



МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*Всеукраїнської науково-практичної
конференції з міжнародною участю*

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ТА ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ В УМОВАХ СЬОГОДЕННЯ

Львів – 2022

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

- Голова:** **Мирослав КОВАЛЬ** – ректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор педагогічних наук, професор
- Заступники голови:** **Андрій КУЗИК** – завідувач кафедри екологічної безпеки, доктор сільськогосподарських наук, професор
Андрій ЛИН – начальник навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУ БЖД, к.т.н., доцент
- Члени оргкомітету:** **Ігор БРЕГІН** – начальник управління запобігання надзвичайним ситуаціям ГУ ДСНС України у Львівській області;
Петро ГАЩУК – д.т.н., професор, завідувач кафедри експлуатації транспортних засобів та пожежно-рятувальної техніки ЛДУ БЖД;
Сергій ЄМЕЛЬЯНЕНКО, к.т.н., начальник відділу організації науково-дослідної діяльності ЛДУ БЖД;
Андрій КАЛИНОВСЬКИЙ – к.т.н., доцент, начальник кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки НУЦЗ України;
Василь КОВАЛИШИН – д.т.н., професор, завідувач кафедри ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій ЛДУБЖД;
Андрій КУШНІР – к.т.н., доцент, доцент кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Василь ЛУЩ – к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт ЛДУ БЖД;
Ігор МАЛАДИКА – к.т.н., доцент, начальник факультету оперативно-рятувальних сил Черкаського інституту пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля НУЦЗ України;
Борис МИХАЛЧКО – д.х.н., професор, завідувач кафедри фізики та хімії горіння ЛДУ БЖД;
Олег НАЗАРОВЕЦЬ – к.т.н., доцент, заступник начальника кафедри пранаглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Олег ПАЗЕН – к.т.н., начальник кафедри наглядово-профілактичної діяльності та пожежної автоматики ЛДУ БЖД;
Іван ПАСНАК – к.т.н., доцент, заступник начальника навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД з навчально-наукової роботи;
Андрій САМІЛО – к.ю.н., доцент, т.в.о. начальника кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту ЛДУ БЖД;
Тарас ШНАЛЬ – д.т.н., доцент, професор кафедри будівельних конструкцій та мостів НУ «Львівська політехніка»

УДК 614.835

ВОГНЕПЕРЕШКОДЖУВАЧІ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВИРОБНИЧИХ КОМУНІКАЦІЙ НА ОСНОВІ ПРИРОДНИХ ЦЕОЛІТІВ

Ференц Н.О., кандидат технічних наук, доцент,

Керод І.Б.

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Вагомою причиною виникнення небезпечних аварій та пожеж на виробництві є відсутність надійних систем запобігання і локалізації аварій. Це спричиняє прогресуючий розвиток пожеж – розлив рідин, виникнення нових осередків горіння, вибухів, що значно збільшує тривалість гасіння, а іноді і взагалі не дає можливості вести боротьбу з вогнем.

В технологічних апаратах і виробничих комунікаціях хімічної, газової, нафтохімічної, вугільної та інших галузей промисловості з метою локалізації горіння на певній ділянці технологічної схеми, запобігання поширення полум'я використовують сухі вогнеперешкоджувачі. Такі пристрої захищають виробничі комунікації, якими переміщуються газо-пароповітряні вибухопожежонебезпечні суміші. Дія вогнеперешкоджувачів базується на гасінні полум'я в вузьких каналах, через які вільно проходить горюча суміш і продукти горіння, а полум'я, розділене на дрібні потоки, поширюватися не може.

За принципом будови вогнеперешкоджувачі можуть бути: сітчастими, стрічковими, або пластинчастими, щілиноподібними, з насадкою із гранульованого або пористого матеріалу, рідинні запобіжні затвори.

Аналіз даних про вогнеперешкоджувачі, які експлуатуються у виробництві показав, що основним їх недоліком є низька вогнестійкість. Тривалість захисної дії промислових серійних вогнеперешкоджувачів (0,1...0,3 год) недостатня для ліквідації аварійної ситуації.

Мета роботи – удосконалення вогнеперешкоджувачів для протипожежного захисту технологічних апаратів та трубопроводів шляхом використання в якості насадки природних цеолітів.

Конструктивні елементи вогнеперешкоджувача повинні витримувати силові навантаження, які виникають при розповсюдженні полум'я і тиск, на який розрахований пристрій [1, 2]. Вони не повинні деформуватися при локалізації полум'яного горіння протягом часу, який рівний часу збереження працездатності при дії полум'я. При використанні у вогнеперешкоджувачі в якості полум'ягасильного елемента гранульованого матеріалу гранули повинні мати кулеподібну чи близьку до неї форму. Вони повинні бути з жароміцних і корозійностійких матеріалів. Максимальна температура поверхні корпусу вогнеперешкоджувача, який розташовується в горючому середовищі (горючі гази, пара, пил), повинна бути не менше ніж на 20 % нижча від температури самозаймання вказаних горючих речовин.

З урахуванням вказаних вимог запропоновано в якості насадки використовувати природні цеоліти Сокирницького родовища (Закарпатська обл.).

Застосування природних цеолітів для підвищення рівня пожежної безпеки зумовлено їх фізико-хімічними властивостями. Цеоліти – алюмосилікати, які містять оксиди лужних і лужноземельних металів і характеризуються впорядкованою регулярною структурою пор, в кристалічній ґратці цеолітів знаходяться молекули води, яка вилучається при нагріванні [3].

Цеоліти мають високу теплоємність, що дає можливість використовувати їх як охолоджувальний агент. Цеолітова порода легко піддається механічній обробці – розмелюванню, розсіюванню на фракції, пресуванню, формуванню, що дає можливість створити різноманітні технічні форми.

Рентгенофазові дослідження природних цеолітів показали, що цей матеріал складається в основному з клиноптилоліту ($d/n=0,898; 0,395; 0,296$ нм), невелика інтенсивність дифракційних максимумів $d/n=0,334; 0,245; 0,228; 0,181$ нм вказує на незначний вміст кварцу (SiO_2). Середня густина цеолітової породи $1780\text{...}1900$ кг/м³, пористість – $21,4\text{...}27,5$ %, водопоглинання – $11\text{...}13$ %, міцність на стиск – $45\text{...}75$ МПа. За результатами хімічного аналізу, природний цеоліт має такий склад, мас. %: SiO_2 – 68,72; Al_2O_3 – 13,45; Fe_2O_3 – 1,63; CaO – 2,64; K_2O – 4,21; Na_2O – 2,35.

Аналіз мікроструктури цеолітової породи (збільшення у 10000 раз) показав, що їй властива пориста структура з виразною просторовою орієнтацією. Кристали основного мінералу – клиноптилоліту мають пластичний габітус, незважаючи на те, що він належить до каркасних алюмосилікатів, тобто його структура тривимірна із системою каналів і вікон. Невідповідність форми кристалів структурі клиноптилоліту спричинена неоднорідністю хімічних зв'язків на певних кристалографічних напрямках. В кінцевому це призводить до утворення в його структурі слабозв'язаних алюмоокисневих шарів та проявляється у вигляді пластинчастих кристалів і спайності.

Поведінка природних цеолітів в процесі зростання температури до 1000°C вивчалась з допомогою диференційно-термічного методу аналізу. При нагріванні цеолітової породи в температурному інтервалі до 200°C відбувається вилучення фізично зв'язаної води із гідрослюдистих мінералів. В цьому ж температурному інтервалі починається вилучення і цеолітної води клиноптилоліту, яке завершується при температурі 530°C . Процеси дегідратації мінералів цеолітових порід є плавним і не супроводжуються руйнуванням структури.

Розрахунковим параметром вогнеперешкоджувачів є критичний канал полум'ягасильного елемента – мінімальний діаметр каналу полум'ягасильного елемента, через який може поширюватися полум'я стаціонарної парогазової суміші, його розраховували за формулою:

$$\delta_{кр} = \frac{Pe_{кр} \cdot R \cdot (t_p + 273) \cdot \lambda_c}{u_n \cdot C_{p,c} \cdot P_p},$$

де: $\delta_{кр}$ – критичний діаметр каналів сухого вогнеперешкоджувача [м];
 t_p – початкова (робоча) температура горючої суміші, [°C];
 P_p – початковий (робочий) тиск горючої суміші, [Па];
 R – питома газова стала горючої суміші, [Дж/кг·K];
 u_n – нормальна швидкість поширення полум'я, [м/с];
 λ_c – коефіцієнт теплопровідності горючої суміші, [Вт/(м·K)];
 $C_{p,c}$ – коефіцієнт теплоємності горючої суміші, [Дж/кг·K].

Розраховано критичні діаметри полум'ягасильних каналів насадки із цеолітової породи для різноманітних парогазоповітряних повітряних сумішей: етаноповітряних, метаноповітряних, бензиноповітряних, бензолповітряних та пропаноповітряних, що становить діаметр каналу змінюється в межах 2,2..5,1 мм.

Таким чином, в роботі доведена ефективність використання в якості полум'ягасильного елемента вогнеперешкоджувачів природних цеолітів Сокирницького родовища.

Література

1. Резервуари вертикальні циліндричні сталеві для нафти та нафтопродуктів: ДСТУ Б В.2.6–183:2011. [Чинний з 01.010.2012]. Київ: УкрНДІпроектстальконструкція, 2011. 31 с.
2. Ференц Н.О., Павлюк Ю.Е. (2018). Вогнеперешкоджувачі на основі відходів цеолітних каталізаторів типу «Цеосор А». Пожежна безпека, (32), 69-73.
3. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. М.: Мир, 1976. 784 с.