

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗОВНІШНІХ ТЕРМІЧНИХ ДІЙ НА ПІРОТЕХНІЧНІ ВИРОБИ НА ОСНОВІ МЕТАЛІЗОВАНИХ СУМІШЕЙ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ТА ТРАНСПОРТУВАННІ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Оксана КИРИЧЕНКО, д-р техн. наук, професор, професор кафедри пожежно-профілактичної роботи

Євгеній ШКОЛЯР, канд. психол. наук, викладач кафедри пожежно-профілактичної роботи

В'ячеслав ВАЩЕНКО, д-р техн. наук, професор

Євгеній КИРИЧЕНКО, доктор філософії

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля

Національного університету цивільного захисту України

Назарій КОЗЯР, канд. техн. наук, докторант докторантури

Національний університет цивільного захисту України

Досліджено властивості піротехнічних виробів різного призначення (сигнальні та трасувальні засоби, піротехнічні спалахувачі, елементи ракетно-космічної техніки тощо) на основі багатокомпонентних ущільнених сумішей з порошків металевих палих (магнію, алюмінію, алюмінієво-магнієвих сплавів (ПАМ) та інших), нітратовмісних окиснювачів (нітратів лужних та лужноземельних металів тощо) і добавок різних органічних (парафіну, стеарину, нафталіну, антрацену, уротропіну, ідиолу тощо) та неорганічних речовин (фторидів металів тощо) [1-4].

Встановлено, що під час зберігання та транспортування вони можуть піддаватись інтенсивним зовнішнім термічним впливам (наприклад у разі пожеж у складських приміщеннях, де зберігаються вироби, загоряння близько розташованих легкозаймистих об'єктів, у зонах бойових дій тощо), внаслідок чого відбувається передчасне займання зарядів сумішей, що призводить до руйнування виробів з утворенням високотемпературних продуктів згоряння (до 3000...4000 К), які розлітаються у різні боки та мають пожежну небезпеку для навколишніх об'єктів (паливно-мастильних матеріалів, дерев'яних будівель, пускових установок з обслуговуючим персоналом тощо) [1-4].

Розроблено математичні моделі зовнішніх термічних впливів на поверхню зарядів нітратно-металізованих сумішей з добавками органічних та неорганічних речовин для піротехнічних виробів різного призначення в умовах зберігання або транспортування, які враховують геометричну форму зарядів (плоскі пластини, циліндричні стрижні та напівсферичні елементи); термомеханічні властивості та технологічні параметри суміші; температурні залежності теплофізичних властивостей сумішей.

Проведено розрахунки розподілів температури у зарядах сумішей та визначено критичні значення зовнішнього теплового потоку та часу його дії, перевищення яких призводить до передчасного займання зарядів сумішей, вибухового розвитку їх горіння та насамкінець до пожежонебезпечного руйнування піротехнічних виробів і навколишніх об'єктів [5-7].

Уточнено математичні моделі зовнішніх термічних впливів на заряди піротехнічних нітратно-металізованих сумішей в умовах їх зберігання або транспортування через врахування: геометричної форми заряду суміші (плоскі пластини, циліндричні стрижні, напівсферичні елементи); термомеханічних властивостей та технологічних параметрів сумішей; температурних залежностей теплофізичних властивостей сумішей (об'ємної теплоємності та коефіцієнта

теплопровідності), що дало змогу більш точно (відносну похибку знижено до 6...8 % замість 10...12 % – у моделей) розраховувати розподіл температур у заряді суміші.

Унаслідок проведених теоретико-експериментальних досліджень зовнішніх термічних впливів на поверхню зарядів сумішей отримано такі нові результати: під час зростання зовнішнього теплового потоку від $1,9 \cdot 10^5$ Вт/м² до $3,6 \cdot 10^6$ Вт/м² температура поверхні заряду (максимальна температура за поверхневого нагрівання суміші) зростає у 5...6 разів за часу термічного впливу $t = 40...50$ с, а у разі $t = 60...70$ с відбувається вже різке зростання температури (у понад 10...20 разів).

Розроблено науково-обґрунтований метод, який дає можливість з відносною похибкою 6...8 % визначати критичні значення параметрів зовнішніх термічних дій (теплових потоків, часу їх дії), перевищення яких призводить до передчасного займання зарядів сумішей та пожежовибухонебезпечного спрацьовування піротехнічних виробів у разі їх зберігання або транспортування [5-7].

Це дає змогу через використання необхідних технологічних рекомендацій, а також засобів контролю запобігати зазначеним небезпечним ситуаціям.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи пожежної безпеки піротехнічних нітратовмісних виробів в умовах зовнішніх термовпливів / О. В. Кириченко, П. С. Пашковський, В. А. Ващенко, Ю. Г. Лега. Київ : Наукова думка, 2012.

2. Фатєєв В. М., Приходько Ю. П., Таборов Л. І. Піротехніка : курс лекцій. Київ : Наукова думка, 2017, 470 с. 5. Kyrychenko Ie., Diadiushenko O, Kyrychenko O, Dibrova O. Investigation of the Regularities of the Influence of Technological Factors and External Conditions on the Temperature and Content of Condensed Products Oxide-Containing Mixtures. 2022. № 334. С. 115–123.

3. Марич В. М., Ревуцький А. В., Гук Р. І. Забезпечення безпеки у виробництвах, де використовується магній та його сплави. Пожежна та техногенна безпека. Теорія, практика, інновації. Матеріали міжнар. наук.-практич. конференції, Львів, 20–21 жовт. 2016 р. Львів : ЛДУ БЖД, 2016. С. 316–318

4. V. V. Kovalyshyn, V. M. Marych, Y. M. No- vitskyi, B. M. Gusar, V. V. Chemetskiy, and O. L. Mirus, "Improvement of a discharge nozzle damping attachment to suppress fires of class D", Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, no. 5 (95), pp. 6876, 2018.

5. Є. П. Кириченко, В. В. Ковалишин, В. М. Гвоздь, В. А. Ващенко, С. О. Колінь- ко, та В. В. Цибулін, «Дослідження механізму та розробка моделі розвитку процесу горіння піротехнічних сумішей металеве пальне + оксид металу при зовнішніх термічних діях», Вісник Черкаського державного технологічного університету, № 4, с. 68-82, 2021.

6. Є. Кириченко, В. Гвоздь, В. Ващенко, О. Кириченко, та О. Дядюшенко, «Попередження передчасного спрацьовування піротехнічних виробів на основі сумішей з порошків магнію, алюмінію та оксидів металів в умовах зовнішніх термічних дій», Цивільний захист та пожежна безпека, № 2 (12), с. 122-130, 2022.

7. Є. П. Кириченко, «Методика визначення критичних значень параметрів зовнішніх термічних дій на піротехнічні металооксидні вироби в умовах експлуатації», Вісник Черкаського державного технологічного університету, № 2, с. 53-63, 2022.