

Т.Є.Кісіль, В.В.Ковалишин, к.т.н.

(Львівський інститут пожежної безпеки МНС України),

В.О.Боровиков, к.т.н., А.В.Антонов, к.т.н.

(Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки МНС України)

ЗАСТОСУВАННЯ КАРБАМІДУ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІНИ

Досліджено вплив карбаміду на піноутворювальну здатність робочих розчинів піноутворювачів загального призначення "ПО-6К", "ПО-6ОСТ", "ТЭАС", "ПО-6ТС", "Пегас" і "Сніжок-1", а також вогнегасну ефективність пін середньої кратності, що утворюються з них. Встановлено, що карбамід, не впливаючи на піноутворювальну здатність робочих розчинів досліджених піноутворювачів, значною мірою підвищує вогнегасну здатність пін середньої кратності, що утворюються з них.

В Україні для отримання пін під час гасіння пожеж найчастіше застосовують піноутворювачі загального призначення. Вони мають найбільш широке застосування у зв'язку з відносно низькою вартістю і доступністю сировини, а також відпрацьованою технологією їх виробництва. Піноутворювачі загального призначення в більшості випадків застосовують з метою отримання пін середньої кратності, оскільки піни низької кратності, що утворюються з їх робочих розчинів, зазвичай мають нижчу вогнегасну ефективність у разі гасіння неполярних горючих (легкозаймистих) рідин [1-12]. Відомо [13], що ефективність гасіння пожежі значною мірою залежить від показників якості вогнегасних речовин, а також раціонального вибору технологій їх застосування.

Також відомо [14], що вогнегасну ефективність пін, які утворюються з робочих розчинів піноутворювачів, можна збільшувати шляхом введення різних добавок як до складу піноутворювачів, так і до складу їх робочих розчинів. Зокрема, за рахунок введення добавок до робочих розчинів піноутворювачів досягають стабілізації їх показників якості, а також відновлюють вогнегасну ефективність, яка знизилася внаслідок тривалого зберігання, на 25% шляхом додавання до них 5% карбаміду [15, 16]. Слід відзначити, що після проведеного пошуку, автори не знайшли опублікованих даних про залежність вогнегасної ефективності піни середньої кратності від концентрації карбаміду у робочих розчинах піноутворювачів загального призначення. Тому метою роботи було виявлення та дослідження такої залежності.

Об'єктом досліджень були робочі розчини піноутворювачів "ПО-6К" виробництва ВО "Салаватнефтеоргсинтез" (Росія), "ПО-6ОСТ" марки "1" виробництва ТОВ "СПО Щит" (Росія), "ТЭАС" виробництва ТОВ "Завод моющих средств" (Росія), "ПО-6ТС" марки "А" виробництва ВАТ "Ивхимпром" (Росія), "Пегас" виробництва Горлівського хімічного заводу (Україна), "Сніжок-1" виробництва ТОВ ППО "Пірена" (Україна).

Під час досліджень кратність і стійкість піни середньої кратності визначали згідно з вимогами ДСТУ 3789 [17]. Методика полягає у визначенні маси робочого розчину піноутворювача, витраченого на заповнення піною ємкості об'ємом 200 дм³, і вимірюванні проміжку часу, за який з піни виділяється половина об'єму водного розчину, витраченого на її отримання. Для генерування піни використовується ежекційний піногенератор стандартизованої конструкції, що забезпечує витрату робочого розчину піноутворювача (66 ± 3) см³/с у разі створення тиску перед ним $(0,50 \pm 0,02)$ МПа.

Результати досліджень з визначення впливу карбаміду на піноутворювальну здатність робочих розчинів піноутворювачів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Результати досліджень з визначення залежності кратності піни, що утворюється з робочих розчинів піноутворювачів загального призначення, від концентрації в них карбаміду

Марка піноутворювача	Концентрація карбаміду в робочому розчині, %	Кратність піни	Показник стійкості піни $t_{1/2}$, с
“ПО-6К”	0	87 ± 2	257 ± 8
	7	86 ± 2	260 ± 9
	15	85 ± 3	263 ± 12
“ПО-6ОСТ” марки “1”	0	81 ± 3	213 ± 6
	7	80 ± 2	214 ± 8
	15	80 ± 3	219 ± 9
“ТЭАС”	0	92 ± 2	285 ± 14
	7	91 ± 3	292 ± 11
	15	90 ± 3	296 ± 12
“ПО-6ТС” марки “А”	0	85 ± 2	258 ± 10
	7	84 ± 2	263 ± 14
	15	83 ± 3	270 ± 8
“Пегас”	0	78 ± 3	228 ± 9
	7	78 ± 2	231 ± 11
	15	76 ± 2	234 ± 13
“Сніжок-1”	0	85 ± 3	246 ± 9
	7	84 ± 2	248 ± 11
	15	83 ± 3	251 ± 10

Як видно з аналізу отриманих даних, кратність піни майже не змінюється в діапазоні від 0 до 15% (мас) концентрації карбаміду у робочих розчинах досліджених піноутворювачів.

Вогнегасну ефективність оцінювали за показником критичної інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів у разі гасіння бензину марки “А-76” піною середньої кратності. Критичною інтенсивністю подавання робочого розчину піноутворювача називають таку мінімальну інтенсивність його подавання, яка забезпечує гасіння макетного вогнища за проміжок часу, що не перевищує 300 с, яку визначають згідно з метрологічно атестованою методикою УкрНДІПБ [18]. Піну отримували за допомогою піногенератора шляхом подавання на його сітку робочого розчину досліджуваного піноутворювача. Як робочий газ для отримання газомеханічної піни використовували стиснене повітря, яке подавалося у піногенератор. Витрата робочого розчину дорівнювала $(2,0 \pm 0,2)$ см³/с, витрата повітря – (200 ± 20) дм³/(м²·с). Для досліджень використовували макетні вогнища пожежі, що представляли собою круглі металеві дека, в які заливали бензин марки “А-76” з таким розрахунком, щоб висота його шару дорівнювала $(2,0 \pm 0,2)$ см.

Генеровану піну середньої кратності подавали в центр макетного вогнища пожежі і визначали тривалість його гасіння як проміжок часу від початку подавання піни до припинення

горіння. Якщо досягалося гасіння, а тривалість подавання піни не перевищувала 300 с, переходили поступово до гасіння макетних вогнищ пожежі з більшою площиною.

Інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача під час гасіння визначали за формулою

$$I = \frac{Q}{S} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2}, \quad (1)$$

де I – інтенсивність подавання робочого розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; Q – витрата робочого розчину, що дорівнює $(2,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3/\text{с}$; S – площа поверхні макетного вогнища, дм^2 ; d – діаметр макетного вогнища, дм .

Критичну інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача визначали за формулою

$$I_{кр} = \frac{I_1 + I_2}{2}, \quad (2)$$

де $I_{кр}$ – критична інтенсивність подавання робочого розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; I_1 – інтенсивність подавання робочого розчину, за якої гасіння макетного вогнища досягається за час, що не перевищує 300 с, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$; I_2 – інтенсивність подавання робочого розчину, за якої гасіння макетного вогнища не досягається або досягається за час, що перевищує 300 с, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Результати досліджень з визначення залежності вогнегасної ефективності пін середньої кратності, що утворюються з робочих розчинів досліджених піноутворювачів, від концентрації в них карбаміду наведено в таблиці 2.

Результати випробувань показали (таблиця 2), що додавання карбаміду до робочих розчинів усіх досліджених піноутворювачів призводить до суттєвого зниження критичної інтенсивності їх подавання, тобто до підвищення вогнегасної ефективності піни. Піна, що утворюється з робочих розчинів усіх досліджених піноутворювачів, що містять 5% карбаміду, має значно вищу вогнегасну ефективність, ніж піна, що утворюється з їх робочих розчинів без карбаміду. Найбільший вплив карбаміду відзначено для піноутворювача “ПО-БК” (величина критичної інтенсивності подавання робочого розчину знижується на 30%), найменший – для піноутворювача “Сніжок-1” (величина критичної інтенсивності подавання робочого розчину знижується на 8%). Подальше збільшення концентрації карбаміду призводить до менш суттєвого зменшення величини критичної інтенсивності.

Також можна відзначити (таблиця 2), що чим вища вогнегасна ефективність піни, що утворюється з робочого розчину піноутворювача без вмісту карбаміду, тим менше відносне зниження величини критичної інтенсивності досягається за рахунок додавання карбаміду до нього.

Зниження величини критичної інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів “ТЭАС”, “ПО-6ТС”, “Пегас” і “Сніжок-1” до найменших значень досягається у разі 15%-ної концентрації в їх складі карбаміду. Незважаючи на суттєву різницю між початковими значеннями критичних інтенсивностей подавання їх робочих розчинів, вогнегасна ефективність пін, що утворюються з їх робочих розчинів, які містять 15% карбаміду, практично однакова, а значення критичної інтенсивності дорівнює $(0,020 \pm 0,001) \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Таблиця 2. Результати досліджень з визначення критичної інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів з різною концентрацією карбаміду у разі гасіння піною середньої кратності

Марка піноутворювача	Концентрація карбаміду в робочому розчині, % мас.	Максимальний діаметр макетного осередку, який гаситься за час менший ніж 300 с, см	Значення критичної інтенсивності подавання робочого розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
“ПО-6К”	0	21,0	$0,056 \pm 0,001$
	5	25,0	$0,039 + 0,001$
	10	28,0	$0,031 \pm 0,001$
	15	29,0	$0,029 \pm 0,001$
	20	29,0	$0,029 \pm 0,001$
“ПО-6ОСТ” марки “І”	0	25,0	$0,039 + 0,001$
	5	28,0	$0,031 \pm 0,001$
	10	30,0	$0,027 \pm 0,001$
	15	31,5	$0,024 + 0,001$
	20	31,5	$0,024 + 0,001$
“ТЭАС”	0	28,0	$0,031 \pm 0,001$
	5	31,5	$0,024 + 0,001$
	10	33,5	$0,022 \pm 0,001$
	15	35,0	$0,020 \pm 0,001$
	20	35,0	$0,020 \pm 0,001$
“ПО-6ТС” марки “А”	0	29,0	$0,029 \pm 0,001$
	5	31,5	$0,024 + 0,001$
	10	33,5	$0,022 \pm 0,001$
	15	35,0	$0,020 \pm 0,001$
“Пегас”	0	26,0	$0,036 + 0,001$
	5	30,0	$0,027 \pm 0,001$
	10	31,5	$0,024 + 0,001$
	15	35,0	$0,020 \pm 0,001$
“Сніжок-І”	0	31,5	$0,024 + 0,001$
	5	33,5	$0,022 \pm 0,001$
	10	35,0	$0,020 \pm 0,001$
	15	35,0	$0,020 \pm 0,001$

На прикладі піноутворювачів “ПО-6К”, “ПО-6ОСТ” і “ТЭАС” показано (таблиця 2), що збільшення вмісту карбаміду в робочих розчинах піноутворювачів до значень, що перевищують 15%, не призводить до подальшого зниження критичної інтенсивності їх подавання.

Результати досліджень та отримані залежності передбачається використати для підвищення вогнегасної здатності пінних вогнегасників і установок пінного пожежогасіння, а також розширення температурного діапазону їх застосування, з доведенням показників якості технічних засобів пожежогасіння до значень, передбачених вимогами нормативних документів (зокрема [19, 20]), за рахунок застосування в них водних розчинів, у складі яких будуть досліджені піноутворювачі загального призначення та карбамід.

Надалі планується дослідити корозійну активність водних розчинів піноутворювачів з добавками карбаміду, його вплив на температуру замерзання, а також визначити вогнегасну здатність технічних засобів пожежогасіння, споряджених ними, в полігонних умовах під час гасіння модельних вогнищ пожеж класів А і В, згідно з [21].

ЛІТЕРАТУРА:

1. Казаков М.В., Петров И.И., Реутт В.Ч. Средства и способы тушения пламени горючих жидкостей. М.: Стройиздат, 1977. – 112 с.
2. Меркулов В.А., Понимасов В.Н. Огнетушащая способность пен низкой кратности // Пожаротушение: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1983. – С. 67-70.
3. Крылова Г.С., Пешков В.В., Пузако М.В. Применение синтетических пенообразователей для тушения авиационного топлива // Пожаротушение: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1983. – С. 79-82.
4. Огнетушащие свойства пен низкой и средней кратности из пенообразователей различных типов / Билкун Д.Г., Казаков М.В., Моисеенко В.М., Пешков В.В. // Пожаротушение: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1984. – С. 10-15.
5. Тушение нефтепродуктов низкократными пенами / Кучер В.М., Меркулов В.А., Жуков В.В., Понимасов В.Н. // Пожаротушение: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1984. – С. 29-37.
6. Меркулов В.А., Кучер В.М. Влияние кратности и способа подачи пены на эффективность тушения // Пожаротушение: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1985. – С. 14-17.
7. Меркулов В.А., Галицкий М.А. и др. Тушение стабильного конденсата пенами // Пожаротушение: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1985. – С. 102-109.
8. Огнетушащая способность пен при тушении стабильного конденсата / Кучер В.М., Меркулов В.А., Лебедев С.Ю., Погорелко А.М. // Пожаротушение: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1986. – С. 79-87.
9. Меркулов В.А., Кучер В.М., Жуков В.В., Погорелко А.М. Применение пены для тушения пожаров растворителей в производстве минеральных масел // Средства и способы пожаротушения: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИПО МВД СССР, 1988. – С. 62-67.
10. Кучер В.М., Меркулов В.А., Жуков В.В. Влияние кратности воздушно-механической пены на ее эффективность // Горение и проблемы тушения пожаров: Тезисы VI Всесоюзной научно-практической конференции. – М., 1979. – С. 28-34.
11. Применение пены для тушения пожаров органических жидкостей: Справочное пособие. – М.: ВНИИПО МВД России, 1995. – 99 с.
12. Вплив тиску перед піногенератором на піноутворювальну здатність піноутворювачів загального призначення та залежність вогнегасної ефективності піни від її кратності / Антонов А.В., Боровиков В.О., Білошицький М.В. та ін. // Науковий вісник УкрНДІПБ: Науковий журнал. – К., 2002, №1 (5). – С. 105-111.
13. Антонов А.В. Теория и практика разработки и применения огнетушащих веществ // Проблемы пожарной безопасности: Сборник научных трудов / Под ред. А.В.Антонова. – К.: МВС України, 1995. – С. 45-47.
14. Казаков М.В. Применение поверхностно-активных веществ для тушения пожаров. – М.: Стройиздат, 1977. – 81 с.
15. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров: Инструкция. – М.: ВНИИПО МВД России, 1996. – 28 с.
16. Інструкція про порядок застосування і випробування піноутворювачів для пожежогасіння. – К.: МВС України, 1999. – 31 с.
17. ДСТУ 3789-98 Піноутворювачі загального призначення для гасіння пожеж. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
18. Методика визначення тривалості гасіння і критичної інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача для піни середньої кратності при гасінні горючих рідин №2000/2-ПУ-10 УкрНДІПБ МНС України.
19. ДСТУ 3675-98 Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
20. ДСТУ 3734-98 (ГОСТ 30612-99) Пожежна техніка. Вогнегасники пересувні. Загальні технічні вимоги.
21. ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров.