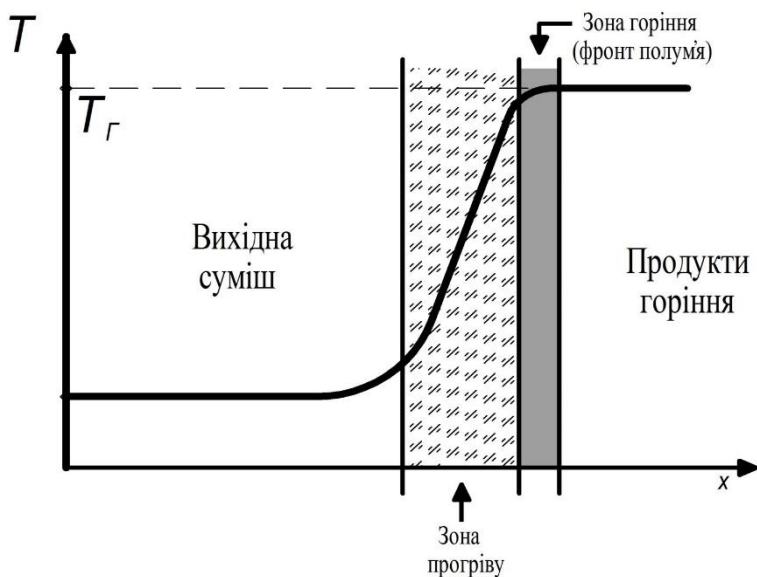


Рис. 2. Схема фронту полум'я пилоповітряної суміші

При займанні в одній точці полум'я з певною швидкістю буде поширюватися по всьому об'єму, зайнятому пилоповітряної сумішшю. Процес горіння відбувається в тонкому шарі – фронті полум'я (рис.1). Швидкість розповсюдження полум'я залежить від концентрації пилу. Найбільша швидкість спостерігається, якщо склад пилоповітряної суміші перевищує стехіометричний.

На вибухо-пожежонебезпеку пилоповітряних сумішей впливає цілий ряд факторів, зокрема, тип джерела запалення, вологість пилу і повітря, дисперсність пилу, а також початкова температура суміші.

Найбільшу роль відіграють температура джерела займання і величина поверхні джерела, дотичної з пилом. Найменша межа вибуху буде у того джерела займання, який має найбільш високу температурою і розвинену поверхню.

У зв'язку з накопиченням пилу у виробничих приміщеннях промислових підприємств, в яких встановлено обладнання, при виникненні джерела загорання горюча суміш рухається інтенсивним турбулентним потоком, що призводить до прискорення швидкості вибухового горіння.

Типова послідовність подій під час вибуху така:

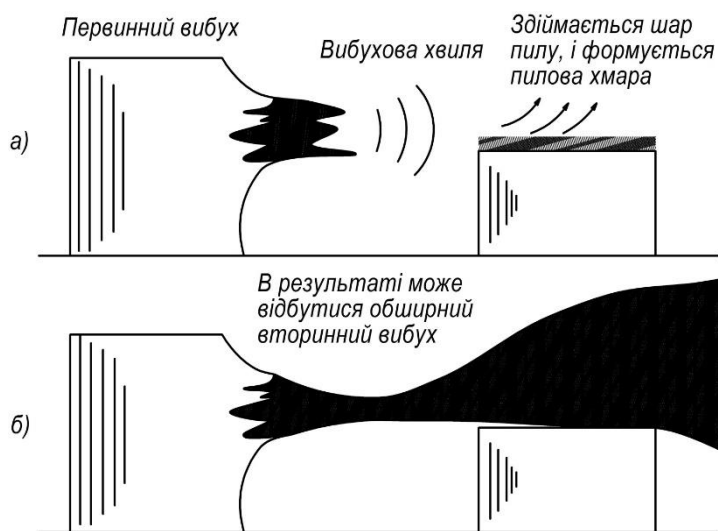


Рис.2. Принципова схема виникнення вторинного вибуху

В іншій типовій ситуації маса пилу у вигляді аерогелю починає тліти або через спонтанне займання, або через те, що шар пилу покриває гарячу ділянку обладнання (наприклад, кожух електромотора, скляну поверхню колби лампи). Працівник, виявивши таку ділянку загорання, намагається ліквідувати його за допомогою вогнегасника чи струменя води. Це призводить до того, що утворюється хмара з достатньою для вибуху концентрацією пилу, частина якої горить. В результаті такого утворення відбувається вибух. Для розрахунку значень параметрів вибухо-пожежонебезпеки при згорянні пилоповітряних сумішей доцільно обирати найбільш несприятливий варіант розвитку аварійної ситуації, при якому у виробниче приміщення надходить максимальна кількість найбільш небезпечних речовин (сумішей).

Висновок. В роботі проведено аналіз основних видів розвитку небезпечних ситуацій з пилоповітряними сумішами та можливі схеми розвитку таких ситуації, що призводять до вибухів. Детальне дослідження різних сценаріїв розвитку виникнення аварійних вибухів дає змогу на стадії проектування будівель і споруд розробити заходи попередження виникнення вибухо-пожежонебезпечних ситуацій, а у разі їх виникнення забезпечити збереження життя та здоров'я працівників і матеріальних цінностей.

Література

1. M.M. van der Voort, A.J.J. Klein, M. de Maaijer, A.C. van den Berg, J.R. van Deursen, (2007) A quantitative risk assessment tool for the external safety of industrial plants with a dust explosion hazard, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol. 20, Issues 4–6, pp. 375–386.
2. Volodchenkova N. Analysis of objects food industry dangers and estimation of risks origin on them emergency situations/ N. Volodchenkova, O. Hivrich, O. Levchenko // Научни трудове на русенския университет. – Русе., 2013. – Volume 52, book 10.2. – p. 75–78.