

Рекомендована д.ф.н., професором В.І.Чусовим

УДК 658.562.5:661.124:615.2

ОЦІНКА ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНОСТІ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ

О.В.Жуковіна, Г.А.Грецька

Національний фармацевтичний університет

Розглянуті причини вибухів горючих сумішей, викликані різноманітними джерелами запалення, виходячи зі статистичних даних. Наведені основні параметри вибухонебезпечності технологічного обладнання, а також комплексний параметр — індекс вибухонебезпечності. Дані розрахунку індексів повинні враховуватися при розробці безпечних режимів роботи технологічного обладнання. На підставі проведених розрахунків зроблені висновки та запропоновані захисні заходи відповідно до кожного класу вибухонебезпеки.

Деякі технологічні процеси у фармацевтичній галузі пов'язані з одержанням і переробкою дрібнодисперсних матеріалів, що потребує проведення подрібнення, сушіння, завантажування та інших операцій, які супроводжуються виникненням пилу. Особливу небезпеку становить завислий у повітрі пил горючих матеріалів. Це пов'язано зі збільшенням поверхні контакту горючої речовини з окиснювачем, що підсилює хімічну активність і служить причиною запалювання матеріалу. Швидкість розповсюдження полум'я в аерозависі співмірна зі швидкістю полум'я в газах, а у деяких випадках може значно її перевищувати.

Найбільш вибухонебезпечними вважаються процеси, при проведенні яких всередині обладнання виникає горюча суміш та існує достатньо велика імовірність появи джерела запалювання.

Причини вибухів горючих сумішей від різноманітних джерел запалювання, виходячи зі статистичних даних [10], розподіляються відповідно до діаграми, яка наведена на рис.

Найбільша кількість вибухів припадає на обладнання, в якому здійснюється подрібнення та сушіння матеріалів.

На сьогоднішній день вибухонебезпечність технологічного обладнання визначається основними параметрами (нижньою концентраційною межею вибуховості (НКМВ), мінімальною енергією запалювання, швидкістю зростання тиску вибуху та ін.) [7], які характеризують горючі властивості матеріалів, що переробляються. Методи визначення та розрахунку показників пожежовибухоне-

безпеки пилу горючих речовин і матеріалів викладені в ГОСТ 12.1.044 — 91 [1].

За основний критерій вибухопожежонебезпечності аерозависів прийнято НКМВ.

Пилоповітряні суміші з $\text{НКМВ} \leq 65 \text{ г}/\text{м}^3$ вважаються вибухонебезпечними, а з $\text{НКМВ} > 65 \text{ г}/\text{м}^3$ — пожежонебезпечними. При оцінюванні вибухопожежонебезпечності технологічного обладнання воно вважається вибухонебезпечним, якщо концентрація пилу в апараті буде складати 50% від НКМВ, але для об'єктивного оцінювання вибухопожежонебезпечності горючого пилу необхідно враховувати деякі інші його показники.

Так, у США і деяких інших країнах світу вибухонебезпечність пилоповітряних сумішей визначається комплексним параметром — індексом вибухонебезпечності [12, 14].

Індекс вибухонебезпечності розраховується за формулою:

$$I_w = \frac{(\text{НКМВ} \cdot t_{cz} \cdot W_{min})_{em.}}{(\text{НКМВ} \cdot t_{cz} \cdot W_{min})_{o.}} \cdot \frac{(P_{max} \cdot \left(\frac{dP}{dt}\right)_{o.}}{(P_{max} \cdot \left(\frac{dP}{dt}\right)_{em.}} ,$$

де: НКМВ — нижня концентраційна межа вибуховості, $\text{г}/\text{м}^3$;

t_{cz} — температура самозапалення пилу, $^{\circ}\text{C}$;

W_{min} — мінімальна енергія запалювання, мДж;

P_{max} — максимальний тиск вибуху, кПа;

dP/dt — максимальна швидкість зростання тиску, $\text{kPa} \cdot \text{s}$;

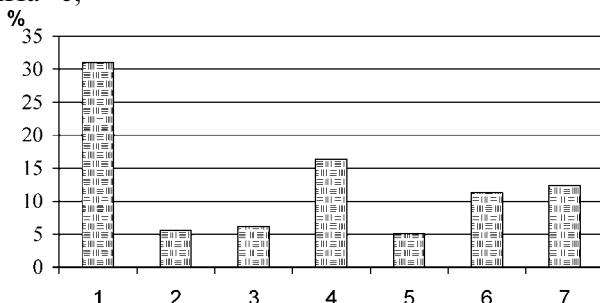


Рис. Вибухи горючих сумішей від різних джерел запалювання.

1 — фрикційні іскри — 31%; 2 — нагріті поверхні — 5,6%; 3 — відкритий вогонь 6,2%; 4 — іскри статичної електрики — 16,4%; 5 — іскри електрообладнання — 5,1%; 6 — іскри при зварюванні — 11,3%; 7 — інші причини — 12,4%.

Таблиця

Показники вибухопожежонебезпечності лікарських речовин

Речовина (матеріал)	НКМВ, Г/м ³	t _{сам.} , °C	W _{Min.} , мДж	P _{Max.} , кПа	dP/dt, кПа	Iw
Вугілля	170,0	200	20,0	730	29000	—
Анальгін	52,5	530	19,93	310	1860	0,04
Аскорбінова кислота	60,0	460	20,0	610	3200	0,11
Аспірин	35,0	660	25,0	523	68900	2,01
Глюкоза	35,0	403	20,0	200	11000	0,24
Какао	45,0	500	100,0	430	8100	0,05
Крохмаль картопл.	40,0	420	45,0	670	55000	1,57
Метилцелюлоза	30,0	340	20,0	275	11000	0,47
Стеар. кислота	12,5	290	25,0	489	58500	10,13

ет. — для еталонного пилу;

д. — для досліджуваного пилу.

У розрахунках як еталон використовується пил вугілля.

Відносна вибухонебезпечність пилу за значенням індексу визначається наступним шляхом:

- слабка — Iw < 0,1;
- помірна — Iw = 0,1-1,0;
- потужна — Iw = 1,0-10,0;
- висока — Iw > 10,0.

Наприклад, для пилу анальгіну індекс вибухонебезпечності буде складати:

$$I_w = \frac{(170 \cdot 200 \cdot 20)}{(52,5 \cdot 530 \cdot 19,93)} \cdot \frac{(310 \cdot 1860)}{(730 \cdot 29000)} = \\ = 1,23 \cdot 0,03 = 0,04.$$

У табл. наведені довідникові показники пожежовибухонебезпечності [9] та розрахункові дані для деяких речовин, які застосовуються у виробництві лікарських засобів.

Таким чином, на підставі проведених розрахунків можна зробити наступні висновки:

- слабкою вибухонебезпечністю характеризуються пил анальгіну та какао;
- помірну вибухонебезпечність має пил аскорбінової кислоти, глюкози та метилцелюлози;
- потужною вибухонебезпечністю характеризується пил аспірину, картопляного крохмалю;
- пил стеаринової кислоти має високу вибухонебезпечність.

Розробка захисних заходів у кожному конкретному виробництві буде полягати або в усуненні утворювання горючих сумішей в апараті, або у відстороненні утворюваних джерел запалювання.

Відповідно до кожного класу вибухонебезпеки застосовуються захисні заходи [13, 11].

Загальні заходи захисту, які зменшують вірогідність вибуху (пожежі) дисперсних матеріалів, надані нижче:

1. Зменшення вмісту кисню у пилоповітряній суміші за рахунок розбавлення її інертним газом.
2. Виключення потрапляння металевих деталей і каміння в обладнання.
3. Заземлення апаратів [6].
4. Конструкція апаратів не повинна спричиняти відкладення та накопичування пилу.
5. Герметизація апаратів.
6. Обладнання, в якому переробляються речовини, здатні до самозагоряння, повинно бути обладнане системами пожежогасіння [8].
7. Температура внутрішніх поверхонь апаратів повинна бути нижче не менш ніж на 50°C за температуру тління пилу або не більше двох третин температури самозаймання для пилу, який горить полум'яним горінням.
8. Поверхні електрообладнання, що нагріваються, не повинні контактувати з матеріалом, який переробляється [4].
9. Встановлення електрообладнання повинно відповідати вимогам ПУЕ [2].
10. Вузли тертя повинні виноситися з зони можливого потрапляння дисперсного матеріалу.
11. Температура нагрітого матеріалу повинна бути нижче за критичну.
12. В апаратах повинна бути виключена можливість іскроутворювання [3].

Дані розрахунку індексів повинні враховуватися при розробці безпечних режимів роботи технологічного обладнання.

ЛІТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.1.044-91 ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
2. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок (ПБЕ).
3. ДНАОП 0.00-1.29-97. Правила захисту від статичної електрики.

4. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
5. НАПБ В.01.051-99191. Правила пожежної безпеки для підприємств з виробництва лікарських засобів. — К., 2001. — 175 с.
6. Методичні вказівки до діючих нормативних актів щодо протипожежного захисту електроустановок / О.М.Волошин, В.А.Андронов. — Х., 2003. — 35 с.
7. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. — М, 2002. — 43 с.
8. Правила пожежної безпеки в Україні. — К.: Основа, 2002. — 352 с.
9. Рожков А.П. Пожежна безпека: навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти України. — К.: Пожінформатика, 1999. — 256 с.
10. Таубкин С.Н., Таубкин С.С. Пожаровзрывоопасность пылевидных материалов и технологических процессов их переработки. — М., 1996. — 136 с.
11. Fischkin C.I., Smith R. L. // Chem. Eng. Programm. — 1994. — Vol. 60, №4. — P.45.
12. NFPA 654. Standard for the Prevention of Fire and Dust Explosions from the Manufacturing, Processing, and Handling of Combustible Particulate Solids 2006. www.safetycouncil.com/pdf/702Ebadat.pdf
13. Standard for the prevention of Dust Explosions in the Plastic industry NFPA. 654. — 1993.
14. Understanding Dust Collector Explosion Protection. By John Constance, National Fire Protection Association (NFPA) Standard. — 2006.

УДК 658.562.5:661.124:615.2

ОЦЕНКА ВЗРЫВОПОЖАРООПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

О.В.Жуковина, А.Г.Грецкая

Рассмотрены основные причины взрывов горючих смесей, вызванных разнообразными источниками зажигания, исходя из статистических данных. Приведены основные параметры взрывопожароопасности, а также комплексный параметр — индекс взрывопожароопасности. Данные расчетов индексов должны использоваться при разработке безопасных режимов работы технологического оборудования. На основе проведенных расчетов сделаны выводы и предложены защитные меры в соответствии с классом взрывоопасности.

UDC 658.562.5:661.124:615.2

THE EVALUATION OF THE EXPLOSIVE-FIRE DANGER WHILE MANUFACTURING DRUGS

O.V.Zhukovina, A.G.Gretskaya

The main causes of explosions of the combustible mixtures from various sources of ignition have been considered according to the statistics data. The main parameters of the explosive-fire risk, as well as the complex parameter — the explosive-fire danger index have been given. The data of the indexes calculations should be used while developing the safe labour conditions of the manufacturing equipment. On the basis of the calculations performed the conclusions have been made and the protective measures have been offered according to the type of explosion danger.