

rameters adsorption of biogenic ions (ammonia, nitrites, nitrates and phosphates) depending on the method of processing the sorbent are designed. Corresponding constants of adsorption processes are calculated according to Langmuir isotherms equations.

Keywords: biogenic ions, ammonia, nitrites, nitrates, phosphates, wastewater, adsorption, purification, bentonite, regeneration, microwave electromagnetic radiation Langmuir isotherm.

УДК 614.841.4

ВПЛИВ ЦІЛЮВИХ ДОБАВОК ДО ВОДИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ ТВЕРДИХ РЕЧОВИН

О.О. Сізіков¹, Я.В. Балло², В.С. Бенедюк³

Наведено результати експериментальних досліджень з визначення впливу цільових добавок на основі силікату натрію та карбонату калію до води на ефективність гасіння пожежі твердих речовин системою спринклерного пожежогасіння у спеціальному боксі для проведення вогневих випробувань ВБК 280. Під час досліджень встановлено відносну вогнегасну ефективність водного вогнегасного розчину із вмістом цільових добавок на основі рідкого натрієвого скла та карбонату калію у воді, порівняно із водою без добавок під час натурних вогневих випробувань з гасіння дерев'яних стандартних модельних вогнищ пожежі класу А.

Ключові слова: гасіння дерев'яних модельних вогнищ, водний вогнегасний розчин, цільові добавки, відносна вогнегасна ефективність, система пожежогасіння.

Вступ. За результатами попередніх досліджень [1], у лабораторних умовах, визначено відносну вогнегасну ефективність водної вогнегасної речовини (далі – ВВР) з цільовими добавками, а саме з 1 %-м вмістом Na_2SiO_3 та K_2CO_3 у рівних пропорціях під час гасіння модельного вогнища пожежі з деревини, порівняно із водою без добавок.

У житлових та громадських будинках, зокрема висотних, як технічні засоби пожежогасіння використовують пожежні кран-комплекти та спринклерні системи пожежогасіння [2-5]. Підвищення ефективності систем пожежогасіння для протипожежного захисту будинків різного призначення є актуальною науково-технічною задачею. Значний обсяг наукових робіт стосовно дослідження щодо підвищення відносної вогнегасної ефективності ВВР та її використання в системах пожежогасіння висвітлено в роботах [6-9]. Проте ці роботи не враховують особливості застосування ВВР для відокремлених систем пожежогасіння від господарсько-питного водопроводу. Отже, основне завдання досліджень полягає у наближенні до натурних умов дослідження з гасіння вогнищ пожежі твердих речовин, а саме деревини, що за пожежною класифікацією належить до пожеж класу А.

Експериментальні дослідження проведено шляхом моделювання умов гасіння пожежі системою спринклерного пожежогасіння у будівлі для визначення відносної вогнегасної ефективності досліджуваної ВВР, порівняно з водою без добавок. Критеріями відносної вогнегасної ефективності ВВР під час експери-

ментальних досліджень прийнято: час гасіння (t , с) модельного вогнища пожежі твердих речовин досліджуваною ВВР, та водою без добавок за однакових умов її подачі; загальна кількість ВВР (R , л) або води без добавок, що було витрачено під час гасіння модельного вогнища.

Мета дослідження полягає в експериментальному визначенні впливу цільових добавок до води на ефективність гасіння пожеж твердих речовин, порівняно з водою без добавок системою спринклерного пожежогасіння під час натурних вогневих випробувань.

Матеріали та методи дослідження. Застосовано методику полігонних натурних вогневих випробувань для досліджень відносної вогнегасної ефективності водних вогнегасних речовин. Результати досліджень оброблено методами обчислювальної математики із використанням програмного комплексу "Microsoft Office".

Результати дослідження. Експериментальні дослідження здійснювали у спеціальному боксі для проведення вогневих випробувань ВБК 280 на випробувальному стенді (що моделює спринклерну систему пожежогасіння), до складу якого входять: горизонтальний насос відцентрового типу Д160-112 з витратою води $Q = 160 \text{ м}^3/\text{год}$ та максимальним напором води $H = 112 \text{ м}$, резервуар об'ємом $1,4 \text{ м}^3$, обладнаний байпасною лінією для можливості регулювання тиску за допомогою крана 14. На рис. 1 зображено схему випробувального стенда для проведення натурних вогневих випробувань.

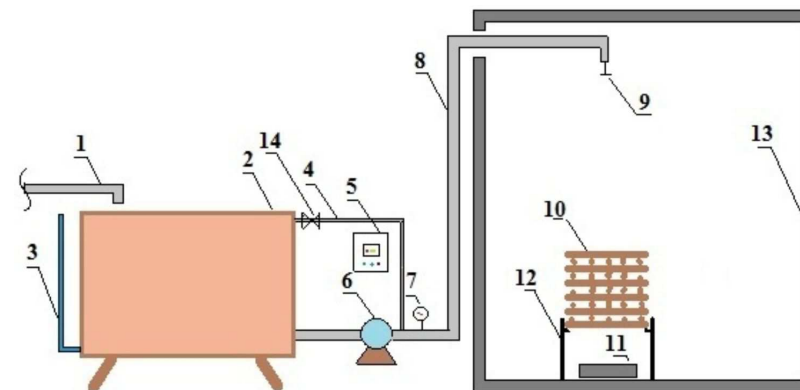


Рис. 1. Схема випробувального стенда для проведення натурних вогневих випробувань: 1) наливний трубопровід; 2) резервуар; 3) індикатор об'єму води в резервуарі; 4) байпасна лінія регулювання тиску; 5) блок управління насосною станцією; 6) насос; 7) манометр; 8) подавальний трубопровід; 9) спринклерний зрошувач; 10) модельне вогнище пожежі класу 13А; 11) деко для палива; 12) підставка; 13) випробувальний бокс ВБК 280; 14) кран

Під час експериментальних досліджень використано стандартні модельні вогнища пожежі класу А, що за класифікацією [10] відповідають моделі 13А. Як горючий матеріал для цього модельного вогнища використано соснові бруски з поперечним перерізом 40^{+2} мм на 40^{+2} мм та довжиною 500^{+5} мм . Штабель складається із 12 шарів, у кожному шарі по шість брусків. Площа горіння стан-

¹ ст. наук. співроб., пров. наук. співроб. О.О. Сізіков, канд. техн. наук – УкрНДІ цивільного захисту;

² наук. співроб. Я.В. Балло – УкрНДІ цивільного захисту;

³ наук. співроб. В.С. Бенедюк – УкрНДІ цивільного захисту

дартного модельного вогнища класу 13 А згідно з [5] становить $4,7 \text{ м}^2$ та відповідає пожежному навантаженню $386,4 \text{ МДж/м}^2$. Вологість деревини була в межах від 10 до 14 %, що контролювалося за допомогою вологоміра типу ВПК-12 [11]. Випробування проведено за таких кліматичних умов:

- температура повітря: $12 \text{ }^\circ\text{C}$ ($\pm 0,5^\circ\text{C}$);
- відносна вологість повітря: 72 % ($\pm 1 \%$);
- атмосферний тиск: 94,9 кПа (692 мм рт. ст.).

У випробувальному боксі 13 встановлюють металеву підставку 12 висотою $350^{\pm 10}$ мм для встановлення модельного вогнища класу 13А 10 та металеве деко 11 з геометричними розмірами $400 \times 400 \text{ мм}$ ($\pm 10 \text{ мм}$) та висотою борта 100 мм ($\pm 5 \text{ мм}$). Спринклерний зрошувач 9 улаштований над модельним вогнищем пожежі 10 на висоті 2,7 м від рівня підлоги, що відповідає висоті житлового приміщення. На рис. 2 зображено модельне вогнище пожежі класу 13А (див. рис. 2, а) та спринклерний зрошувач 9 випробувального стенду (див. рис. 2, б).

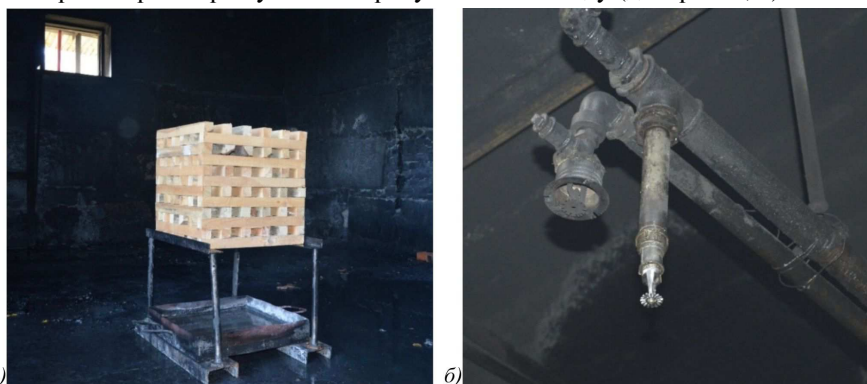


Рис. 2. Загальний вид модельного вогнища пожежі класу А (а) та спринклерного зрошувача (б) випробувального стенду для проведення натурних вогневих випробувань

Експериментальні дослідження проводили у такому порядку. На першому етапі після повного заповнення резервуара 2 водою без добавок у металеве деко 11, що знаходиться під модельним вогнищем пожежі 10 класу А, наливають 4 л води ($\pm 50 \text{ мл}$) та 2,0 л ($\pm 20 \text{ мл}$) бензину марки А-92. За командою керівника проведення випробувань паливо в деку 11 підпалюють факелом та одночасно вмикають секундомір. Наявність цього об'єму бензину забезпечує час його горіння не менше 150 с. Вільне горіння модельного вогнища пожежі класу А триває $(300 \pm 5) \text{ с}$, яке контролюється секундоміром.

На рис. 3 зображено фрагмент натурних вогневих випробувань.

Після закінчення часу вільного горіння модельного вогнища пожежі класу А, за командою керівника проведення випробувань, вмикають другий секундомір і одночасно за допомогою блока управління насосною станцією 5 вмикають насос 6 та розпочинається подавання води зі спринклерного зрошувача 9 на гасіння модельного вогнища пожежі 10, при цьому тиск у системі становить $0,15 \text{ МПа}$ ($\pm 0,01 \text{ МПа}$), що контролюється за допомогою манометра 7.



Рис. 3. Фрагмент натурних вогневих випробувань

Модельні вогнища пожежі класу 13А вважають погашеними, якщо полум'я ліквідовано і через 10 хв після завершення гасіння видиме полум'я у вогнищі пожежі відсутнє. Появу короточасних спалахів протягом зазначеного часу після закінчення гасіння не беруть до уваги. Якщо під час досліджень штабель модельного вогнища пожежі 10 розвалюється, дослід вважають недійсним і проводять новий. Після завершення гасіння водою без добавок стандартного модельного вогнища пожежі класу 13А вмикають насос 6 та одночасно вмикають секундомір, а час гасіння фіксують та вносять дані до протоколу. Також до протоколу вносять дані щодо об'єму витраченої води на гасіння модельного вогнища пожежі, які визначають за допомогою індикатора об'єму води 3 в резервуарі 2. Для води без добавок експериментальні дослідження повторюють тричі.

Табл. Результати гасіння стандартних модельних вогнищ пожежі класу 13А водою без добавок та ВВР з 1 %-м вмістом цільових добавок Na_2SiO_3 та K_2CO_3 у рівних пропорціях

Досліджувана ВВР у системі пожегогасіння	Тиск Р, МПа	Загальний об'єм ВВР на гасіння, R, л	Середній об'єм ВВР на гасіння, Rср, л	Час гасіння t, с	Середній час гасіння tср, с
Вода без добавок	0,15	1333	1318	713	705
		1397		747	
		1225		655	
ВВР з 1 % вмістом Na_2SiO_3 та K_2CO_3 у рівних пропорціях	0,15	1176	1114	562	541
		1065		517	
		1121		544	

Другий етап проведення експериментальних досліджень починають з наповнення резервуара водою та додавання до води Na_2SiO_3 та K_2CO_3 з їх рівним пропорційним вмістом для утворення 1 %-го водного розчину. Після приготування розчину досліджуваної 1 % ВВР дослід повторюють тричі за наведеною вище методикою. Результати експериментальних досліджень з визначення

впливу цільових добавок до води на ефективність гасіння пожеж твердих речовин, а саме пожежі класу А спринклерною системою пожежогасіння, наведено в таблиці.

Висновки:

1. Об'єм ВВР, що була використана на гасіння модельних вогнищ пожежі класу А, за однакових умов подачі ВВР з цільовими добавками становить у середньому 1 114 л, що на 18 % менше, ніж для води без цільових добавок.
2. Час гасіння модельних вогнищ пожежі класу А за однакових умов подачі ВВР, з 1 %-м вмістом Na_2SiO_3 та K_2CO_3 в рівних пропорціях, порівняно із водою без цільових добавок, становить у середньому 541 с, що на 28-31 % менший, ніж для води без цільових добавок.
3. За результатом експериментальних досліджень з визначення впливу цільових добавок до води під час натурних вогневих випробувань з гасіння модельних вогнищ пожежі класу 13А доведено відносну вогнегасну ефективність ВВР з 1 %-м вмістом Na_2SiO_3 та K_2CO_3 у рівних пропорціях, порівняно із водою без цільових добавок.

Література

1. Жартовський С.В. Виявлення впливу хімічного складу водних вогнегасних речовин на основі Na_2SiO_3 та K_2CO_3 на їх вогнегасну ефективність під час гасіння вогнищ класу А / С.В. Жартовський, В.В. Ніжник, Р.В. Уханський, Я.В. Балло // Теорія і практика гасіння пожеж та ліквідації надзвичайних ситуацій : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Черкаси, 2016. – С. 46-49.
2. ДБН В.2.2-24:2009 Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків, Мінрегіонбуд України, наказ від 12.02.2009 р., № 67. – 114 с.
3. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. – Ч. І. Проектування. – Ч. ІІ. Будівництво. Наказ Мінрегіону від 31.10.2012 р., № 553. – 168 с.
4. ДБН В.1.1-7:2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Наказ Мінрегіону України від 23.01.2007 р., № 18. – 42 с.
5. ДБН В.2.5-56:2014 Системи протипожежного захисту. Наказ Мінрегіону від 13 листопада 2014 р., № 312. – 182 с.
6. Антонов А.В. Провести дослідження з розкриття особливостей процесів припинення горіння горючих речовин під час застосування сучасних вогнегасних речовин та технологій їх подавання / А.В. Антонов, В.О. Дуношкін, В.М. Жартовський, С.В. Жартовський, В.О. Боровиков, О.М. Тимошенко, М.І. Копильний. – К. : Вид-во УкрНДІЦЗ, 2015. – 147 с.
7. Антонов А.В. Вогнегасні речовини : навч. посіб. / А.В. Антонов, В.О. Боровиков, В.П. Орел, В.М. Жартовський, В.В. Ковалишин. – К. : Вид-во "Пожінформ-техніка", 2004. – С. 12-24.
8. Звіт про науково-дослідну роботу "Провести теоретичні і експериментальні дослідження процесів придушення полум'я вогнегасними речовинами і виявити шляхи підвищення їх ефективності" / кер. А.В. Антонов, канд. техн. наук, ст. наук. співроб. – К. : Вид-во УкрНДІПБ МВС України, 1995. – 318 с.
9. Козяр Н.М. Підвищення ефективності застосування водних та водопінних вогнегасних речовин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 21.06.02 – "Пожежна безпека" / УкрНДІПБ МНС України. – К. : Вид-во "Лібра", 2009. – 4-8 с.
10. ДСТУ EN 3-7:2014 Вогнегасники переносні. – Ч. 7. Характеристики, вимоги до робочих параметрів і методи випробувань (EN 3-7:2004+A1:2007, IDT) наказ Мінекономрозвитку від 30.12.2014 р., № 1494. – 157 с.
11. Пилопродукция и деревянные детали. Методы определения влажности // ГОСТ 16588-91. – [Чинний від 1993.01.01.]. – 5 с.

Надійшла до редакції 28.11.2016 р.

Сизиков О.О., Балло Я.В., Бенедюк В.С. Влияние целевых добавок к воде на эффективность тушения пожаров твердых веществ

Приведены результаты экспериментальных исследований по определению влияния целевых добавок на основе силиката натрия и карбоната калия к воде на эффективность тушения пожара твердых веществ системой спринклерного пожаротушения в специальном боксе для проведения огневых испытаний ВБК 280. При проведении исследований установлена относительная огнетушащая эффективность водного огнетушащего раствора с содержанием целевых добавок на основе жидкого натриевого стекла и карбоната калия в воде, по сравнению с водой без добавок при натуральных огневых испытаниях по тушению деревянных стандартных модельных очагов пожара класса А.

Ключевые слова: тушение деревянных модельных очагов, водный огнетушащий раствор, целевые добавки, относительная огнетушащая эффективность, система пожаротушения.

Sizikov O.O., Ballo Ya.V., Bedyuk V.S. The Influence of Specific Additives to Water on the Efficiency of Extinguish Fires of Solid Substances

The results of experimental studies to determine the effect of specific additives based on sodium silicate and potassium carbonate to the water on the effectiveness of extinguishing solid substances by sprinkler system in a special box for fire testing VBC 280 are presented. In conducting research we determined the relative extinguishing effectiveness of the test of water fire extinguishing solution compared to water without additives in fire-wood standard model fires (Class A) during the natural tests.

Keywords: extinguishing wooden models, water fire extinguishing solution, additives to water, extinguishing efficiency, fire extinguishing system.

УДК 614.8

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІНОЗМІШУВАЛЬНОЇ АПАРАТУРИ СТАЦІОНАРНО ВСТАНОВЛЕНОГО НАСОСНОГО УСТАТКУВАННЯ

В.Ю. Чоп¹, Д.І. Дякур², І.В. Паснак³, О.В. Придатко⁴

На підставі аналізу сучасного стану питання виокремлено проблему дозування піноутворювальних речовин стаціонарно встановленим обладнанням насосного устаткування. З'ясовано, що наявні технічні рішення у пінозмішувачі ПЗ-5 унеможливають раціональну витрату піноутворювача у разі формування 3 % розчину піноутворювача для генерування повітряно-механічної піни. Запропоновано конструкцію змінного кранодозатора для піно змішувача ПЗ-5 та обґрунтовано його раціональні параметри. Шляхом розроблення 3D моделі створено передумови для виготовлення дослідного взірця ПЗ-5 із змінними кранами-дозаторами та проведення його експериментальних випробувань.

Ключові слова: пінозмішувач, розчин піноутворювача, повітряно-механічна піна, дозування піноутворювача, раціональні параметри пінозмішувача.

Постановка проблеми. Розвиток промисловості неодмінно пов'язаний із зростанням техногенної навантаги, що, своєю чергою, призводить до дедалі частішого виникнення великомасштабних надзвичайних ситуацій, які, як правило, супроводжуються пожежами. Яскравим прикладом такої техногенної аварії є пожежа на нафтобазі "БРСМ" у Київській обл. у червні 2015 р. Внаслідок

¹ курсант В.Ю. Чоп – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності;

² курсант Д.І. Дякур – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності;

³ доц. І.В. Паснак, канд. техн. наук – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності;

⁴ заст. нач. кафедри О.В. Придатко, канд. техн. наук – Львівський ДУ безпеки життєдіяльності