

УДК 614.8

*В.В.Олійник канд. техн. наук, доцент, нач. кафедри, УЦЗУ*

*О.О.Тесленко канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри, УЦЗУ*

*Н.В. Коломієць, студентка УЦЗУ*

## **ВПЛИВ ФАКТОРА ТИСКУ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ПЕРЕРОБКОЮ ПАРОГАЗОВИХ СИСТЕМ**

Приводяться результати, які показують, що фактор тиску який спостерігається при горінні водень-кисневих сумішей, проявляються також і у парогазових сумішах, змінюючи потенційну небезпеку технологічного устаткування, у якому присутні ці системи.

**Постановка проблеми.** Однією зі специфічних умов експлуатації технологічного устаткування в хімічних виробництвах є присутність стадій, де використовуються знижені тиски не тільки в газових системах, але й у парових середовищах.

Розглядаючи особливості горіння газових систем при тисках до 101 кПа, у роботах [1,2] були встановлені небезпечні для виробництва особливості. Зокрема, для модельної системи  $H_2-O_2$ , при зміні тиску, нижня концентраційна межа поширення (КМП) полум'я спочатку зменшується, потім зростає. Дослідження модельних  $H_2-O_2-N_2$  систем із  $[O_2] = Const$  показали, що при зниженні тиску межі горіння модельної системи розширюється, потім звужується до змикання нижньої й верхньої межі. При  $[O_2] < 9-10\%$  область другої межі так само розширюється до змикання нижньої та верхньої меж. При  $[O_2] < 4,8\%$  горіння відсутнє. Проведений аналіз вказує на наявність невизначеностей у судженнях про зміну КМП полум'я парогазових сумішей при зменшенні тиску. Парогазові суміші теж часто зустрічаються у виробництві при знижених тисках. Тому автори зробити припущення, що вищезгаданий ефект другої межі по тиску для водень-кисневих сумішей, можна чекати також і у парогазових сумішах і вирішили дослідити залежність КМП від тиску для парогазових сумішей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** З літературних джерел [1, 2] з'ясовано, що більшість авторів для проведення експериментальних робіт, пов'язаних з визначенням впливу тиску на КМП полум'я, використовують різні установки й критерії оцінки займистості, хоча існуючі експериментальні установки принципово одна від одної не відрізняються. Розглянуті лабораторні установки для визначення КМП полум'я мають наступні недоліки: різні діаметри й обсяги реакційних посудин; різні форми й матеріал реакційної

посудини; різне розташування джерела запалювання (у верхній, центральній і нижній частині реакційної посудини); різні джерела запалювання - електрична іскра й спіраль та ін. Суперечки, у науковому світі, про найбільш ефективний діаметр реакційної посудини при дослідженні процесів горіння парогазових систем, у яких моделюються середовища, що протікають у технологічному устаткуванні, змусили нас висловити свої зауваження в цій області.

**Постановка завдання та його вирішення.** Традиційно дослідна камера являє собою кварцову циліндричну посудину. При виборі діаметра камери для газових і паро-повітряних сумішей при тиску  $9,8 \cdot 10^4$  Па використана сталість значення критерію Пекле на межі гасіння полум'я [3]:

$$d_{кр} = Pe \frac{RT_0 \lambda_{см}}{U_H C_{p,см} P}, \quad (1)$$

де  $Pe$  - критерій Пекле, що згідно [3], дорівнює приблизно 65;  $R$  - газова стала,  $(\text{см}^3 \cdot \text{кПа})/\text{град}$ ;  $T_0$  - початкова температура суміші,  $\text{K}$ ;  $\lambda_{см}$  - теплопровідність газової суміші,  $\text{кал}/\text{см} \cdot \text{с} \cdot \text{град}$ ;  $U_H$  - нормальна швидкість поширення полум'я для вмісту водню,  $\text{м}/\text{с}$ ;  $C_{p,см}$  - теплоємність суміші,  $\text{кал}/\text{моль} \cdot \text{град}$ ;  $P$  - атмосферний тиск,  $\text{кПа}$ .

Якщо молекулярні маси компонентів суміші не сильно відрізняються одна від одної, застосовується лінійна залежність, що відповідає адитивній теплопровідності суміші [3]:

$$\lambda_{см} = K_1 \lambda_1 + (1 - K_1) \lambda_2, \quad (2)$$

де  $\lambda_1$  й  $\lambda_2$  - коефіцієнти теплопровідності;  $K_1$  і  $K_2$  - мольні частки компонентів.

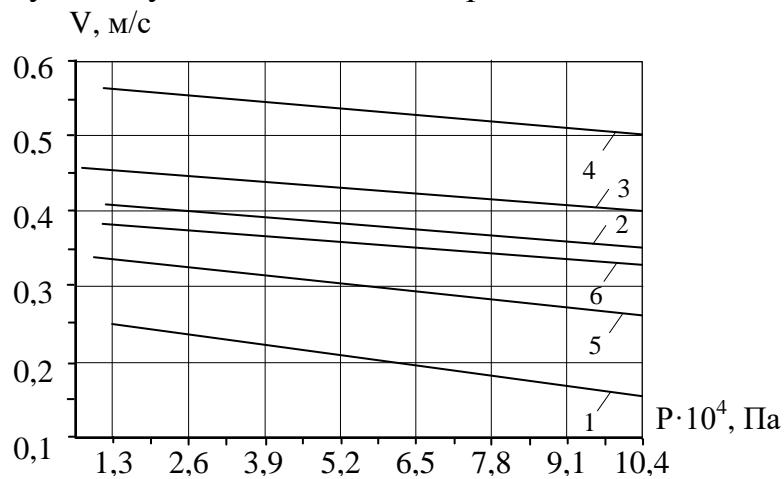
Було враховано, що при великому розходженні молекулярних мас більш точна логарифмічна залежність:

$$\lg \lambda_{см} = \lg \lambda_2 + K_1 (\lg \lambda_1 - \lg \lambda_2); \quad \lambda_{см} = \lambda_1^{K_1} \cdot \lambda_2^{1-K_1}. \quad (3)$$

Підставляючи значення параметрів у рівняння (1), одержали  $d_{кр} = 0,85 \cdot 10^{-2}$  м, що відповідає результатам оцінок по [4].

З рівняння (1) виходить, що критичний діаметр зростає при зменшенні тиску, а з роботи [5] видно, що нормальна швидкість може зростати при зменшенні тиску. Були проведені експерименти по зміні видимої швидкості поширення полум'я в сумішах з областю

спалахування, близькою до критичних меж в інтервалі тисків  $1,25 \cdot 10^4 \div 6,4 \cdot 10^4$  Па в камерах діаметром  $5 \cdot 10^{-2}$ ,  $8 \cdot 10^{-2}$  и  $18 \cdot 10^{-2}$  м, які показали однакові результати. Результати вимірювань видимої швидкості поширення полум'я в сумішах наведені на рис. 1.



**Рис. 1.** Результати вимірів видимої швидкості поширення полум'я в сумішах: 1 - водень-киснева; 2 - ізопропилового спирту; 3 - ацетону; 4 - метанолу; 5 - П-ксилолу; 6 - толуолу.

Аналіз проведених досліджень показав, що отримані результати по вимірюванню видимої швидкості поширення полум'я можливо описувати лінійною залежністю:

$$\frac{x_2 - x_1}{x_2 - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{y_2 - y_1}; \quad (4)$$

де  $M(x_1, y_1), N(x_2, y_2)$  - координати крапок даної прямої.

Для рішення рівняння (4) беремо крапки М и N, що належать масиву експериментальних даних і для кожної з досліджених речовин був побудований графік зміни видимої швидкості поширення полум'я в сумішах з областю спалахування близькою до критичних меж. Одержали рівняння  $y = Ax + B$  з дисперсією  $0,85 \text{ (м/с)}^2$  і середнім відхиленням  $0,93 \text{ м/с}$ .

$$y = 0,27 - 0,0125x.$$

Обробивши, таким чином, всі представлені залежності був отриманий симплекс, що показує, що газові й парогазові суміші при горінні підкоряються одним і тим самим закономірностям, а ефект, що спостерігається у газах, не виключається своїм проявом і для парогазових сумішей.

На розробленій установці [6] і методиці [7] для вивчення критичних умов поширення полум'я в модельних парогазових системах були проведені дослідження інших речовин: ацетону, метанолу, п-ксилолу, толуолу та дихлоретану. Ці дослідження представлені в табл. 1.

Таблиця 1.

Умови поширення полум'я в паро-повітряних системах

№ з/п	Найменування паро-повітряної системи	Запалювання системи, %, об	
		нормальні умови	знижений тиск
1.	Ацетон	2,2	1,9
2.	Метиловий спирт	6,0	1,0
3.	П-ксилол	1,0	0,1
4.	Толуол	1,3	0,34
5.	Дихлоретан	6,2	5,9

**Висновки.** За результатами проведеної роботи виходить, що парогазові системи при знижених тисках, представляють ще більшу небезпеку, що потребує внесення змін в особливості конструкції устаткування та технологічні процеси, проведення оцінки потенційної небезпеки технологічного устаткування, в якому присутні ці системи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Еременко О.Я., Цариченко С.Г., Шебеко Ю.Н., Козлов П.Н.. Экспериментальное исследование горения газовых смесей при давлении ниже атмосферного. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.: Сб. науч. трудов. М.: ВНИИПО, 1984.С.202–204.

2. Кривулин В.Н., Баратов А.Н., Ловачев Л.А., Кудрявцев Е.А. Новая установка для определения пределов воспламенения. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов: Сб. научн. тр. М.: ВНИИПО, 1982. 222 с.

3. Розловский А.И. Научные основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. М.: Химия, 2 изд. перераб.,1980. 346 с.

4. Потехин Т.С., Прохоров Н.С., Терещенко Г.Ф. Управление риском в химической промышленности. //ЖВХО,1990,Т.35.С.421-424.

5. Зельдович Я.Б., Баренблатт Г.И., Либрович В.Б., Махвиладзе Г.М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука. 1980. 478 с.

6. Деклараційний патент на винахід № 31864 А, МПК 6 G 01 N 25/22 Заявл. 10.11.98 № 98115944 Пристрій для експериментального визначення концентраційних меж

розповсюдження полум'я. /Шульга, Луценко, Васильєв, Дерев'янку, Мозговий. Опубл. 15.12.2000; Бюл. № 7-11.

7. ГОСТ 12.1.044. – 89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.