

Список літератури:

1. Баланюк В.М., Марусяк Ю. М., Аерозольно-порошкове пожежогасіння. // Матеріали ІІ науково – практичної конференції «Техногенна безпека: теорія, практика, інновації». Зб. тез міжнар. Наук. – практ. Конф. ЛДУ БЖД, 2011. -176с.
2. Баланюк В.М., Грималюк Б.Т., Кіт Ю.В., Левуш С.С. Вплив газової фази на ефективність вогнегасних аерозолів // Вісник НУ «Львівська політехніка». – 2004. – №497. – С 102-104.
3. Баланюк В.М., Грималюк Б.Т. Метод пошуку ефективних вогнегасних аерозольотворюючих складів // Пожежна безпека. – 2005. – №6. С. 113-116.
4. Цапко Ю.В., Соколенко К.І., Ліхновський Р.В., Баланюк В.М. Деякі аспекти дослідження інгібувальної здатності аерозолу. // Матеріали VIII всеукраїнської науково – практичної конференції рятувальників. «Проблеми зниження ризику Виникнення надзвичайних ситуацій в Україні». Київ. Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України, 2006. – С. 274-276.
5. Жартовський В.М., Откідач М.Я., Цапко Ю.В., Тропінов О.І. Дослідження з визначення вогнегасної ефективності сумішей інгібіторів горіння та інертних розріджувачів // Науковий вісник. – 2003. – №2. – С. 5-10.
6. Баланюк В.М., Грималюк Б.Т. Дослідження впливу інертних розріджувачів на ефективність вогнегасних аерозолів // Пожежна безпека. 2005. – №5. – С. 113-116.
7. Регламент робіт з вогнезахисту. Суміш просочувальні ДСА – 1 та ДСА –2 для поверхневої вогнебіозахисної обробки деревини, згідно з ТУ У 13672 801 -002-1999 зі зміною №1.

Баланюк В.М, Копистинський Ю.О., Лавренюк О.І.

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АКУСТИЧНОЇ УДАРНОЇ ХВИЛІ ДЛЯ АЕРОЗОЛЬНОГО ПОЖЕЖОГАСІННЯ

В роботі наведено методику та розглянуто результати експериментів з вогнегасним аерозолем при додатковій дії на вогнегасну аерозольову речовину акустично-ударної хвилі. Розглянуто принцип підвищення ефективності аерозольного гасіння за допомогою акустичної ударної хвилі. Також в статті наведені методика проведення експерименту та експериментальні дані із визначенням вогнегасної концентрації аерозолу при дії акустично-ударної хвилі та без неї, з яких випливає, що при застосуванні акустично-ударної хвилі на вогнегасного аерозолу суттєво підвищується ефективність гасіння вогнегасної речовини.

Ключові слова: акустична ударна хвиля, аерозолева вогнегасна речовина, ударна хвиля, піротехнічний заряд, система аерозоль – полум'я.

Постановка проблеми. Визначення ефективності аерозольних вогнегасних засобів при додатковій дії на вогнегасну аерозольову речовину акустично-ударної хвилі є актуальним питанням на фоні зростаючих запитів щодо ефективності вогнегасних засобів. Оскільки аерозольне гасіння з допомогою акустично-ударної хвилі є принципово новим способом гасіння, то актуальним є питання вогнегасної

ствинності запропонованого способу в різних умовах при гасінні горючих тіл, твердих горючих речовин та горючих газів.

Припинення будь-якого горіння відбувається через сумісний вплив на процес горіння таких факторів як інгібування, флегматизація, охолодження компонентами аерозольної вогнегасної речовини.

Підвищення ефективності аерозольного гасіння можна досягнути через вплив зовнішніх факторів, які порушуватимуть баланс тепломасообміну між полум'ям та аерозолем. Одним з таких факторів є акустично – ударні хвилі, які створювані на ділянку з полум'ям. Вплив акустично-ударних хвиль на вогнегасний ефект аерозолів є мало дослідженим і для з'ясування механізму цього впливу необхідно розглянути взаємодію акустично-ударної хвилі, аерозольної вогнегасної речовини та полум'я.

Виклад основного матеріалу: В роботі [1] розглянуто вплив акустичної ударної хвилі (АУХ) на процес гасіння аерозолевої вогнегасної речовини. Визначення ефективності застосування комбінації аерозолевої вогнегасної речовини та ударної хвилі є недослідженим, а інформація про кількісні значення вогнегасної ефективності такої взаємодії в літературних джерелах – відсутня. Для визначення вогнегасної ефективності запропонованого способу гасіння було розроблено методику визначення ефективності взаємодії акустичної ударної хвилі та аерозолевої вогнегасної речовини при гасінні.

Ударні хвилі виникають при вибухах, детонації, надзвукових рухах тіл, блискавках, електричних розрядах і т. д. [2]. Ударна хвиля – тонка перехідна область, що поширюється з надзвуковою швидкістю, в якій відбувається різке збільшення щільності, тиску і швидкості речовини. Наприклад при вибуху пухової речовини утворюються високонагріті продукти вибуху, що мають велику щільність і є під високим тиском. Продукти вибуху, що розширюються, стискають навколишнє повітря, причому, в кожен момент часу стисненням займається лише повітря, що є в певному об'ємі, поза цими межами повітря розширюється в нестисненому стані. З часом об'єм стисненого повітря зростає. Поверхня, яка відділяє стиснене повітря від нестисненого, і є ударною хвилею, або фронтом ударної хвилі [2]. При проходженні газу через ударну хвилю його параметри змінюються дуже різко і в дуже вузькій області. Товщина фронту ударної хвилі має порядок довжини вільного пробігу молекул, проте при певних теоретичних дослідженнях можна нехтувати такою малою товщиною і з великою точністю замінити фронт ударної хвилі поверхнею розриву, вважаючи, що при проходженні через неї параметри газу змінюються.

Враховуючи, що акустична ударна хвиля призводить до різкої зміни параметрів середовища, існує ймовірність, як було вказано в роботі [3], що такі зміни спричинять порушення балансу матеріально-енергетичного стану системи аерозольна вогнегасна речовина – повітря – полум'я, якщо на шляху руху буде перебувати полум'я. Відомо, (рівняння Арреніуса) що будь-яке збільшення від області стехіометрії призведе до підвищення енергії активації реакції горіння, яке значно ускладнить ініціювання горіння в горючій системі. Ім цього, дія АУХ однозначно спричинить руйнування структури

дифузійного полум'я і власне кільцевої зони запалювання. Після руйнування структури полум'я в зону горіння проникне набагато більше вогнегасної аерозолевої речовини, що теоретично повинно призвести до підвищення ефективності гасіння. Зрозуміло, що вплив на ефективність гасіння буде чинити також відстань від джерела акустичних ударних хвиль до полум'я. Для підтвердження думки про позитивний вплив на ефективність гасіння акустичної ударної хвилі нами було проведено серію експериментів із визначення вогнегасної концентрації при дії акустичної ударної хвилі та без неї. Для цього було розроблено методику, опис якої наведено нижче.

Методика проведення експерименту із визначення ефективності впливу ударної хвилі на вогнегасну ефективність аерозолевої речовини.

Експериментальні дослідження виконували в такій послідовності:

1. В камері підпалювали гептан в металевому тиглі. Час вільного горіння становив 20 секунд.

2. Через зазначений час електричним джерелом запалювання підпалювали аерозольотворювальний заряд.

3. Через 20 секунд підпалювали піротехнічний заряд.

4. Після проходження акустичної ударної хвилі фіксували тривалість горіння та реєстрували результат – гасіння гептану чи продовження горіння. Якщо тривалість горіння перевищувала значення 2 с, дослід повторювали із більшою концентрацією аерозолевої вогнегасної речовини; у випадках, коли тривалість горіння була меншою за 2 с, повторювали дослід із меншою масою АУС. Таким чином, за результатами серії дослідів визначали масу АУС при спалюванні якої, тривалість горіння гептану становила не більше 2с.

Попередніми дослідями було встановлено, що на МВК не впливає тривалість горіння гептану до моменту вигорання в атмосфері без аерозолію.

На підставі відомих мінімальних вогнегасних концентрацій розраховані маси АУС, які б створювали в камері концентрації нижчі на 50% від мінімальної вогнегасної концентрації $3,5 \text{ г/м}^3$. Для проведення експерименту було обрано два види аерозольотворювальних сумішей – відому аерозольотворювальну суміш з генератора АГС російської фірми «Граніт саламандра» та запатентований в Україні аерозоль утворювальний склад Багр-1 [4].

Перша серія дослідів передбачала дослідження ефективності системи полум'я – аерозольна вогнегасна речовина із змінною концентрацією, акустично-ударна хвиля потужністю приблизно 70 Дб, яка утворювалась при вибуху піротехнічного заряду згідно з ДСТУ 4105-2002 та розташуванням джерела акустично-ударної хвилі на рівні, під полум'ям та над полум'ям.

В першу чергу досліджувалась вогнегасна ефективність системи аерозоль – полум'я – акустично-ударна хвиля, при розташуванні джерела акустично-ударної активації на рівні полум'я. Мінімальну вогнегасну масу заряду M_m АУС знаходили за вищеописаною методикою. Мінімальна кількість експериментів для отримання середнього значення досліджуваної величини становила не менше трьох. При погкій відтворюваності результатів число експериментів було збільшено до п'яти.

Усереднені результати залежності концентрації аерозолевої вогнегасної речовини від дії акустично-ударної хвилі на різних рівнях розташування наведені в таблицях 1, 2, 3. Мінімальна вогнегасна концентрація для АУС «Багр-1» становить 3,5 г на об'єм 175 . Мінімальна вогнегасна концентрація ерозольотворювального складу Багр-1 на 1м^3 – 20 г. В подальших експериментах будемо виходити з умови, що МВК для Багр -1 становить – 20 г.

Таблиця 1

Вогнегасна ефективність аерозольної вогнегасної речовини під дією акустично-ударної хвилі при розташуванні джерела хвилі на рівні полум'я при потужності (P_0) акустично-ударної хвилі 70 Дб

№	М, Маса АУС, г.	Гасіння з ударною хвилею	Гасіння без ударної хвилі
1	Без АУС	-	-
2	2,5	-	-
3	2,7	-	-
4	2,9	+	-
5	3,1	+	-
6	3,3	+	+, час – 5с.
7	3,5	+	+, час – 1с.

Таблиця 2

Вогнегасна ефективність аерозолевої вогнегасної речовини під дією акустично-ударної хвилі при розташуванні джерела хвилі вище полум'я, при потужності (P_0) акустично-ударної хвилі 70 Дб

№	Маса АУС, г.	Гасіння з ударною хвилею
1	Без АУС	відсутнє
8	2,7	відсутнє
9	2,9	відсутнє
10	3,1	відсутнє
11	3,3	Гасіння відбулось
12	3,5	Гасіння відбулось

Таблиця 3

Вогнегасна ефективність аерозольної вогнегасної речовини під дією акустично-ударної хвилі при розташуванні джерела хвилі нижче полум'я при потужності (P_0) акустично-ударної хвилі 70 Дб

№	Маса АУС, г.	Гасіння з ударною хвилею	Примітка
1	Без АУС		
5	1,9	відсутнє	Нестійке горіння,
6	2,3	відсутнє	Нестійке горіння,
7	2,5	відсутнє	Об'єм полум'я стає більшим
8	2,7	Відбулось гасіння	
9	2,9	Відбулось гасіння	

Більша ефективність спостерігалась у випадку розташування джерела акустичної ударної хвилі під полум'ям, при цьому вогнегасна концентрація становила 2,7 г на об'єм камери, або $15,42 \text{ г/м}^3$. Мінімальна вогнегасна концентрація без дії акустичної ударної хвилі становить 3,5 г на 175 л, або 20 г/м^3 . Порівнявши ці два значення слід зазначити, що вогнегасна ефективність при використанні акустичної ударної хвилі підвищилась на 22,9 %. При розташуванні джерела акустичної хвилі вище підвищення ефективності майже не спостерігалось і вогнегасна концентрація при цьому становила 3,3 г, або $18,85 \text{ г/м}^3$. Різниця в 1,15 г є мінімальною та найменшою з усіх трьох дослідів. Така невисока ефективність порівняно з попереднім дослідом може бути обумовлена тим, що акустична ударна хвиля діє на полум'я згори та не сприяє його відриву, а навпаки, набігаючий скачок тиску зверху на полум'я призводить до збільшення його об'єму в просторі. Заслуговують уваги досліди, які проводились з джерелом акустичних ударних хвиль, яке було розташовано на одному рівні з полум'ям. Як засвідчують результати експерименту (Табл. 1), вогнегасна концентрація в цьому випадку становить 2,9 г на об'єм камери, або $16,57 \text{ г/м}^3$, що майже на рівні результатів з джерелом під полум'ям, де значення концентрації було $15,42 \text{ г/м}^3$. Розташування джерела акустичної ударної хвилі розширює область застосування запропонованого способу гасіння без значного зниження вогнегасної ефективності.

Висновок. Ефективність розглянутого методу гасіння залежить від відстані до вогнища (L , м), потужності ударно-акустичної хвилі (P_a), та концентрації аерозолевої речовини (C_a).

Застосування акустичної ударної хвилі є найбільш ефективним при розташуванні джерела хвилі під полум'ям та на одному рівні з полум'ям. При цьому відповідно мінімальні вогнегасні концентрації становили $15,42 \text{ г/м}^3$ та $16,57 \text{ г/м}^3$.

Список літератури:

1. Копистинський Ю.О., Баланюк В.М., Лавренюк О.І., Вплив звукових ударних хвиль на дисперсні системи. Пожежна безпека, 2010, №17, 180 – 183.
2. Зельдович Я.Б., Райзер С.А., Осинів А.И. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. 2 изд., М., 1966.
3. Копистинський Ю.О., Баланюк В.М., Лавренюк О.І. Підвищення ефективності гасіння аерозолевої речовиною на основі неорганічних солей калію ударною хвилею // матеріали II міжнародної науково-практичної конференції. – Львів, 2011. – С. 49-50.
4. Деклараційний патент № 7773. Україна. МПК 7A62D1/06. Аерозолеутворювальний твердопаливний склад для гасіння пожежі / Баланюк В.М.- Заяв. 26.10.2004, № 20041008735, Опубл. 15.07.2005, Бюл. №7. – 2 с.