

РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКІВ ВИБУХОНЕБЕЗПЕКИ ПИЛУ ДЕРЕВИНИ

*Володченкова Н. В., к.т.н., доцент
(каф. ЕЕД ТОВ Технічного університету «Метінвест Політехніка»)*

Анотація. У роботі представлено результати розрахунків показників вибухонебезпеки (енергетичного потенціалу, загальної маси горючого пилу, відносного енергетичного потенціалу та тротилового еквіваленту) пилу деревини, що може утворитися у виробничому цеху деревообробного підприємства та призвести до аварії або аварійної ситуації у наслідок ризику вибуху даного пилу.

Ключові слова: пил деревини, вибух, горіння, аварія.

Abstract. The article presents the results of calculations of explosion hazard indicators (energy potential, total mass of combustible dust, relative energy potential and TNT equivalent) of wood dust that can be formed in the production plant of a woodworking enterprise and lead to an accident due to the risk of explosion.

Keywords: wood dust, explosion, burning, destruction zone, accident.

Вступ. Сучасні підходи визначення небезпек технологічного процесу передбачають визначення усіх ризиків, що можуть вплинути на сталий розвиток підприємства. Ризики процесу деревообробки враховують не тільки ризики травмування або профзахворювання працівників, а й усі можливі чинники, що призводять аварій чи аварійних ситуацій.

Аналіз стану питання. У процесі виробничої діяльності підприємства з обробки деревини, у цеху утворюється дрібні частини деревини (тирса), а також пил деревини. Ці частинки негативно впливають на стан здоров'я працівників, а також можуть стати чинником утворення пожеж та вибухів при аваріях або аварійних ситуаціях.

Мета роботи: розрахувати показники, за допомогою яких прогнозують можливий розвиток сценарію аварії або аварійної ситуації при ризику виникнення пилового вибуху та розраховують зону руйнування.

Методики, матеріали і результати досліджень. Тяжкість впливу пилу деревини на організм людини залежить від розміру пилових частинок та періоду їх дії. Наслідком впливу є дерматити, алергічні реакції, ушкодження дихальної системи, подразнення та чихання, кровотечі, інфекційні пошкодження носових пазух та шкіряного покриву [1].

Крім впливу на організм людини пил є одним із чинників виникнення пожеж та вибухів як у приміщенні цеху, так і у аспіраційних або вентиляційних системах. Здатність будь-якого пилу займатися та горіти (горючість) характеризується рядом показників пожежо-вибухонебезпеки. Ці показники стандартизовані та в залежності від виду пилу мають певні значення, встановлені для частинок розміром менше 100 мкм і вологістю не більше 5%. Характеристика пожежо-вибухонебезпеки пилу деревини представлена у таблиці 1.

Характеристика пожежо-вибухонебезпеки пилу деревини

Показники	Пил деревини
Дисперсність, мкм	15...20
Нижня концентраційна границя вибуховості (НКГВ), г/м ³	12,6
Мінімальна енергія запалення ($W_{\min}$), мДж	11,5
Температура самозапалення (t_{cz}), °C:	610...775
Максимальний тиск вибуху ($P_{\max}$), кПа	620
Швидкість приросту тиску при вибуху ($dP/d\tau$), кПа/с	39300

Пил деревини утворюється, у більшості випадків, разом з крупнодисперсними сипучими відходами (тирсою, тощо) і спеціально виділити його із маси сипучих відходів важко. Разом з цим цей пил, внаслідок своєї летучості (при наявності щілин в кожухах станків і транспортерів), легко проникає в приміщення цеху.

Механізм розвитку пилових вибухів залежить від хімічних реакцій, реакцій тепломасообміну, гідродинаміки, переходу енергії із одного виду в інший і т.д.

Для кількісної оцінки та попередження промислових вибухів є об'єктивні закони збереження маси речовин і збереження енергії. На базі цих законів встановлюється кількісна залежність маси речовин, що бере участь у вибухах, фізико-хімічні властивості, термодинамічний стан та характеристика технологічних процесів і апаратів. За цими залежностями, аналітичними методами, з достатньою достовірністю, визначаються кількісно енергозапаси, які можуть вивільнятися при різних аваріях в умовах виробництва [2].

При нормальній роботі обладнання і аспіраційних систем концентрація пилу деревини в повітряному середовищі не достатня для утворення вибухонебезпечної концентрації, бо ця величина менше нижньої концентраційної межі вибуховості пилу.

Первинний вибух пилу може носити місцевий характер (спалах). При первинному вибуху пилу деревини, його скупчення на поверхнях обладнання та у приміщенні цеху у вигляді аерозолі переходить у зважений стан (аєргель). Концентрація пилу у повітрі стає вибухонебезпечною, внаслідок чого утворюється повторний вибух більшої сили. При таких умовах, ударна хвиля викликає перехід пилу із стану аєргеля у зважений стан (аерозолі) всієї маси пилу і може привести до нових, ще більш потужних вибухів, здатних зруйнувати приміщення.

Розрахункова маса пилу, що надійшла у приміщення в результаті аварійної ситуації, знаходять з виразу:

$$m_{ав} = (m_{ан} + q \cdot t) \cdot k_n, \quad (1)$$

де $m_{ан}$ – маса горючого пилу, що викидається у приміщення з апарату, кг; q – продуктивність, з якою продовжується надходження пилоподібних речовин в апарат по трубопроводам до моменту їх відключення, кг/с; t – час відключення, яке визначається в залежності від вірогідності відмови системи; k_n – коефіцієнт пилоутворення, що являє собою відношення маси зваженого в повітрі пилу до всієї маси пилу, що надходить із апарату у приміщення (при відсутності експериментальних даних допускається приймати для пилу з дисперсністю не менше 350 мкм $k_n = 0,5$, для пилу з дисперсністю менше 350 мкм $k_n = 1$).

При відмові аспіраційних систем у приміщенні виробничого корпусу може утворитися вибухонебезпечна концентрація на рівні нижньої концентраційної межі вибуховості. Так, як вільний об'єм приміщення ($0,8 \cdot V_{прим.}$) 16415 м³, то за умови наявності 12,6 г/м³, в приміщенні, в стані аерозолі, знаходитиметься 207 кг (0,207 т) пилу деревини.

Загальний енергетичний потенціал вибухонебезпеки розраховується за формулою, кДж:

$$E = q_n \cdot m_n = 20000 \cdot 207 = 4136580 \quad (2)$$

Загальна маса горючого пилу вибухонебезпечної пилогазової хмари (m), приведена до єдиної питомої енергії згорання (46000 кДж/кг) визначається за формулою, кг:

$$m = \frac{E}{46000} = \frac{4136580}{46000} = 90. \quad (3)$$

Відносний енергетичний потенціал (Q_v) вибухонебезпечності, знаходиться розрахунковим методом за формулою:

$$Q_v = \frac{1}{16,534} \sqrt[3]{E} = \frac{1}{16,534} \cdot \sqrt[3]{4136580} = 9,7. \quad (4)$$

Для визначення умов адекватності характеру і ступеня руйнування при вибухах пилових хмар розраховується тротильовий еквівалент пилогазового середовища (W_T) за формулою, кг:

$$W_m = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{q'_c}{q_m} \cdot z \cdot m = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{15000}{4520} \cdot 0,5 \cdot 90 = 88,4 \text{ кг}. \quad (5)$$

Висновки. Причиною виникнення аварійних ситуацій та/або аварій у приміщеннях цеху деревообробного підприємства є пожежі і вибухові явища, а їхніми наслідками є пошкодження і руйнація будівель і споруд, технологічного обладнання, а також нещасні випадки з виробничим персоналом, у т. ч.

смертельні. За результатами розрахунків визначено показники вибухонебезпеки пилу деревини. Дані розрахунки дозволять визначити межі руйнування будівель та споруд даного підприємства та розрахувати необхідні площі розвантажувальних отворів (з'ємних перекриттів).

Література

1. The Influence of Wooden Dust Exposure to the Lung Function and Design of Local Exhaust Ventilation at Furniture Company Ud. Suro Lestari in Sidomulyo – Kediri / Susmiati, Samik Munawar, Y. Denny Ardyanto, Lilis Sulistyorini // International Refereed Journal of Engineering and Science (IR- JES). – Vol. 3, Issue 8 (August 2014). – Pp. 34-37.

2. Volodchenkova N., Hivrich O., Levchenko O. (2013), Analysis of objects food industry dangers and estimation of risks origin on them emergency situations, Scientific labor at Ruse University, 52(10.2), pp. 75-78.