

В. В. Ковалишин, д-р техн. наук, професор, В. М. Марич, О. Л. Мірус, канд. хім наук, доцент, Р.Я. Лозинський, канд. техн. наук, доцент, Б. М. Гусар, М. Я. Бортник
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ВПЛИВ НАСАДОК-ЗАСПОКОЮВАЧІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСІВ D1

Проведено аналіз стану вирішення проблем гасіння пожеж на об'єктах з використанням магнію та визначені шляхи підвищення ефективності їх протипожежного захисту. Пожежі класу D, як правило, породжують пожежі класу А і В. Можуть виникати спочатку пожежі ЛЗР або твердих горючих матеріалів, а потім пожежі легких металів, які потребують комбінованих способів гасіння, при цьому треба враховувати високу температуру горіння магнію. Розроблена лабораторна методика дослідження розпилювача-заспокоювача з гасіння сплавів магнію. Розроблена його конструкція. Встановлено, що найкращі результати з подавання порошку на об'єкт гасіння дають дифузори з діаметром 16 мм, розміщені на відстані 1 см від дна заспокоювача.

Ключові слова: насадка-заспокоювач, пожежі легких металів, гасіння пожежі магнію, оптимальний тиск, оптимальна відстань.

V. V. Kovalyshyn, V. M. Marych, O. L. Mirus, R. Ya. Lozynskyi, B. M. Gusar, M. Ya. Bortnyk

EFFICIENCY OF USING SPRAYING NOZZLE WITH STABILIZER DURING EXTINGUISHING CLASS D1 FIRES

The problem of fire fighting at the objects with the use of magnesium has been analyzed. The ways to increase the effectiveness of fire protection of such objects is carried out. Class D fires often proceed to class A and class B fires. Burning of highly inflammable liquids and solid flammable materials may arise and lead to burning of light metals that require combinational methods of extinguishing. During the process of fire-extinguishing high combustion temperature of magnesium must be taken into account. The laboratory procedure for the spraying nozzle examination has been developed. This nozzle can be used for extinguishing fires of magnesium splens. The construction of the nozzle has been developed. During the tests diffusers with a diameter of 16 mm, located at a distance of 1 cm from the stabilizer, has showed the best results in the powder application on the object.

Key words: spraying nozzle with stabilizer, light metal fires, extinguishing of magnesium fire, optimal pressure, optimal distance.

Вступ.

В умовах дефіциту магнію також актуальною є завдання більш раціонального використання наявних ресурсів металу, скорочення втрат його на всіх етапах переробки та використання. Наприклад, більш ефективно може бути використаний вторинний магнієвий сплав типу МА9С6 для легування алюмінієвих сплавів замість первинного металу. Ефективним є пряме використання відходів з магнієвих сплавів у вигляді брикетів стружки замість чушкового металу, наприклад, для десульфурзації або модифікування чавуну, виробництва модифікаторів типу залізо-кремній-магній [1, 2].

Використання магнію в апаратах космічної та авіаційної техніки, автомобілебудуванні, різних агрегатах і відповідальних приладах ставить особливі вимоги до технології виробництва литва з магнієвих сплавів. Потреба народного господарства в магнії і магнієвих сплавах значно перевищує їх виробництво. Це ставить перед металургами, технологами та розробниками завдання підвищення якості лиття, використання брукхту та стружки, створення безвідходних і маловідходних технологій виробництва. Загострюються питання екології [1].

Необхідність підвищення рівня пожежної безпеки об'єктів електроенергетики та виробництва магнію пов'язана з їхнім комплексним захистом.

Як правило, чистих пожеж класу D не трапляється. Можуть виникати спочатку пожежі ЛЗР або твердих горючих матеріалів, а потім пожежі легких металів, які потребують комбінованих способів гасіння, при цьому треба враховувати високу температуру горіння магнію. При подачі вогнегасної речовини під високим тиском магній та його сплави розбризкуються та збільшують площу горіння. Необхідно дослідити способи подачі вогнегасних порошків, зважаючи на особливості горіння магнію.

Мета роботи. Метою роботи є дослідження засобів подачі вогнегасного порошку для гасіння сплавів магнію та розробка оптимальної їх конструкції.

Викладення основного матеріалу

При гасінні вогнегасними порошками відбувається розпорошення порошку в об'ємі. А при горінні сплавів легких металів, в тому числі і магнію, необхідно поверхню горіння накрити вогнегасним порошком та ізолювати горючий метал і не дати розповсюдитись горінню по площі. Для того, щоб порошок не розпорошувався, використовують різного типу насадки-заспокоювачі [3, 4].

Методика проведення експериментів

Алгоритм дослідження при розробці насадки-заспокоювача: визначення оптимального тиску при подаванні порошку через заспокоювач – визначення оптимальної відстані насадки від дна заспокоювача – дослідження діаметра та форми насадки – виготовлення оптимальної конструкції заспокоювача – гасіння макетної пожежі.

Головними критеріями кращого вибору є маса порошку, яка потрапить на об'єкт гасіння, та час подавання порошку [5].

З метою визначення оптимальної конструкції насадки проведемо дослідження в полігонних умовах без гасіння магнієвих сплавів з визначення кількості потрапляння порошку на об'єкт гасіння.



Рисунок 1 – Алгоритм дослідження при розробці насадки-заспокоювача

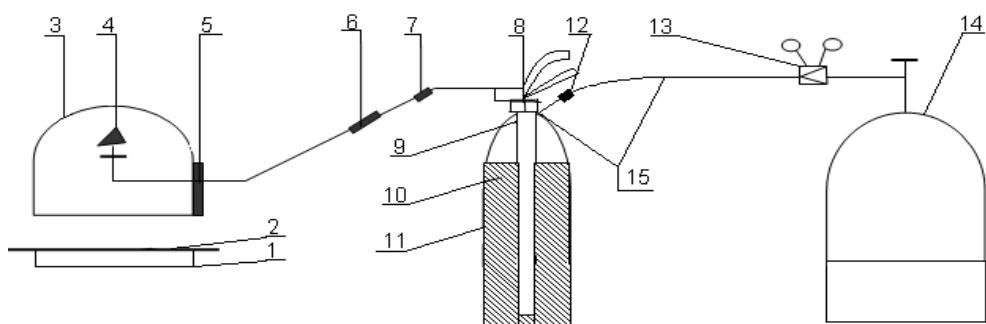


Рисунок 2 – Схема установки для дослідження параметрів насадки-заспокоювача:
 1 – вага; 2 – квадратне деко 0,4x0,4 м для збору порошку; 3 – корпус заспокоювача; 4 – насадка;
 5 – пристрій для переміщення насадки з трубкою в корпусі; 6 – рукоятка; 7 – штуцер;
 8 – запірно-пусковий пристрій вогнегасника; 9 – сифонна трубка; 10 – порошок; 11 – корпус вогнегасника;
 12 – штуцер для повітряного шланга; 13 – редуктор з манометрами; 14 – балон з повітрям;
 15 – шланги

Експеримент в лабораторних умовах пропонуємо проводити за такою методикою:

- перевірити цілісність шлангів і трубок зовнішнім оглядом;
- засипати в корпус вогнегасника 1 кг вогнегасного порошку;
- зібрати установку для визначення потрапляння вогнегасного порошку на об'єкт гасіння умовного горіння магнію або подібних речовин (рис. 2);
- встановити відповідну насадку на досліджуваній відстані від дна корпусу заспокоювача;
- під'єднати балон з повітрям через шланг до вогнегасника;
- з'єднати насадку-заспокоювач з вогнегасником;
- відкрити вентиль балона з повітрям;
- налаштувати редуктор на відповідний тиск ;
- одягнути засоби індивідуального захисту (респіратор протипиловий);
- спрямувати заспокоювач на центр квадратного дека з висоти 0,35-0,37 метра;
- натиснути на важіль вогнегасника і тримати до повного виходу вогнегасного порошку з його корпусу;
- зважити порошок, який потрапив на поверхню умовного вогнища (2);
- зважити залишок в корпусі вогнегасника;
- результати гасіння занести в табл. 1-4.

Кожний дослід проводиться 3 рази. Результати дослідів, які відрізняються більше ніж на 15%, до уваги не беруться. Для визначення ефективності насадки-заспокоювача потрібно провести дослідження за 3-ма показниками: час подавання та тиск, при якому здійснюється подавання вогнегасного порошку; відстань від днища заспокоювача до насадки виходу вогнегасного порошка; діаметр насадки на виході.

Таблиця 1

Визначення параметрів подавання порошку з відстані насадки до дна заспокоювача 4 см, при діаметрі насадки 10 мм та тиску подавання порошку 0,2 МПа

1.	Р (тиск)	0,2МПа	0,2МПа	0,2МПа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	1,21	1,23	1,20	1,21	0,02	1,7
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,800	0,815	0,810	0,808	0,007	0,87
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V_m , кг/с				$1,12 \cdot 10^{-2}$		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0.140	0.135	0.125	0.133	0,007	5,23



Рисунок 3 Проведення експерименту з випробування насадки-заспокоювача

Таблиця 2

Визначення параметрів подавання порошку з відстані від насадки до дна заспокоювача 4 см, при діаметрі насадки 10мм та тиску подавання порошку 0,6МПа

1.	Р (тиск)	0,6МПа	0,6МПа	0,6МПа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,57	0,58	0,7	0,62	0,08	12,9
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,650	0,655	0,615	0,64	0,015	2,34
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _м , кг/с				1,72×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,080	0,070	0,072	0,074	0,006	8,1

Таблиця 3

Визначення параметрів подавання порошку з відстані від насадки до дна заспокоювача 4 см, при діаметрі насадки 10мм та тиску подавання порошку 1МПа

1.	Р (тиск)	1МПа	1МПа	1МПа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,30	0,33	0,31	0,313	0,017	5,431
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,520	0,515	0,510	0,515	0,005	0,97
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _м , кг/с				2,74×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,034	0,0380	0,037	0,036	0,002	5,56

Таблиця 4

Визначення параметрів подавання порошку з відстані від насадки до дна заспокоювача 4 см, при діаметрі насадки 10мм тп тиску подавання порошку 1,4МПа

1.	Р (тиск)	1,4МПа	1,4МПа	1,4МПа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,27	0,26	0,25	0,26	0,01	3,85
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,440	0,435	0,420	0,431	0,009	2,09
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _m , кг/с				2,76×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,025	0,023	0,028	0,025	0,003	12

З проведених досліджень видно, що чим менший тиск в корпусі вогнегасника, тим більше вогнегасного порошку залишається на листі квадратного дека. Установка для гасіння магнію може бути двох типів: з редуктором і без нього. Переважна більшість вогнегасників використовується без редуктора і є закачного типу. У вогнегасник закачується газ-випитискувач під тиском Р=1,6 МПа. Залишок на деку в діапазоні тисків від 0,6 до 1 МПа змінюється незначно від 0,64кг до 0,515кг (більша половини маси порошку, яка заправлена у вогнегасник, потрапляє на об'єкт гасіння, залишок порошку в корпусі становить менше 4%). При високих тисках інтенсивність подавання порошку на гасіння краща. За час подавання порошку тиск в корпусі вогнегасника знижується з 1,6 до 0,25 МПа. Найбільше часу вогнегасник працює при середньому тиску 1,0МПа. Тому подальші наші дослідження будемо проводити лише при тиску 1МПа.

Таблиця 5

Визначення параметрів подавання порошку з відстані від насадки до дна заспокоювача 2,75 см при діаметрі насадки 10 мм

1.	Р (тиск)	1МПа	1МПа	1МПа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1		1		
3.	Час t, хв	0,33	0,31	0,32	0,32	0,01	3,125
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,555	0,550	0,556	0,553	0,003	0,54
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _m , кг/с				2,88×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,040	0,035	0,037	0,0373	0,003	8,043

Таблиця 6

Визначення параметрів подавання порошку з відстані насадки до дна заспокоювача 1,5 см при діаметрі насадки 10 мм

1.	Р (тиск)	1МПа	1МПа	1Мпа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,29	0,31	0,3	0,3	0,01	3,33
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,570	0,580	0,575	0,575	0,005	0,87
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _m , кг/с				3,19×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,030	0,026	0,024	0,027	0,003	11,1

Таблиця 7

Визначення параметрів подавання порошку з відстані насадки до дна заспокоювача 1 см при діаметрі насадки 10 мм

1.	Р (тиск)	1МПа	1МПа	1Мпа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,31	0,29	0,30	0,3	0,017	5,43
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,583	0,587	0,578	0,583	0,004	0,69
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _m , кг/с				3,23×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,028	0,023	0,032	0,027	0,005	18,52

Дослідження показали, що найкращі результати з потрапляння порошку на квадратне деко отримали при розміщенні насадки до дна заспокоювача 1см при діаметрі насадки 10мм. Результати при відстані насадки до дна 1,5 см несуттєво гірші – 0,583 і 0,575. Для дослідження рівномірного розпилювання порошку використовуємо сітку з вічком 2 мм. Результати занесемо в таблицю 8.

Таблиця 8

Визначення параметрів подавання порошку з відстані насадки до дна заспокоювача 1см з сіткою вічком 2 мм, діаметр на виході 10 мм

1.	Р (тиск)	1МПа	1МПа	1Мпа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,47	0,43	0,45	0,45	0,02	4,44
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, кг	0,410	0,395	0,42	0,408	0,013	3,19
5.	Залишок порошку в балоні, кг	0,043	0,037	0,04	0,04	0,003	7,5
6.	Залишок порошку в заспокоювачі, кг	0,203	0,189	0,225	0,206	0,019	9,22

Параметри часом викиду порошку та масою попадання порошку на об'єкт гасіння гірші, ніж при подаванні без сітки з насадками, розміщеними навіть на відстані 4 см, 2,5 см і т.ін. Тому надалі цей варіант з різними сітками не будмо досліджувати.

Таблиця 9

Визначення параметрів подавання порошку при відстані насадки до дна 1,5 см, діаметр на виході 7,5 мм

1.	Р (тиск)	1МПа	1МПа	1Мпа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,36	0,37	0,35	0,36	0,01	2,78
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,477	0,482	0,480	0,48	0,002	0,42
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _m , кг/с				2,22×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,023	0,027	0,025	0,025	0,002	8

Таблиця 10

Визначення параметрів подавання порошку при відстані насадки до дна 1,5 см, діаметр на виході 5 мм

1.	Р (тиск)	1МПа	1МПа	1МПа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,39	0,41	0,4	0,4	0,01	2,5
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,427	0,429	0,43	0,429	0,001	0,233
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _м , кг/с				1,78×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,025	0,028	0,027	0,027	0,001	3,7

Бачимо, що чим більший діаметр насадки, тим більше порошку потрапляє на об'єкт гасіння. Спробуємо використати насадку у вигляді дифузора діаметром 16мм. Це максимальний розмір насадки у порошкових вогнегасників.

Таблиця 11

Визначення параметрів подавання порошку при відстані насадки до дна 1см, діаметр на виході дифузора 16 мм

1.	Р (тиск)	1МПа	1МПа	1МПа	Середнє значення	Відносне відхилення max, %	Абсолютне відхилення max, %
2.	Загальна вага, кг	1	1	1	1		
3.	Час t, хв	0,31	0,32	0,3	0,31	0,01	3,03
4.	Маса порошку на об'єкті гасіння, G, кг	0,634	0,628	0,63	0,63	0,004	0,635
5.	Масова швидкість потрапляння порошку на деко V _м , кг/с				3,38×10 ⁻²		
6.	Залишок порошку в балоні, кг	0,020	0,022	0,024	0,022	0,002	9,09

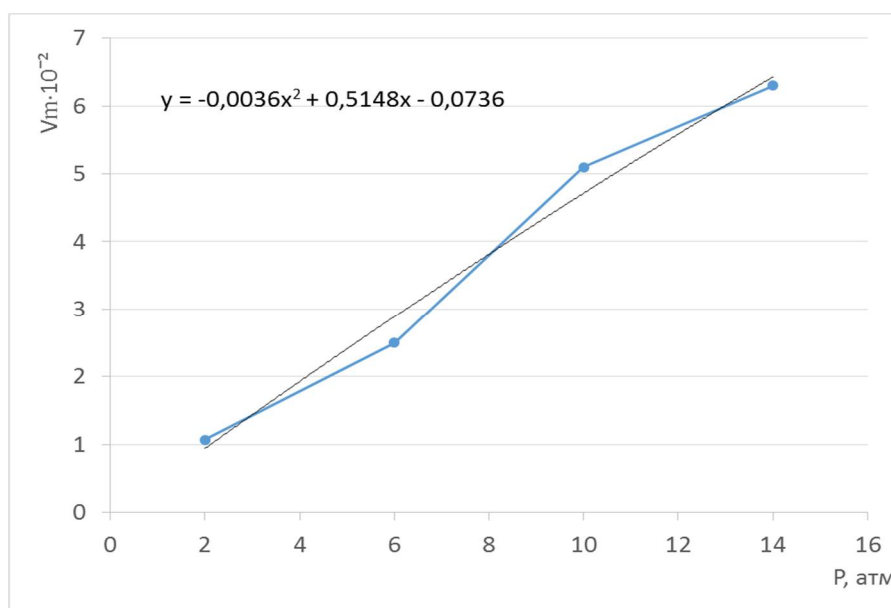


Рисунок 4 – Залежність масової швидкості виходу порошку V_м, кг/с від тиску Р, атм, при відстані l = 4 см

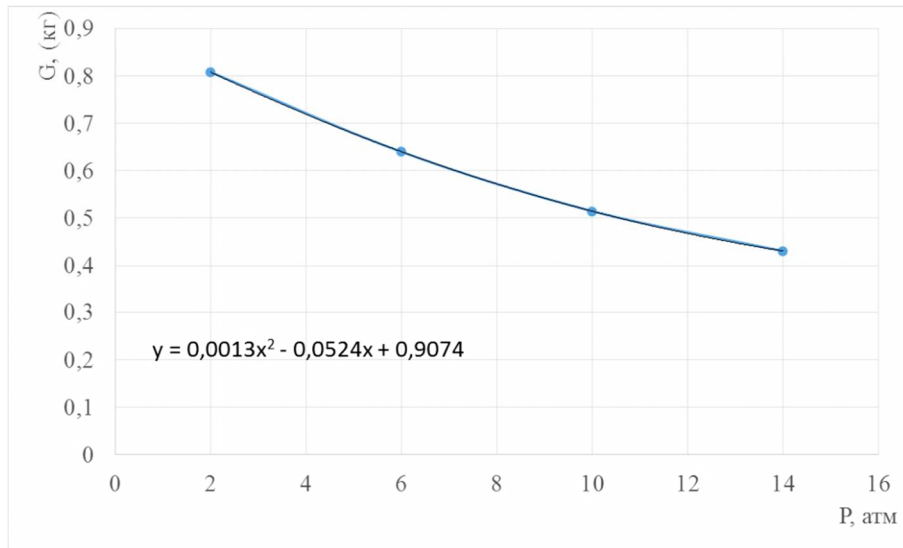


Рисунок 5 – Залежність маси виходу порошку G (кг) від тиску P , атм, при відстані $l = 4$ см

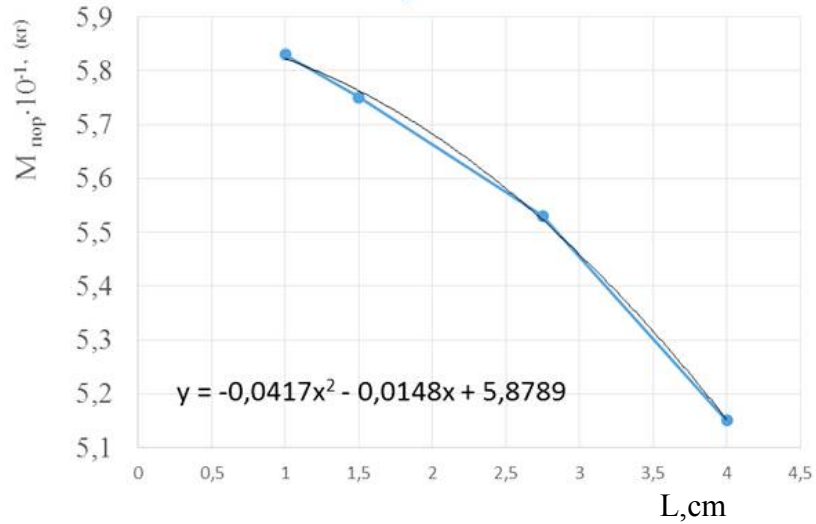


Рисунок 6 – Залежність маси покривання порошком об'єкта гасіння при тиску 10 атм. і діаметрі насадки $d=10$ мм від відстані насадки до дна заспокоювача

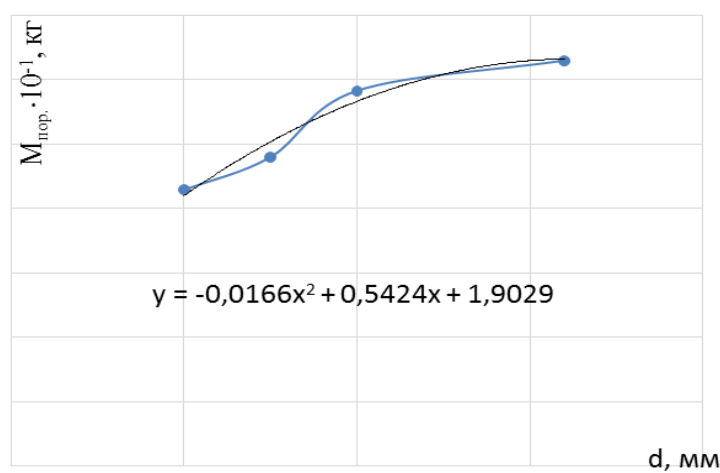


Рисунок 7 – Залежність маси покривання об'єкта гасіння порошком при тиску 1МПа і відстані насадки від дна заспокоювача $l=1$ см від діаметра насадки.

З рис. 7 видно, що чим більший діаметр насадки, тим кращі результати з попадання порошку на об'єкт гасіння (5мм насадка гірша за 10мм насадку). З результатів дослідження видно, що дифузор для заспокоювача підходить найкраще. В майбутніх дослідженнях треба визначити оптимальний діаметр дифузора.

Висновки

1. Розроблена лабораторна методика дослідження насадки-заспокоювача для пожеж класу D1 на прикладі сплавів магнію.

2. Параметри за часом викиду порошку та масою попадання порошку на об'єкт гасіння з використанням сітки з вічком 2 і більше мм гірші, ніж при подаванні без сітки з насадками, розміщеними навіть на відстані 4 см, 2,5 см і т.ін.

3. Встановлено, що кращі результати з подавання порошку на об'єкт гасіння дають дифузори з діаметром 16 мм, розміщені на відстані 1см до дна заспокоювача.

Список літератури:

1. Проблеми гасіння магнію та його сплавів / В. В. Ковалишин, В. М. Марич, О. Л. Мірус, та ін. // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Л. : ЛДУБЖД, 2016. – № 28. – С. 58-63.

2. Дослідження хімічних речовин, як складників вогнегасних порошоків для гасіння легких металів / В. В. Ковалишин, В. М. Марич, О. Л. Мірус, та ін. // Пожежна безпека : зб. наук. пр. – Л. : ЛДУБЖД, 2016. – № 29. – С. 46-56.

3. Аналіз методів випробувань вогнегасних порошоків з визначення їх вогнегасної здатності / С.Ю. Огурцов, І.Г.Стилик, А.В. Антонов // науковий вісник УкрНДІПБ, 2013, – № 1 (27). – С. 86-91.

4. Методи випробувань вогнегасних порошоків з визначення їх вогнегасної здатності за класом пожежі Д / А.В. Антонов, І.Г. Стилик // науковий вісник УкрНДІПБ, 2013, № 2 (28). – С. 242-248.

5. Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества: ГОСТ Р 53280.5. – 2009. – №55-ст. –С.11.

References:

1. Problems of extinguishing magnesium and its alloys / V.V. Kovalyshyn, V. M. Marych, O. L. Mirus, and others. // Fire safety: Collection of scientific papers. – L.: LSULS, 2016. – № 28. – P. 58-63. (in Ukr.).

2. Investigation of chemical substances as components of extinguishant powder for extinguishing light metals / V.V. Kovalyshyn, V. M. Marych, O. L. Mirus, and others. // Fire safety: Collection of scientific papers. – L.: LSULS, 2016. – № 29. – P. 46-56. (in Ukr.).

3. Analysis of test methods for extinguishing powders to determine their fire-extinguishing properties / S.Yu. Ogurtsov, I.G.Slylik, A.V. Antonov // Scientific Bulletin of UkrSRIFS, 2013, – No. 1 (27). – P. 86-91. (in Ukr.).

4. Methods of testing extinguishing powders for determining their fire-extinguishing power by fire class D / A.V. Antonov, I.G. Stylik // Scientific Bulletin of Bulletin of UkrSRIFS, 2013, No. 2 (28). – pp. 242-248. (in Ukr.).

5. Automatic fire extinguishing systems. Extinguishing media: GOST R 53280.5. – 2009. – No. 55-st. – P.11. (in Ukr.).

