

УДК 614.84

*А. В. Антонов, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.***ВОГНЕГАСНА ЕФЕКТИВНІСТЬ СТРУМЕНІВ ТОНКОРОЗПИЛЕНИХ ВОДНИХ ВОГНЕГАСНИХ РЕЧОВИН**

Наведено результати експериментальних досліджень з визначення критичної інтенсивності подавання водних вогнегасних речовин різного хімічного складу та співвідношення компонентів, визначено найбільш перспективні з них до використання в технічних засобах пожежогасіння у разі застосування технологій їхнього тонкого розпилення.

Ключові слова: вогнегасна ефективність, водні вогнегасні речовини, критична інтенсивність подавання, струмені тонко розпиленіх водних вогнегасних речовин.

*A. Antonov, Cand. of Sc. (Eng.), Sen. St. Sc.***FIRE EXTINGUISHING EFFICIENCY OF FINE SPRAYED JETS OF WATER-BASED FIRE-EXTINGUISHING AGENTS**

Results of experimental studies to determine the critical flow rate of water fire extinguishing substances with different chemical composition and concentration of components identified the most promising ones for use in the technical means of fire in the event of the application of technology of atomization.

Keywords: extinguishing efficiency, water fire extinguishing agents, the critical intensity of feeding, jet finely atomized water fire extinguishing agents.

Водні вогнегасні речовини є окремим видом вогнегасних речовин і останнім часом набувають все більшого поширення в системах протипожежного захисту об'єктів різного призначення, особливо у разі застосування технологій їх тонкого розпилення, незважаючи на значне розходження в оцінці перспектив і доцільності їх застосування, - від беззаперечного позитиву [1-13] до абсолютної відсутності сприймання [14], а також помилкового теоретичного обґрунтування та некоректно поставленого експерименту з висновками щодо ефективності солей купруму попри їхню доволі високу токсичність [15-16].

Об'єктом дослідження були водні вогнегасні речовини із вмістом неорганічних солей-інгібіторів горіння та піноутворювачів у якості поверхнево-активних речовин. У якості солей інгібіторів горіння досліджено KH_2PO_4 ; K_2SO_4 ; KCl ; KBr ; KI ; KMnO_4 ; KNO_3 ; K_2CO_3 ; $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, у якості поверхнево-активних речовин досліджено піноутворювач типу AFFF та піноутворювач типу Пірена загального призначення.

Предметом дослідження було виявлення впливу виду і співвідношення компонентів у досліджуваних водних розчинах на значення критичної інтенсивності подавання у разі гасіння легкозаймистої рідини.

Метою роботи було розкриття особливостей та ефективності припинення процесів горіння макетних вогнищ пожеж класу В струменями краплин тонкорозпиленіх водних вогнегасних речовин, зокрема визначення практичної інтенсивності подавання у фазі гасіння легкозаймистої рідини.

Визначення критичної інтенсивності подавання водних вогнегасних речовин проводили за розробленою методикою, сутність якої полягала у визначенні дека максимальної площини, яке можна було погасити протягом часу не більше 30 с. у разі подавання на поверхню горіння тонкорозпиленіх струменів досліджуваних водних вогнегасних речовин з постійною витратою.

За критичну інтенсивність подавання приймали відношення витрати водної вогнегасної речовини до площини максимального дека з палимим, яке впевнено гасилося в умовах випробувань за проміжок часу, вказаний вище. Під час досліджень застосовувалися дека діаметрами послідовно 100; 110; 120; 130; 140; 150; 160; 170; 180; 190; 200 мм. У якості пального застосовували нефрас С-2-80/120. До макетних вогнищ заливалися відповідні об'єми пального згідно із значеннями, наведеними у таблиці 1, що забезпечувало шар пального 5 мм в усіх дослідах. Тривалість вільного горіння макетних вогнищ класу В в усіх дослідах була 30 с. Характеристики макетних вогнищ наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 — Характеристика макетних вогнищ класу В

Діаметр дека макетного вогнища, м	Площина поверхні горіння макетного вогнища, м ² *10 ⁻³	Об'єм нефрасу у макетних вогнищах, мл
0,10	7,85	39,3
0,11	9,49	47,5
0,12	11,30	56,5
0,13	13,27	66,3
0,14	15,39	76,9
0,15	17,66	88,3
0,16	20,96	100,5
0,17	22,69	113,4
0,18	25,43	127,2
0,19	28,34	141,7
0,20	31,40	157,0

Для розпилення водних вогнегасних речовин застосовували форсунку Danfoss, 80 Н, надлишковий тиск в системі розпилювання дорівнював 0,5 кПа.

В таблиці 2 наведено результати досліджень з визначення значень критичної інтенсивності подавання досліджуваних водних вогнегасних речовин (ВВР) у разі гасіння макетних вогнищ класу В.

Таблиця 2 — Усереднені результати досліджень з визначення значень критичної інтенсивності подавання досліджуваних водних вогнегасних речовин (ВВР) у разі гасіння макетних вогнищ класу В

Хімічний склад ВВР, % мас	ρ , г/см ³	R, мл/с	D, max погашеного вогнища, м	$I_{кр}$, л/с·м ²	Показники відносної вогнегасної ефективності, К
1	2	3	4	5	6
H ₂ O	1,000	1,17	0,10	0,149	1,00
H ₂ O (t _{кип} °C)	1,000	1,18	0,13	0,089	1,67
Піноутворювач типу AFFF					
1,0 %	1,001	1,279	0,14	0,81	1,86
0,1 %	1,000	1,243	0,14	0,081	
0,25 %	1,001	1,210	0,14	0,079	
0,4 %	1,001	1,196	0,14	0,078	
ПУ «Пірена» 0,1%	1,001	1,238	0,14	0,081	1,84
0,25%	1,002	1,21	0,14	0,079	1,89
1,0%		1,07	0,14	0,070	2,13
0,75%	1,001	1,113	0,14	0,072	2,07

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6
KH ₂ PO ₄ 5%	1,033	1,222	0,12	0,108	1,38
15 %	1,111	1,188	0,14	0,077	1,92
KH ₂ PO ₄ 10% + 0,4% AFFF	1,073	1,142	0,15	0,065	2,29
K ₂ SO ₄ 7.5 %	1,063	1,23	0,13	0,093	1,6
K ₂ SO ₄ 6% + 0,4% AFFF	1,050	1,355	0,15	0,076	1,96
KCl 5%	1,034	1,23	0,13	0,093	1,60
10%	1,065	1,185	0,14	0,077	1,94
19 %	1,123	1,21	0,16	0,058	2,57
KCl 9% + 0,4% AFFF	1,059	1,254	0,18	0,049	3,04
KBr 5%	1,036	1,98	0,13	0,090	1,66
10%	1,079	1,227	0,16	0,059	2,53
15 %	1,117	1,192	0,18	0,047	3,17
25%	1,207	1,179	0,20	0,038	3,92
KBr 6% + 0,4% AFFF	1,043	1,374	0,19	0,048	3,1
KI 5%	1,043	1,208	0,16	0,058	2,57
10%	1,077	1,147	0,18	0,045	3,31
25 %	1,213	1,035	0,20	0,033	4,52
KMnO ₄ 4,3%	1,028	1,215	0,14	0,079	1,87
KNO ₃ 2%	1,013	1,263	0,13	0,095	1,57
4,4%	1,027	1,235	0,14	0,080	1,86
10%	1,065	1,202	0,17	0,053	2,81
15%	1,097	1,19	0,18	0,047	3,17
KNO ₃ 3% + 0,4AFFF +...	1,018	1,203	0,20	0,038	3,92
114 В2 (хладон)	2,18	0,864	0,20	0,028	5,32
K ₂ CO ₃ 2%	1,016	1,297	0,13	0,098	1,52
4,4%	1,037	1,300	0,15	0,074	2,01
10%	1,088	1,246	0,17	0,055	2,71
15%	1,135	1,201	0,19	0,042	3,55
20%	1,185	1,204	0,20	0,041	3,63
KCO ₃ 3% + 0,4% AFFF +...	1,025	1,238	0,20	0,039	3,82
K ₃ Fe(CN) ₆ (червона кров'яна сіль)					
2%	1,011	1,245	0,17	0,055	2,71
6%	1,033	1,220	0,19	0,043	3,47
7%	1,040	1,221	0,20	0,039	3,82
K ₃ Fe(CN) ₆ 2,5% + +0,4% AFFF	1,016	1,277	0,19	0,045	3,31
K ₄ Fe(CN) ₆ (жовта кров'яна сіль)					
1,00%	1,005	1,255	0,15	0,071	2,1
1,88%	1,012	1,284	0,20	0,041	3,63
K ₄ Fe(CN) ₆ 1,00% + +0,4% AFFF	1,008	1,214	0,19	0,043	3,47
K ₄ Fe(CN) ₆ 1,5% + +0,4% AFFF	1,010	1,239	0,19	0,044	3,39

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	
K ₂ C ₂ O ₄	3,00%	1,021	1,342	0,14	0,087	1,71
	5,00%	1,034	1,285	0,17	0,057	2,61
	12,0%	1,081	1,265	0,20	0,040	3,73
	K ₂ C ₂ O ₄ 3,00% + +0,4% AFFF	1,022	1,306	0,18	0,051	2,91
	K ₂ C ₂ O ₄ 4,00% + +0,4% AFFF	1,027	1,306	0,20	0,042	3,55
K ₂ Cr ₂ O ₇ 7,00%	1,052	1,251	0,16	0,06	2,48	

Було також здійснено спроби визначити критичну інтенсивність подавання рекомендованого у роботах [15-16] 40% водного розчину CuCl₂. У результаті дослідження виявлено відсутність переваг такого розчину порівняно з водою в умовах випробувань, тобто зафіксовано відсутність гасіння макетного вогнища діаметром більше 0,10 м. Крім того, із-за високої корозійної активності цього розчину виведено з ладу форсунки розпилення (витрата розчину хлориду міді протягом 30 с змінювалась від початкового значення більше ніж в чотири рази). Таким чином виявлено помилковість і необґрунтованість висновків [15-16] щодо високої інгібувальної та вогнегасної здатностей цієї речовини.

Висновки

1. Із застосуванням розробленої методики визначено критичні інтенсивності подавання тонко розпиленних водних вогнегасних речовин із вмістом солей-інгібіторів горіння і піноутворювачів для пожежогасіння загального та спеціального призначення у разі гасіння легкозаймистої речовини – нефрасу С-2-80/120. При цьому виявлено, що ряд ефективності за значенням критичної інтенсивності подавані для досліджених водних вогнегасних речовин в умовах експерименту має вигляд:

H₂O < KН₂РO₄(5%) < H₂O (нагріта до 100°C) = K₂SO₄(7.5%) = KCl(5%) = KBr(5%) = KNO₃(2%) = K₂CO₃(2%) < KН₂РO₄(15%) = KCl(10%) = KNO₃(4.4%) = KMnO₄(4,3%) = ПУ AFFF (0.1-1,0%) = ПУ «Пірена» (0.1-1,0%); = K₂C₂O₄(3%) < KН₂РO₄(10%) + ПУ AFFF (0.4%) = K₂SO₄(6%) + ПУ AFFF (0.4%) = K₂CO₃(4.4%) = K₄[Fe(CN)₆](1%) < KCl(19%) = KBr(10%) = KI(5%) = K₂Cr₂O₇(7.0%) < KNO₃(10%) = K₂CO₃(10%) = K₄[Fe(CN)₆] = K₂C₂O₄(5%) < KCl(9%) = ПУ AFFF (0.4%) = KBr(15%) = KI(10%) = KNO₃(15%) = K₂CO₃(3%) + ПУ AFFF (0.4%) < < KBr(6%) + ПУ AFFF (0.4%) = K₂CO₃(15%) = K₃[Fe(CN)₆] (69%) = K₄[Fe(CN)₆] (1.5%) + +0.4 ПУ AFFF < KBr(25%) = KI(25%) = KNO₃(3%) + ПУ AFFF (0.4%) = K₂CO₃(20%) = K₂CO₃(3%) + ПУ AFFF (0.4%) = K₂CO₃ = K₃[Fe(CN)₆] (79%); = K₄[Fe(CN)₆] (1.88%) = K₂C₂O₄(12%) = K₂C₂O₄(4%) + ПУ AFFF (0.4%)

2. За показником критичної інтенсивності подавання залежно від виду та співвідношення солей-інгібіторів горіння і піноутворювачів для пожежогасіння ефективність водних вогнегасних речовин у разі гасіння легкозаймистих рідин може довести майже до рівня хладону 114В2.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять.
2. Антонов А.В., Турчин А.І., Светлов Є.Я. Застосування технології тонкого розпилення водних вогнегасних речовин для протипожежного захисту об'єктів з масовим перебуванням людей // Науковий вісник УкрНДПБ: Науковий журнал. – К.: УкрНДПБ МВС України, 2001. – № 2 (4). – С. 65, 66.
3. Антонов А. В. Дослідження щодо розроблення водних і водопінних вогнегасних речовин з розширеним температурним діапазоном застосування / А. В. Антонов, В. О. Боровиков, А. І. Турчин // Науковий вісник УкрНДПБ. – 2003. – Вип. 1(7). – С. 81-89.

4. Цариченко С.Г. Проблемы использования тонкораспыленной воды в автоматических установках пожаротушения // Алгоритм безопасности. – 2005. – №5. – С.29-30.
5. Антонов А. В. Вопросы проектирования и применения систем пожаротушения с использованием технологий тонкого распыливания водных огнетушащих веществ / А. В. Антонов, А. И. Турчин // Актуальные проблемы пожарной безопасности: Материалы XXI Междунар. науч.-практ. конф. – М.: ВНИИПО, 2010. – С. 173-175.
6. Звіт про науково-дослідну роботу — Провести теоретичні і експериментальні дослідження процесів придушення полум'я вогнегасними речовинами і виявити шляхи підвищення їх ефективності // Кер. Антонов А.В., канд. техн. наук, ст. наук. співр. К., УкрНДПБ МВС України, 1995. – 318 с.
7. ТУ У 29,2-0230668-007:2008 «Модулі пожежогасіння тонко розпиленими водними вогнегасними речовинами МПГ ТВВР–0,05–1,6–00 та МПГ ТВВР–0,05–1,6–01. Технічні умови»
8. Турчин А.І. Протипожежний захист об'єктів установками пожежогасіння модульного типу з використанням тонкого розпилення водних вогнегасних речовин: Автореф. дис. канд.техн.наук.: 21.06.02/ УкрНДПБ МНС України. – К., 2011.
9. Пат. № 92679 Україна, МПК А62D1/00. Водопінна вогнегасна речовина на основі піноутворювача загального призначення / Антонов А. В., Ковалишин В. В., Козяр Н. М.; заявник і патентовласник Львівський держ. у-т безпеки життєдіяльності. - № а 2009 04435; заявл. 05.05.09; опубл. 25.11.10, Бюл. № 22.
10. Пат. № 52969 Україна, МПК А62D1/02 (2006.01). Водна вогнегасна речовина для гасіння тонкорозпиленими струменями пожеж класів «А» та «В» за ГОСТом 27331-87 з використанням від -30 до +50 0С / Антонов А. В., Ковалишин В. В., Турчин А.І., Козяр Н.М.; заявник і патентовласник Львівський держ. у-т безпеки життєдіяльності. - № у 2009 11293; заявл. 06.11.09; опубл. 27.09.10, Бюл. № 18.
11. Пат. № 96797 Україна, МПК А62D1/02 (2006.01). Водна вогнегасна речовина для гасіння тонкорозпиленими струменями пожеж класів «А» та «В» за ГОСТ 27331-87 / Антонов А. В., Ковалишин В. В., Турчин А.І., Вайсман М.Н., Козяр Н.М.; заявник і патентовласник Львівський держ. у-т безпеки життєдіяльності. - № а 2009 11271; заявл. 06.11.09; опубл. 12.12.11, Бюл. № 23.
12. Пат. № 98325 Україна, МПК А62D1/02 (2006.01). Водна вогнегасна речовина для гасіння горючих матеріалів класів «А» та «В» за ГОСТ 27331-87 підвищеної ефективності / Антонов А. В., Ковалишин В. В., Турчин А.І., Козяр Н.М.; заявник і патентовласник Львівський держ. у-т безпеки життєдіяльності. - № а 2009 11273; заявл. 06.11.09; опубл. 10.05.11, Бюл. № 9.
13. Антонов А.В. Ингибирующие и огнетушащие свойства тонкораспыленных водных растворов на основе карбоната и нитрата калия : Материалы XXIV Международной научно-практической конференции по проблемам пожарной безопасности, посвященной 75-летию создания института. М.: ФГБУ «Всероссийский ордена «Знак почета» Научно-исследовательский институт противопожарной обороны, 2013 - С. 108-113.
14. Абдурагимов И.М. Несостоятельность идеи применения тонкораспыленной и «термоактивированной» (перегретой) воды для пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность. – Москва, 2011. – Том 20 № 6. – С. 54 – 58.
15. Вогнегасні властивості аерозолів водних розчинів купрум (II) хлориду / Годованець Н.М., Михалічко Б.М., Щербина О.М. // Пожежна безпека. Збірник наукових праць ЛДУБЖД. – 2012. - №21 – С. 65-72.
16. Годованець Н.М. Антипіренові та інгібуюча дія водних вогнегасних речовин на основі сполук купруму на горіння нітрогенумісних вуглеводів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 21.06.02 «Пожежна безпека» Н.М. Годованець. – Львів, 2013. - 21 С.