

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу
ГУСАРА БОГДАНА МИКОЛАЙОВИЧА за темою
«Вдосконалення технології гасіння пожеж класу D та A, B»
поданої на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 261 – пожежна безпека

Дисертаційна робота Гусара Б.М. присвячена важливій науково-технічній задачі – підвищення ефективності пожежогасіння пожеж класу D (магнію, алюмінію, титану та їх сплавів), а також пожеж класу A, B шляхом розроблення рецептури вогнегасного порошку спеціального призначення, використанням методу комбінованого гасіння пожежі класу D та A, B вогнегасним порошком та піною підвищеної стійкості.

1. Актуальність обраної теми. Використання магнію та його сплавів є практичним та ефективним у промисловості як в Україні, так і за її межами. Горіння магнію, алюмінію, титану та їх сплавів відносяться до пожеж класу D. Пожежі цих металів розвиваються дуже швидко і при високих температурах.

Магній та алюміній і їх сплави часто використовують в апаратах космічної та авіаційної техніки, автомобілебудуванні, різних агрегатах і відповідальних приладах. Протягом майже ста років алюмінієві сплави застосовуються в будівництві будинків і офісних будівель.

Алюмінієві порошки застосовують, як компонент вибухових речовин, піротехнічних сумішей і твердого ракетного палива. Внаслідок реакції окиснення алюмінію виділяється велика кількість енергії, тому леткі речовини, які входять до складу вибухових речовин чи палива, нагріваються до високої температури. Практично загасити пожежі магнію і алюмінію дуже важко, і при сучасних технологіях гасіння практично не можливо.

Магній, алюміній та їх сплави використовують у військовій галузі при виготовленні запалювальних гранат. Їх застосування зросло за останні роки на стадіонах, для світло шумових ефектів, на Сході нашої держави, де їх використовують для підпалу складів з боєприпасами, гасіння таких пожеж ускладнюється через те, що магній розбризкується на великі площі або по всьому приміщенні і, тим самим, збільшуючи площу горіння, швидко займаються дерев'яні ящики з боєприпасами і ускладнюється процес гасіння. Тому виникає необхідність у застосуванні ефективних методів та способів гасіння такого класу пожеж. Збитки від таких пожеж сягають млрд. гривень. Пожеж одного класу D, як правило, не буває. Можуть виникати з початку пожежі класу D, а потім A, B або навпаки, пожежі ЛЗР або твердих горючих матеріалів, а потім пожежі легких металів, які потребують комбінованих

способів гасіння, при цьому треба враховувати високу температуру горіння магнію, підсилення горіння при гасінні водою, CO₂, азотом. При подаванні вогнегасної речовини під високим тиском магній та його сплави розбризкуються та збільшують площу горіння. В Україні не виготовляються вогнегасні порошки для гасіння пожеж класу D та A, B.

Отже, необхідно розробити рецептуру вогнегасного порошку та вдосконалити технологію гасіння комбінованих пожеж, зважаючи на особливості горіння магнію, алюмінію та їх сплавів.

2. Огляд змісту роботи. Дисертаційна робота складається з титульного аркуша, анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, 4-х розділів, висновків, списку використаних джерел із 119 найменувань, додатків. Загальний об'єм дисертації складає 165 с. та включає 20 рис., 15 табл.

У *вступі* в стислому вигляді наведено обґрунтування обраної теми дисертаційної роботи, її актуальність, мету та задачі досліджень, висвітлено наукову новизну та практичну цінність, представлено особистий внесок здобувача, апробацію результатів дисертаційної роботи, публікації, структуру та обсяг дисертації.

У *першому розділі* проведено аналіз пожеж магнію, алюмінію та їх сплавів, особливості використання сплавів магнію та алюмінію та їх небезпека, особливості поводження з магнієвими сплавами, виникнення пожеж класу D та A, B. Наведена характеристика порошків для гасіння пожеж класу D, відображений аналіз використання піноутворювачів для гасіння пожеж ЛЗР та ГР, а також мета і завдання досліджень.

У *другому розділі* відображені особливості дослідження вогнегасних порошків комбінованої дії, гасіння пожеж легких металів та їх сплавів в лабораторних умовах, методи і чинники математичного планування експериментів та їх вибір. Описано планування та опрацювання результатів факторного експерименту, а також дослідно-емпіричні залежності для визначення інтенсивності пожежогасіння класів D та A, B. Висвітлені полігонні випробування вогнегасного порошку КМ-2 при гасінні пожеж класу D, B. Визначена характеристика вогнегасного порошку спеціального призначення КМ-2.

Третій розділ роботи присвячено моделюванню теплового процесу у шарі вогнегасного порошку при гасінні ошурок сплаву магнію. У розділі експериментально досліджено ефективність гасіння металів з метою визначення коефіцієнтів для математичного моделювання теплового процесу під час гасіння металів вогнегасним порошком. Розроблена методика розрахунку ізолювального шару при гасінні вогнегасними порошками ізолювальним способом.

У четвертому розділі роботи проведено апробацію технології комбінованого гасіння пожеж та надано рекомендації з гасіння пожеж за наявності магнієвих сплавів. Обґрунтовано вибір піноутворювачів для гасіння комбінованих пожеж D та A, B з урахуванням показників якості піноутворювачів: кратність і стійкість піни середньої кратності, тривалість гасіння піною середньої кратності та показник вогнегасної здатності. Обґрунтовано вибір заспокоювача для подавання порошку КМ-2, гасіння комбінованої пожежі D та A, B порошком КМ-2 та піною підвищеної стійкості.

Також в розділі описана техніка безпеки, рекомендації з гасіння комбінованих пожеж, дотримання вимог охорони праці та вимоги безпеки праці під час роботи з вогнегасними порошками.

3. Достовірність і новизна висновків та рекомендацій.

Сформульовані у дисертації Гусара Б.М. висновки щодо гасіння комбінованих пожеж класу D та A, B є теоретично обґрунтованими і практично значущими. Розроблена та використана здобувачем математична модель переконливо сформульована, математично описана та обґрунтована. Прийняті в роботі методи та підходи не спричиняють заперечень. Для проведення досліджень використано сучасну методологію. Теоретичні дослідження спираються на сучасний математичний апарат з використанням комп'ютерної техніки. Все це підтверджує достовірність результатів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розкритті особливостей впливу та співвідношень компонентів вогнегасного порошку спеціального призначення для гасіння пожеж D та A, B, а також у вдосконаленні технології комбінованого гасіння пожеж класу D та A, B:

уперше:

– науково обґрунтовано і розроблено нову рецептуру вогнегасного порошку спеціального призначення з вмістом хлориду натрію (до 58 %, мас.), шлаку металургійного виробництва (до 20 %, мас.) та гідрофобного аеросилу (до 1,5 %, мас.), амофосу (до 20,5 %);

– створена математична модель для визначення температури на не обігрівній стороні ізолювального шару вогнегасного порошку та інтенсивності гасіння на прикладі порошку спеціального призначення КМ-2 для гасіння пожеж класу D та A, B. На основі створеної моделі визначений коефіцієнт тепловіддачі між не обігрівною стороною ізолювального шару вогнегасного порошку та навколишнім середовищем що становить $\alpha = 395,733 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ і досліджена залежність ефективного коефіцієнта теплопровідності від товщини цього шару. Показано, що ця залежність близька до лінійної і може бути описана формулою $\lambda(\delta) = - 0,016 + 93,907 \cdot \delta$;

– розроблено методику визначення необхідної кількості вогнегасного порошку для досягнення відповідного ізолювального ефекту і на основі цієї методики визначена мінімальна товщина шару цього вогнегасного порошку

$$\delta = 45,2 \text{ мм};$$

набула подальшого розвитку технологія комбінованого гасіння пожеж класу D (гасіння магнію, алюмінію та їх сплавів) та А, В вогнегасними порошками спеціального призначення та пінами підвищеної стійкості, яка полягає, як в подаванні окремо порошку спеціального призначення так, і в почерговому подаванні на поверхню палаючого металу вогнегасного порошку КМ-2 та подаванні піни підвищеної стійкості на поверхню порошку і всіх горючих матеріалів в зоні горіння.

Заслуговує на увагу виявлена можливість використання вогнегасного порошку після гасіння, що має неабияке значення для довкілля.

У роботі відсутні порушення академічної доброчесності.

4. Оцінка дисертації, її завершеність загалом, проблема, яка розглядається, оформлення дисертації, зауваження. Дисертаційну роботу виконано відповідно до нормативних вимог, що встановлені до оформлення результатів наукових досліджень дисертаційного рівня. Роботу написано академічною мовою. Тема дисертації, її зміст, а також зміст наукових праць, опублікованих за темою дисертації, відповідають науковій спеціальності, за якою роботу подано до захисту.

Дисертаційна робота є науковою працею, в якій на підставі самостійно виконаних автором досліджень розроблено математичні моделі, вогнегасну речовину, методи випробувань та заспокоювач, які забезпечили наукове підґрунтя для підвищення ефективності гасіння пожеж класу D та А, В. Також результати досліджень є основою для подальшого удосконалення нормативної бази, що стосується комбінованого гасіння.

Отже, важливість дисертаційної роботи для науки і практики полягає у рекомендованих параметрах системи комбінованого гасіння, які є підґрунтям для впровадження у практику гасіння комбінованих пожеж класу D та А, В підрозділами ДСНС України. Реалізацію результатів роботи здійснено на ТзОВ “Науково-виробниче підприємство “Вогнеборець”, розроблено ТУ на виготовлення порошку спеціального призначення КМ-2 та виготовлено експериментальну партію цього порошку.

Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. В лекційних курсах навчальних дисциплін використано теоретичні положення та методичні підходи дисертаційної роботи щодо гасіння комбінованих пожеж класу D та А, В.

Зауваження до дисертації:

- в роботі не вказано на скільки універсальна математична модель і для яких вогнегасних порошків можна її використовувати;
- не вказано з яких обмежень, вихідних даних визначалось горюче навантаження для макетних пожеж класу D та A.
- ISO передбачає в якості горючого навантаження для створення модельних вогнищ пожеж класу B використання гептану, а Ви використовуєте А-92;
- у дослідженнях використовується тільки порошок КМ-2, доцільно було б порівняти з іншими порошками;
- дослідження на можливість використання за призначенням КМ-2 доцільно було б провести на модельних вогнищах класу А.

5. Підтвердження опублікування основних результатів по дисертації. За результатами дисертаційних досліджень опубліковано наукові праці, з яких 4 статті у виданнях, включених ДАК України до переліку фахових, дві статті у науковому журналі, що входить до бази даних Scopus, та 5 тез доповідей на науково-практичних конференціях. Кількість друкованих робіт відповідає вимогам щодо публікації основного змісту дисертації на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Спрямованість науково-практичних конференцій, де відбувалася апробація дисертаційного дослідження, характер статей здобувача, в яких відображено положення дисертації і результати досліджень, повною мірою розкривають науково-технічну задачу дисертаційної роботи. Загалом вважаю, що дисертація пройшла належну апробацію; вона є самостійною науковою працею, що має завершений характер.

6. Висновок щодо дисертації

Висловлені зауваження не применшують загальної високої оцінки рівню виконання дисертаційної роботи в цілому, її теоретичної цінності та практичної значущості.

Оцінюючи дисертацію загалом, слід відмітити, що на підставі розроблених методів та практичних результатів вона дає можливість підвищити ефективність технології гасіння комбінованим способом за рахунок реалізації запропонованої установки для комбінованого гасіння, яка буде оптимальною в гасінні комбінованих пожеж.

Таким чином, за актуальністю теми, відповідністю сучасному науковому рівню, достовірністю висновків робота, що розглядається, відповідає спеціальності 261 – «пожежна безпека» та вимогам, які ставляться до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

Дисертаційну роботу спрямовано на розв'язання важливої науково-технічної задачі – вдосконалення технології комбінованого гасіння пожеж класу D та A, B, а її автор *Гусар Богдан Миколайович*, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 261 – пожежна безпека.

Офіційний опонент,
доктор технічних наук



Олександр КОВАЛЬ

Підпис Ковалю О.М. засвідчую

Головний інженер
ТзОВ "Компанія "Всесвіт комфорту"

Богдан ШІГУР