

ЛЕКЦІЯ 10

Розділ 2. Сучасні інструментальні засоби наукових досліджень

Тема 2.2: Методи і засоби досліджень показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів

Лекція 10. Методи визначення показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів

План

1. Показники пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів
2. Методи експериментального визначення показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів

1. Показники пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів

Згідно ГОСТ 12.1.044-89 «ССБТ. Пожаро-взрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» Показники пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів визначають з метою отримання вихідних даних для розробки систем по забезпеченню пожежної безпеки і вибухобезпеки відповідно до вимог норм технологічного проектування, стандартів ССБП, будівельних норм і правил, правил будови електроустановок.

Пожежовибухонебезпека речовин і матеріалів визначається показниками, вибір яких залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу) і умов його застосування.

При визначенні пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів розрізняють:

- гази – речовини, тиск насичених парів яких при температурі 25°C і тиску 101,3 кПа перевищує 101,3 кПа;
- рідини – речовини, тиск насичених парів яких при температурі 25 °C і тиску 101,3 кПа менше 101,3 кПа. До рідин відносять також тверді речовини, температура плавлення або краплепадіння яких менше 50°C;
- тверді речовини і матеріали – індивідуальні речовини та їх сумішеві композиції з температурою плавлення або краплепадіння більше 50°C, а також речовини, що не мають температури плавлення (наприклад, деревина, тканини і т.п.);
- пил – дисперговані тверді речовини і матеріали з розміром частинок менше 850 мкм.

Номенклатура показників і їх застосовність для характеристики пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів наведені в табл. 2.2.1.

Показник	Агрегатний стан речовин матеріалів			
	гази	рідини	тверді	пил
Група горючості	+	+	+	+
Температура спалаху	—	+	—	—
Температура займання	—	+	+	+
Температура самозаймання	+	+	+	+
Концентраційні межі поширення полум'я	+	+		+
Температурні межі поширення полум'я		+		
Температура тління	—	—	+	+
Умови теплового самозаймання	—	—	+	+
Мінімальна енергія запалювання	+	+	—	+
Кисневий індекс	—	—	+	—
Здатність вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами	+	+	+	+
Нормальна швидкість поширення полум'я	+	+	—	—
Швидкість вигорання	—	+	—	—
Коефіцієнт димоутворення	—	—	+	—
Індекс поширення полум'я	—	—	+	—
Показник токсичності продуктів горіння полімерних матеріалів			+	
Мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню	+	+		+
Мінімальна флегматизуюча концентрація флегматизатора	+	+		+
Максимальний тиск вибуху	+	+	—	+
Швидкість наростання тиску вибуху	+	+	—	+
Концентраційна межа дифузійного горіння газових сумішей в повітрі	+	+		—

Примітки:

1. Знак «+» позначає застосовність, знак «—» — неможливість застосування показника.
2. Крім зазначених в табл. 2.2.1, допускається використовувати інші показники, більш детально характеризують пожежовибухонебезпеку речовин і матеріалів.

Число показників, необхідних і достатніх для характеристики пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів в умовах виробництва, переробки, транспортування та зберігання, визначає розробник системи забезпечення пожежовибухонебезпеки об'єкта або розробник стандарту і технічних умов на речовину (матеріал).

Горючість є кваліфікаційною характеристикою здатності речовин і матеріалів до горіння і застосовується для таких потреб: кваліфікації речовин і матеріалів за горючістю; визначення категорії і класу приміщень за вибухопожежною та пожежною небезпечністю; при розробці заходів щодо

забезпечення пожежної безпеки.

За горючістю речовини і матеріали поділяють на негорючі, важкогорючі та горючі.

Негорючі – це речовини і матеріали, які не здатні горіти у повітрі. Проте серед них можуть бути пожежонебезпечні, наприклад, окислювачі і речовини, що виділяють горючі продукти при взаємодії з водою, киснем або з іншими речовинами. До негорючих речовин належать усі мінеральні та більшість штучних неорганічних матеріалів.

Важкогорючі – речовини і матеріали, що здатні горіти в повітрі при дії джерела запалювання, але не здатні самостійно горіти після його вилучення. Це можуть бути композиції, що складаються з органічного матеріалу і мінерального наповнювача.

Горючі – речовини і матеріали, що здатні займатися при дії джерела запалювання і самостійно горіти після його вилучення.

Температура спалаху – це найменша температура конденсованої речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань над її поверхнею утворюються пари, що здатні спалахувати від джерела запалювання, але швидкість їх утворення при цьому недостатня для стійкого горіння.

Температура спалаху характеризує умови, за яких речовина стає пожежонебезпечною. Цей показник застосовується при класифікації рідин за ступенем пожежної небезпечності, при визначенні категорії та класифікації приміщень і зон за пожежовибуховою небезпечністю, а також при розробці заходів пожежовибухобезпеки.

Температура спалахування – це найменша температура речовини, при якій в умовах спеціальних випробувань речовина виділяє горючі пари і гази з такою швидкістю, що при дії на них джерела запалювання спостерігається займання (тобто виникає стійке полум'яне горіння).

Температура спалахування характеризує здатність речовин до самостійного горіння і завжди буває вищою за температуру спалаху. Чим меншою є різниця між температурами спалаху і спалахування речовини, тим більше пожежонебезпечною є ця речовина.

Температура спалахування застосовується при встановленні групи горючості речовин, при оцінці пожежної небезпечності обладнання і технологічних процесів, при розробці заходів щодо забезпечення пожежовибухобезпеки.

Температура самоспалахування – це найменша температура навколишнього середовища, при якій в умовах спеціальних випробувань спостерігається самозаймання речовини. Температура самоспалахування використовується для оцінки пожежовибухонебезпечності речовин; визначення групи вибухонебезпечної суміші для вибору типу вибухобезпечного обладнання; при розробці заходів щодо забезпечення пожежовибухобезпеки технологічних процесів.

Концентраційні межі поширення полум'я. Нижня (верхня) концентраційна межа поширення полум'я - це мінімальний

(максимальний) вміст горючої речовини в однорідній суміші в окислювальному середовищі, при якому можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела запалювання.

Концентраційні межі поширення полум'я застосовують при визначенні категорії та класу приміщень за пожежовибухонебезпечністю; при розрахунках вибухобезпечних концентрацій газів, парів і пилу всередині технологічного обладнання, а також у повітрі робочої зони з потенційними джерелами запалювання; при проектуванні вентиляційних систем; при розробці заходів з забезпечення пожежної безпеки.

Температурні межі поширення полум'я. Відомо, що концентрація насичених парів рідини перебуває у певному взаємозв'язку з її температурою. Використовуючи цю властивість, можна концентраційні межі насичених парів виражати через температуру рідини, при якій утворюються ці пари. Такі температури мають назву температурних меж поширення полум'я.

Температурні межі поширення полум'я - це такі температури речовини, при яких її насичена пара утворює в окислювальному середовищі концентрації, що дорівнюють, відповідно, нижній (нижня температурна межа) і верхній (верхня температурна межа) концентраційним межам поширення полум'я.

Температурні межі спалахування застосовуються при розрахунку пожежовибухонебезпечних температурних режимів роботи технологічного обладнання; оцінці аварійних ситуацій, пов'язаних з розлиттям горючих рідин; розрахунку концентраційних меж спалахування; а також для характеристики пожежної небезпечності рідин.

Температурні умови теплового самозаймання це залежність між температурою навколишнього середовища, кількістю речовини (матеріалу) і часом до її самозаймання.

Мінімальну температуру середовища, при якій можливе самозаймання матеріалу, враховують при виборі безпечних умов зберігання та переробки самозаймистих речовин.

Вдатність вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря та іншими речовинами (тобто при взаємному контакті речовин) - якісний показник, що характеризує особливу пожежну небезпечність речовин.

Дані про небезпечність взаємного контакту речовин наводять у стандартах і технічних умовах на речовину; їх використовують при категоріюванні приміщень за пожежо-вибухонебезпечністю; при виборі безпечних умов проведення технологічних процесів та умов спільного зберігання і транспортування речовин і матеріалів.

2. Методи експериментального визначення показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів

Метод експериментального визначення групи негорючих матеріалів

Метод не застосуємо для випробування шаруватих матеріалів і матеріалів з покриттями і облицюванням.

Схема приладу для визначення групи негорючих матеріалів приведена на рис. 2.2.1.

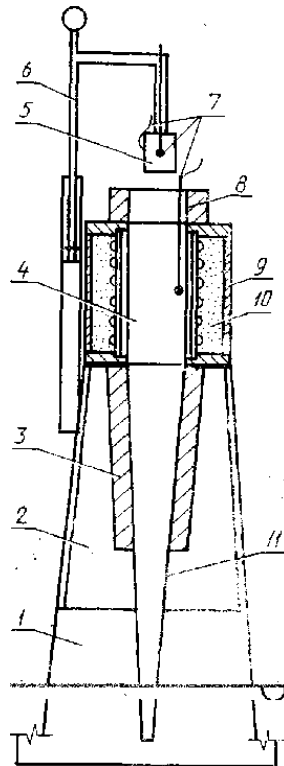


Рис. 2.2.1. Схема приладу для визначення групи негорючих матеріалів: 1 - підставка; 2 - витяжка; 3 - теплоізоляційний шар захисного екрану і стабілізатора; 4 - піч; 5 - тримач зразка; 6 - пристрій для опускання зразка; 7 - термоелектричні перетворювачі; 8 - захисний екран; 9 - захисний кожух; 10 - теплоізоляційний матеріал; 11 - стабілізатор повітряного потоку

Розміщення приладу для випробувань повинні передбачати відсутність впливу тяги повітря ззовні, пряме сонячне світло або штучне освітлення, що утрудняє проведення випробування і спостереження за полум'я всередині печі.

Перед проведенням випробувань стабілізують роботу печі, попередньо вийнявши з неї тримач зразка з пристроєм для його опускання. Регулюючи величину напруги, що подається, нагрівають поступово піч протягом 2 ч до температури $(750 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Стала температура в печі не повинна змінюватися більш ніж на 2°C протягом 10 хв.

У випадках проведення випробуванні в новій печі, при заміні або ремонті окремих вузлів приладу, необхідно провести градування печі шляхом вимірювання температури стінки печі за трьома вертикальних осях в точках, відповідних середині висоти стінки печі і на рівні 30 мм вище і нижче середньої точки за допомогою скануючого пристрою з термоелектричним перетворювачем (рис. 3). Особливу увагу слід приділяти забезпеченню контакту між термоелектричним

перетворювачем і стінкою печі. Положення термоелектричного перетворювача не можна змінювати протягом 5 хв до моменту реєстрації температури.

Середнє арифметичне значення всіх 9 зареєстрованих температур має становити $(835 \pm 10) ^\circ \text{C}$, і така температура повинна підтримуватися перед початком випробувань. Підібраний таким чином режим подачі напруги на нагрівальний елемент підтримують і надалі.

Для випробувань готують 5 зразків досліджуваного матеріалу діаметром $(45-2)$ мм, висотою (50 ± 3) мм. Якщо товщина досліджуваного матеріалу становить менше 50 мм, то зразок набирають з декількох шарів, щоб забезпечити необхідну висоту. Шари в зразку мають у своєму розпорядженні тільки горизонтально і щільно з'єднують між собою сталевим дротом діаметром не більше 0,5 мм. Шари в зразку має в такий спосіб, щоб робочий спай термоелектричного перетворювача, встановлений в середині зразка, перебували всередині шару матеріалу, а не на кордоні розділу шарів.

Зразки повинні характеризувати середні властивості досліджуваного матеріалу.

Час випробування, як правило, становить 30 хв. За цей час досягається кінцева температурну рівновагу, реєстрований термоелектричні перетворювачів в печі, усередині зразка і на його поверхні, розходження між показаннями яких не повинні перевищувати $2 ^\circ \text{C}$ протягом останнього 10 хв. У разі, якщо температурне рівновагу що немає за 30 хв, то необхідно продовжити випробування до моменту досягнення кінцевого температурного рівноваги, перевіряючи показання термоелектричних перетворювачів з інтервалом 5 хв. При досягненні температурного рівноваги випробування припиняє після закінчення останнього 5-хвилинний інтервал; фіксують тривалість випробування.

Зразок виймають з печі і після його охолодження до температури навколишнього середовища зважують (з урахуванням відходів, які відокремилися від зразка і впали вниз в процесі випробування або після його закінчення).

Випробуванню підлягають всі 5 підготовлених зразків. У протоколі відображає всі спостереження, що стосуються поведінки кожного зразка в процесі випробувань; відзначають всі випадки займання для кожного зразка і фіксують їх тривалість.

Займання вважають стійким при наявності полум'я до печі, яка виникла при горінні зразка і триваючому 10 с і більше.

Оцінка результатів.

Обчислюють різницю між максимальною і кінцевої температурами за показаннями термоелектричних перетворювачів в печі, на поверхні і всередині кожного зразка.

За отриманими значеннями кожного зразка обчислюють середнє арифметичне зміни температури в печі, на поверхні і всередині зразка за результатами випробувань 5 зразків.

На основі даних по визначенню втрати маси кожного зразка (у

відсотковому відношенні до первісної маси зразка) обчислюють середнє арифметичне значення втрати маси 5 зразків.

На основі даних по визначенню тривалості горіння кожного зразка обчислюють середню арифметичну тривалість горіння за результатами 5 Образцов Випробування.

Матеріал відносять до групи негорючих, якщо дотримані наступні умови:

- середнє арифметичне зміна температури в печі, на поверхні і всередині зразка не перевищує 50°C ;
- середнє арифметичне значення втрати маси для 5 зразків не перевищує 50% від їх середнього значення початкової маси після кондиціонування;
- середнє арифметичне значення тривалості стійкого горіння 5 зразків не перевищує 10 с. Результати випробувань 5 Образцов, в яких тривалість стійкого горіння становить менше 10 с, приймають рівними нулю.

Умови і результати випробувань реєструють в протоколі.

Метод експериментального визначення показників вибухи пилоповітряної суміші - максимальний тиск вибухи, нижня концентраційна межа поширення полум'я, мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню і мінімальна флегматизуюча концентрація флегматизатора.

Установка для визначення показників вибуху пилоповітряних сумішей представлена на рис. 2.2.2

Реакційний посуд, що представляє собою циліндр висотою (450 ± 25) мм і внутрішнім діаметром (105 ± 5) мм, виконаний з нержавіючої сталі і розрахований на робочий тиск до 1 МПа. Посудина забезпечений штуцерами для подачі газових компонентів і приєднання датчика тиску.

Крім металевої реакційний посудину установки забезпечена реакційний посудину зі скляної труби за ДСТУ 8894 (висота 450 ± 25), ММ (внутрішній діаметру 105 мм без -3) і товщина стінки (7 ± 1) мм.

Система газопідготовки і розпилення досліджуваного речовини, розрахована на робочий тиск до 1 МПа, складається з:

- конусного розпилювача з кутом розчину $(30 \pm 5)^{\circ}$, який є верхньою кришкою реакційного судини і виконаний з нержавіючої сталі;
- форкамери, в яку поміщають зразок досліджуваної речовини (рекомендована конструкція форкамери приведена в додатку 5);
- зворотний клапан і клапан з електроприводом; час відкриття електропневмоклапана $(0,3 \pm 0,1)$ с;
- ресивера з трубопроводами місткістю $(1,0 \pm 0,2)$ дм;
- манометра класу точності 0,25.

Умовний діаметр проходу трубопроводів повинні бути $(10,0 \pm 0,5)$ мм, елементи системи газопідготовки і розпилення не менше 10 мм, вентилі не менше 4 мм. Довжина трубопроводів між ресивером і розпилювачем повинна складати $(0,9 \pm 0,1)$ м.

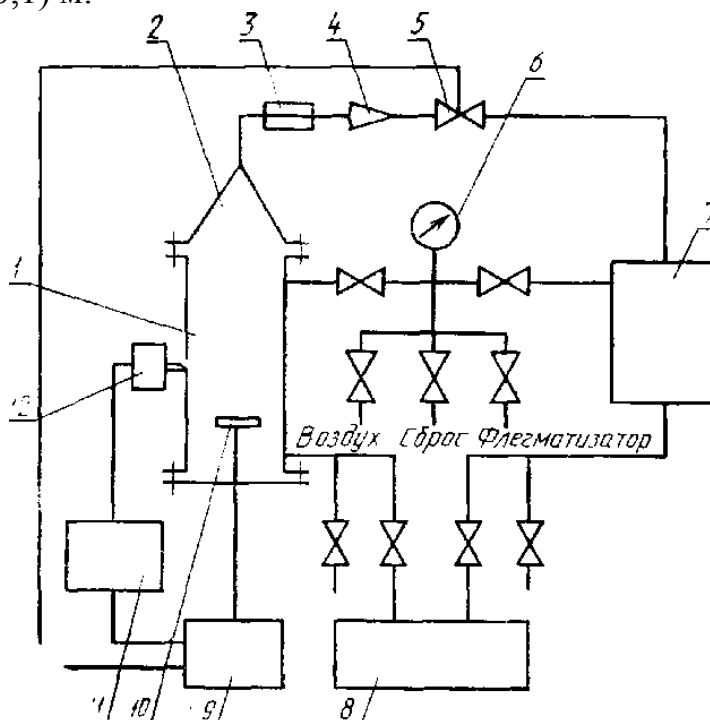


Рис. 2.2.2. Установка для визначення показників вибуху пилоповітряних сумішей: 1 - реакційний посуд; 2 - конус розпилювача; 3 - форкамера; 4 - зворотний клапан; 5 - клапан з електроприводом; 6 - манометр; 7 - ресивер; 8 - газоаналізатор; 9 - пульт управління; 10 - джерело запалювання; 11 - реєструюча апаратура; 12 - датчик тиску.

Джерело запалювання, що представляють собою нагрівається електричний струм до температури $(1050 \pm 50)^\circ \text{C}$ спіраллю з дроту марка Х80Н20-Н (ГОСТ 12766,1) діаметр 0,8 мм. Довжина спіралі (50 ± 1) мм, внутрішній діаметр спіралі $(8,0 \pm 0,5)$ мм; число витків 30; споживана потужність при струмі $(13,0 \pm 0,5)$ А становить (475 ± 25) Вт, час виходу на робочу температуру (8 ± 1) с. Спіраль розташована горизонтально на осі циліндра на відстані (150 ± 5) мм від нижнього фланця.

Система реєстрації тиску, що складається з датчика тиску і вторинних приладів, повинна забезпечувати безперервну або дискретну запис зміни тиску в часі в частотному діапазоні від 0 до 300 Гц з верхньою межею вимірювання не менше 1 МПа. За початок відліку часу приймають момент спрацювання клапана розпилення зразка досліджуваного речовини.

Контроль вмісту кисню в реакційній посудині і ресивері здійснюють газоаналізатором з діапазоном вимірювання від 0 до 21% об. і межею похибки показів не більше $\pm 2,5\%$.

Пульт управління, що забезпечує електроживлення та синхронізацію в заданій послідовності роботи системи розпилення, джерела запалювання та системи реєстрації.

Підготовка до випробувань

Досліджувані речовини розсіюють; при випробуванні використовують зразки з розмірами частинок менше 50 мкм для металів і менш 100 мкм - для інших речовин.

Перевіряють сталевий реакційний посудину на герметичність.

Тарують систему реєстрації тиску.

Придатність установки до роботи перевіряють по лікоподій (ГОСТ 22226), показники вибуху якого повинні бути рівні: максимальний тиск вибуху (620 ± 85) кПа, Нижня концентраційний межа (34 ± 8) г/м³, мінімальний вибухонебезпечний вміст кисню ($10,2 \pm 1,0$)% об.

Проведення випробувань. Готується газова суміш заданого складу окремо в реакційному посудині і в ресивері по парціальним тискам компонентів (РК), який вираховується за формулою (4).

У реакційному посудині готують газову суміш з таким розрахунком, щоб загальний тиск газової суміші перевищувало атмосферний не менше ніж на 50 кПа. Потім скидають надлишковий тиск через газоаналізатор, визначаючи при цьому вміст кисню в реакційній посудині.

У ресивері готують газову суміш з таким розрахунком, щоб загальний тиск газової суміші перевищувало атмосферний не менше ніж на 3 50 кПа. Потім скидають надлишковий тиск через газоаналізатор до початкового тиску розпилення (p_n), рівного (300 ± 10) кПа, визначаючи при цьому вміст кисню в ресивері. Різниця концентрації кисню в реакційній посудині і ресивері не повинно перевищувати 0,5% об.

Зважують зразок досліджуваної речовини з похибкою не більше 0,01 г і поміщають його в форкамеру.

Встановлюють на пульті управління тривалість розпилення зразка. Включають джерело запалювання і по виходу на режим останнього розпилюють зразок, фіксуючи при цьому зміна тиску в реакційному посудині і кінцеве (Тиск РК) в ресивері. Після розпилення зразка визначають масу залишився в форкамері нерозпиленої речовини.

Оцінка результатів. За результатами одиничного Випробування визначають максимальні значення надлишкового тиску Вибуху і концентрацію досліджуваної речовини у суспензії за формулами:

$$p_{\text{взр}} = 101,3 \frac{p_a + \Delta p - p_0}{p_0}$$

$$\rho_s = 101,3 \frac{m}{p_0 V_k}$$

$$p_0 = p_a + \frac{V_p}{V_k} (p_n - p_k)$$

де $p_{\text{взр}}$, ΔP – відповідно значення надлишкового тиску вибуху і

максимальної зміни тиску в процесі одиничного випробування кПа;

p_a – атмосферний тиск, кПа;

p_0 – розмірний коефіцієнт, кПа;

ρ_s – концентрація досліджуваної речовини в реакційній посудині для одиничного випробування, кг/м³;

m – маса зразка в одиничному випробуванні, кг;

V_k, V_p – відповідно місткість реакційної посудини і ресивера, м³;

p_n, p_k – відповідно початковий і кінцевий тиску в ресивері в процесі одиничного випробування, кПа.

Питання для самоконтролю

1. Система оцінки показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів.
2. Основні показники пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів.
3. Методи експериментального визначення показників пожежовибухонебезпеки речовин і матеріалів.
4. Показники пожежовибухонебезпеки горючих газів.
5. Показники пожежовибухонебезпеки горючих та легкозаймистих рідин.
6. Показники пожежовибухонебезпеки твердих горючих речовин і матеріалів.
7. Показники пожежовибухонебезпеки горючого пилу.

Рекомендована література

1. ГОСТ 12.1.044-89 (ISO 4589-84) ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (ССБП. Пожежовибухонебезпека речовин і матеріалів. Номенклатура показників та методи їх визначення).