

Висновки

Досвід у використанні споруд, встановлених на пожежних полігонах та майданчиках, показує, що професійної майстерності та навичок швидкого та адекватного реагування на небезпечні ситуації більш ефективно набувати чи закріплювати тоді, коли споруди відповідають таким вимогам [4]:

– дозволяють створити пізнавальні, вольові та емоційні труднощі і проводити психологічну підготовку особового складу пожежних підрозділів в умовах, максимально наближених до бойових;

– якнайточніше моделюють небезпечні ситуації, що виникають під час гасіння пожеж;

– дозволяють створити умови формування погодженості між різними номерами бойових обслуг, між командирами та підлеглими.

В зв'язку з цим рекомендується, перш ніж приступити до будівництва споруд пожежно-рятувального полігона або майданчика, на основі статистичного аналізу скласти опис найбільш небезпечних факторів, і тільки тоді приступити до формування штучних перешкод, що моделюють реальні бойові умови даного підрозділу пожежно-рятувальної служби МНС України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Закон України «Про пожежну безпеку» від 17.12.93 р.
2. Glass W. Das «personliche Risiko» der Feuerwehrleute // Florian Hessen. - 1998. - № 6. - P. 20-22.
3. Білінський Б.О. Аналіз статистичних даних щодо причин та наслідків виробничого травматизму особового складу пожежно-рятувальної служби МВС України // Збірник наукових праць "Пожежна безпека – 2001. – Львів. : СПОЛОМ.- 2001.- С. 96 – 98.
4. Методика проведення занять по психологічній підготовці особового складу на учбових полігонах та вогневих смугах психологічної підготовки пожежних. К.: УДПО МВС України, 1994 р.- №12/2-1070.

УДК 614.842.615

Т.Є.Кісіль, В.В.Ковалишин, к.т.н., с.н.с. (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України), В.О.Боровиков, к.т.н., А.В.Антонов, к.т.н., ст.н.с. (Український науково-дослідний інститут пожежної безпеки)

ЗНИЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ АКТИВНОСТІ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ ПІНОУТВОРЮВАЧІВ

Проаналізовано досвід застосування водопінних вогнегасних речовин в технічних засобах пожежогасіння, показано, що одним із шляхів підвищення ефективності їх застосування є зниження корозійної активності цих речовин. Зокрема, досліджено вплив карбаміду і гідрофосфату амонію на корозійну активність ряду робочих розчинів піноутворювачів загального та спеціального призначення. Результати досліджень можуть бути використані для розробки ефективних зарядів до водних та повітряно-пінних вогнегасників, а також під час експлуатації стаціонарних установок пінного та водяного пожежогасіння.

Як відомо, для протипожежного захисту приміщень житлових та адміністративних будинків, а також об'єктів різного призначення широко застосовуються вогнегасники різних типів. Так, наприкінці 80-х рр. на вогнегасники припадало до 48% виробництва основних видів пожежної техніки в СРСР [1, 2]. Вважається, що половину пожеж можна ліквідувати на початкових стадіях за допомогою вогнегасників, але однією з проблем залишається

забезпеченість ними, яка в Україні в теперішній час задовольняється лише на 58% [3-5]. Крім того, проведені дослідження показали, що термін, протягом якого вони зберігають свою працездатність, як правило, нижче значення, яке вказується в паспорті. Цілком очевидно, що забезпечення об'єкта, що підлягає захисту, достатньою кількістю вогнегасників відповідного типу і належної якості дозволяє значно збільшити частку пожеж, які можуть бути погашені з їх застосуванням. Зокрема, в Росії за допомогою вогнегасників щорічно ліквідується до 16,5%, у Німеччині – до 28% від загальної кількості пожеж [4]. Частка пожеж у житловому секторі, які гасяться за допомогою вогнегасників, досягає 80% у Великобританії і 90% у Франції. У той же час, в Україні лише 7% від загальної кількості пожеж ліквідується за їх допомогою [6].

Відомо також, що на багатьох об'єктах існують установки водяного та пінного пожежогасіння, в яких передбачається зберігання водних розчинів піноутворювачів. Одним із шляхів подовження їх терміну зберігання є зниження корозійної активності по відношенню до конструкційних матеріалів, з яких виготовлені ємкості для зберігання водних розчинів і трубопроводи для їх подавання. Зниження швидкості корозії також дає змогу подовжити термін експлуатації обладнання систем пожежогасіння.

За даними [1, 2], близько 50% вогнегасників, що вироблялися у колишньому СРСР, належали до типу “ОХП” (“огнетушитель химический пенный”). Під час приведення такого вогнегасника в дію відбувається хімічна реакція між кислотною та лужною частинами його заряду, яка супроводжується виділенням газоподібного діоксиду вуглецю. Як стабілізатор піни у складі зарядів до таких вогнегасників спочатку використовували добавки поверхнево-активних речовин (ПАР) природного походження. Саме цей принцип отримання протипожежної піни вперше запропонував російський інженер О.Г.Лоран 100 років тому [7]. В 1908-1909 р. р. на виставках у Санкт-Петербурзі та Москві був продемонстрований у роботі пінний вогнегасник “Эврика”, який виявився ефективнішим, ніж відомі у світі німецькі рідинні вогнегасники “Феникс” та “Минимакс”. У 1911 р. з'явився удосконалений пінний вогнегасник “Эврика-Богатырь”.

Пізніше як стабілізатор піни в зарядах хімічних пінних вогнегасників почали використовувати біологічно “жорсткі” алкіларілсульфонати [1, 2]. Крім біологічної “жорсткості” заряду, вогнегаснику “ОХП-10” властива низка інших недоліків, найсуттєвішим з яких є низька вогнегасна ефективність. Застосування такого вогнегасника дає змогу погасити модельне вогнище пожежі 8В, площа якого дорівнює всього 0,25 м², він також малоефективний у разі гасіння пожеж класу А. Аби “ОХП-10” спрацював, його необхідно перевернути. Крім того, конструкція вогнегасника цього типу не забезпечує можливості переривчастого подавання вогнегасної речовини.

В роботах [1, 2] повідомляється, що в Росії розроблено вогнегасники повітряно-пінні “ОВП-5” та “ОВП-10” (місткість корпусу відповідно 5 дм³ і 10 дм³) із зарядами на основі біологічно “м'яких” компонентів, які мають значно вищу вогнегасну ефективність під час гасіння пожеж класів А і В порівняно з вогнегасником “ОХП-10”. Зокрема, вогнегасник “ОВП-5” забезпечує гасіння модельного вогнища пожежі 34В (1,07 м²), а “ОВП-10” – модельного вогнища пожежі 55В (1,73 м²). Вогнегасники споряджаються насадками для генерування пін низької або середньої кратності, гнучкими шлангами, а також запірнопусковими пристроями, які забезпечують можливість подавання як безперервного, так і переривчастого струменя піни. Для витискання вогнегасної речовини з корпусу вогнегасника використовують балончики зі стисненим повітрям. Виробництво таких вогнегасників налагоджено на декількох підприємствах Росії [8], а вимоги до зарядів, якими вони споряджаються, встановлюються нормами НПБ 305-2001 [9].

Нормативні документи, що регламентують вимоги до зарядів до повітряно-пінних вогнегасників чи установок пінного пожежогасіння, в Україні в теперішній час відсутні. Натомість чинний Державний стандарт ДСТУ 3675 [10], відповідно до вимог якого вогнегасник з місткістю корпусу 9 дм³ повинен забезпечувати гасіння модельного вогнища пожежі 89В.

Оснащення об'єктів в Україні вогнегасниками регламентується численними галузевими нормами, а також додатком №3 до Правил пожежної безпеки в Україні. Багато галузевих

норм містять рекомендації щодо застосування вогнегасника "ОХП-10", який вже знято з виробництва, і навпаки, не містять інформації про повітряно-пінні вогнегасники, які виробляються в теперішній час і є одними з таких, що використовуються для протипожежного захисту найчастіше. Водночас на багатьох об'єктах продовжують зберігатися вогнегасники типу "ОХП-10", які не відповідають вимогам Державного стандарту [10].

Відомо багато винаходів (наприклад, [11-18]), що стосуються піноутворювальних складів, які в принципі можна використовувати як заряди для повітряно-пінних вогнегасників і систем пінного пожежогасіння. У той же час очевидно, що у виробництві вогнегасників та під час спорядження систем пожежогасіння як заряди зручніше використовувати не суміші окремих речовин, а робочі розчини піноутворювачів, що виробляються серійно, з добавками або без них. У залежності від типу застосовуваного піноутворювача слід використовувати генератори піни середньої кратності, стволи для генерування і подавання піни низької кратності чи насадки для отримання розпиленних струменів або піноемулсій (пін з кратністю не вище 3).

Отже, для підвищення рівня протипожежного захисту об'єктів тільки за рахунок більш ефективного застосування водних і водопінних вогнегасних речовин необхідно вирішити насамперед задачі підвищення їх вогнегасної здатності, а також зниження корозійної активності шляхом введення до їх рецептур відповідних модифікуючих добавок.

Відомо [19], що швидкість корозії низьковуглецевої сталі у водних розчинах, реакція яких близька до нейтральної, у багатьох випадках можна знизити шляхом додавання повністю або частково заміщених фосфатів. Така дія фосфат-іонів пояснюється утворенням на поверхні металу захисної плівки (пасивацією), яка перешкоджає подальшому його руйнуванню. Як інгібітор корозії використовували гідрофосфат амонію в концентрації 0,4% [20, 21], який є одним з найбільш економічних і доступних інгібіторів корозії чорних металів [19]. Йому було віддано перевагу перед фосфатом натрію, оскільки додавання цієї солі може призвести до значного підвищення реакції середовища (рН) внаслідок гідролізу, що є небажаним. Крім того, у разі використання з метою приготування зарядів води, яка має високу твердість, можливе утворення фосфату кальцію, який має невисоку розчинність, і випадіння осаду.

У роботах [20, 21] наведено результати досліджень впливу фосфатів на стабільність водневого показника, а також кратності і вогнегасної ефективності піни середньої кратності, що утворюється з робочих розчинів піноутворювача "Пегас", у разі їх зберігання у нефарбованих корпусах вогнегасників, виготовлених зі сталі марки "Ст3". Було показано, що шляхом додавання фосфатів можна знизити швидкість корозії сталі марки "Ст3" в робочих розчинах піноутворювача "Пегас", а також його робочих розчинах, що містять добавки карбаміду, який використовувався для зниження температури замерзання. Зниження швидкості корозії зумовило меншу швидкість зміни водневого показника (рН) і більш повільне погіршення піноутворювальної здатності водних розчинів. Робочий розчин піноутворювача "Пегас" з добавками карбаміду та інгібітору корозії зберіг задовільні піноутворювальні властивості після зберігання протягом 3 років у нефарбованому корпусі вогнегасника, а піна середньої кратності, що утворювалася з нього, мала доволі вогнегасну ефективність: критична інтенсивність подавання такого розчину у разі гасіння бензину марки "А-76" піною середньої кратності дорівнювала $0,026 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ проти початкового значення $0,017 \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ [21]. Враховуючи той факт, що внутрішні поверхні корпусів повітряно-пінних вогнегасників покривають водостійкими фарбами або емаллями, прогнозовано, що термін зберігання робочих розчинів піноутворювача "Пегас" з добавками карбаміду та інгібітору корозії в таких умовах може перевищувати 3 роки. Однак проведених досліджень недостатньо для оцінювання впливу цих добавок на швидкість корозії низьковуглецевої сталі в робочих розчинах піноутворювача.

Зниження швидкості корозії сталі у робочому розчині піноутворювача "Сніжок-1" також було досягнуто також за рахунок додавання до нього фосфатів [22], але рецептуру піноутворювача було удосконалено [23] і виникла необхідність проведення досліджень з

визначення впливу цих добавок на корозійну активність його робочих розчинів, у т. ч. таких, що містять карбамід.

У роботі [24] наведено результати досліджень з визначення впливу карбаміду на вогнегасну ефективність пін середньої кратності, що утворюються з робочих розчинів декількох піноутворювачів загального призначення, виявлено залежності критичної інтенсивності подавання їх робочих розчинів у разі гасіння бензину марки "А-76" піною середньої кратності від вмісту карбаміду, і визначено кількості цієї речовини, необхідні для досягнення мінімальної величини критичної інтенсивності подавання робочого розчину кожного з досліджених піноутворювачів.

Дослідження з визначення корозійної активності робочих розчинів більшості піноутворювачів загального та спеціального призначення, які розроблено в Україні (крім піноутворювача "Пегас" і піноутворювача "Сніжок-1" до удосконалення його рецептури), не проводили, не досліджували також вплив на цей показник карбаміду та фосфатів.

Метою роботи було дослідження впливу карбаміду та гідрофосфату амонію на корозійну активність робочих розчинів піноутворювачів загального призначення "Пегас", "Сніжок-1", плівкоутворювальних піноутворювачів "ППЛВ-(Універсал)" марки 106 та "АFFF-106", які виробляються в Україні, а також на корозійну активність робочих розчинів дослідного зразка піноутворювача загального призначення на основі динатрієвих солей моноєфірів сульфоянтарної кислоти і первинних спиртів фракції С₈-С₁₀, виготовленого згідно з розробленою рецептурою [25, 26].

Швидкість корозії сталі марки "Ст3" в досліджуваних водних розчинах визначали гравіметричним методом, який полягає у визначенні середньої швидкості втрати маси металевої пластини, що занурена у корозійне середовище. Металеві пластини попередньо очищували від окалини механічно з наступним травленням у 10% сірчаній кислоті, промивали проточною водою та знежирювали у розчині, що готувався згідно з рекомендаціями довідника [27] і складався з гідроксиду, фосфату, карбонату, силікату натрію і води. Після знежирювання і промивання проточною водою пластини витримували протягом 2...3 хвилин у 10% сірчаній кислоті з метою видалення можливих залишків продуктів корозії і зменшення висоти нерівностей поверхні, промивали проточною і гарячою (90...95°C) дистильованою водою, та занурювали на 1...2 с в ацетон для видалення води. Після цього пластини охолоджували в герметично закритому ексикаторі, де повітря осушували за допомогою безводного хлориду кальцію, зважували і вимірювали їх лінійні розміри.

Підготовлені пластини підвішували на металеві гачки і занурювали до половини висоти у досліджувані розчини, залиті в ексикатори, що герметично закриваються. Як підставки для підвішування металевих гачків з пластинами використовували зігнуті шматки алюмінієвого дроту, покритого ізоляцією. Для досліджень корозійної активності кожної з композицій використовували два ексикатори, в які заливали близько 0,5 дм³ розчину і поміщали по 2 пластини. Після експозиції протягом 30 діб металеві пластини виймали, промивали проточною водою, очищували їх поверхню за допомогою м'якої пластмасової щітки і травили в 10% водному розчині тартрату амонію до повного розчинення продуктів корозії. Очищені пластини промивали проточною, гарячою (90...95°C) дистильованою водою, ацетоном, охолоджували в герметично закритому ексикаторі з осушеним повітрям і зважували. Швидкість корозії розраховували шляхом ділення втрати маси пластини на площу поверхні, що контактувала з досліджуваним розчином, і тривалість експозиції. За результат досліджень брали середнє арифметичне результатів розрахунку швидкості втрати маси не менш як трьох пластин за умови, що різниця між результатами паралельних дослідів і середнім арифметичним значенням не перевищувала 20%.

Водневий показник водних розчинів визначали потенціометричним методом.

Встановлено (таблиця 1), що корозійна активність робочих розчинів досліджених піноутворювачів приблизно однакова і близька до корозійної активності дистильованої води, яка використовувалася для їх приготування.

Результати досліджень з визначення корозійної активності водних розчинів

| Склад водного розчину, % (мас) | Водневий показник | | Швидкість корозії, кг/(м ² ·с) |
|--|--------------------|------------------|---|
| | початкове значення | кінцеве значення | |
| Вода дистильована – 100% | 6,20 | 6,95 | 1,53·10 ⁻⁸ |
| “Пегас” – 6,0%, вода – до 100% | 8,70 | 7,80 | 1,87·10 ⁻⁸ |
| “Пегас” – 6,0%, гідрофосфат амонію – 0,4%, вода – до 100% | 8,85 | 8,70 | 1,21·10 ⁻⁸ |
| “Пегас” – 6,0%, карбамід – 7,0%, вода – до 100% | 8,75 | 7,80 | 1,74·10 ⁻⁸ |
| “Пегас” – 6,0%, карбамід – 15,0%, вода – до 100% | 8,75 | 7,85 | 1,70·10 ⁻⁸ |
| “Пегас” – 6,0%, карбамід – 15,0%, гідрофосфат амонію – 0,4%, вода – до 100% | 8,90 | 8,80 | 1,14·10 ⁻⁸ |
| “Сніжок-1” – 6,0%, вода – до 100% | 7,75 | 7,80 | 1,77·10 ⁻⁸ |
| “Сніжок-1” – 6,0%, гідрофосфат амонію – 0,4%, вода – до 100% | 7,80 | 8,10 | 1,40·10 ⁻⁸ |
| “Сніжок-1” – 6,0%, карбамід – 7,0%, вода – до 100% | 7,80 | 7,90 | 1,62·10 ⁻⁸ |
| “Сніжок-1” – 6,0%, карбамід – 15,0%, вода – до 100% | 7,80 | 7,90 | 1,58·10 ⁻⁸ |
| “Сніжок-1” – 6,0%, карбамід – 15,0%, гідрофосфат амонію – 0,4%, вода – до 100% | 7,80 | 8,15 | 1,32·10 ⁻⁸ |
| Дослідний зразок – 6,0%, вода – до 100% | 7,80 | 6,80 | 1,18·10 ⁻⁸ |
| Дослідний зразок – 6,0%, гідрофосфат амонію – 0,4%, вода – до 100% | 7,80 | 6,70 | 0,36·10 ⁻⁸ |
| Дослідний зразок – 6,0%, карбамід – 7,0%, вода – до 100% | 7,85 | 6,85 | 1,14·10 ⁻⁸ |
| Дослідний зразок – 6,0%, карбамід – 15,0%, вода – до 100% | 7,85 | 6,80 | 1,06·10 ⁻⁸ |
| Дослідний зразок – 6,0%, карбамід – 15,0%, гідрофосфат амонію – 0,4%, вода – до 100% | 7,90 | 7,95 | 0,33·10 ⁻⁸ |
| “ППЛВ-(Універсал)” марки 106 – 6,0%, вода – до 100% | 7,10 | 6,60 | 1,07·10 ⁻⁸ |
| “ППЛВ-(Універсал)” марки 106 – 6,0%, гідрофосфат амонію – 0,4%, вода – до 100% | 8,20 | 8,35 | 0,72·10 ⁻⁸ |
| “АFFF-106” – 6,0%, вода – до 100% | 6,00 | 6,45 | 1,16·10 ⁻⁸ |
| “АFFF-106” – 6,0%, гідрофосфат амонію – 0,4%, вода – до 100% | 8,00 | 7,95 | 0,28·10 ⁻⁸ |

Додавання карбаміду до робочих розчинів піноутворювачів “Пегас”, “Сніжок-1” і дослідного зразка піноутворювача на основі динатріймоноалкілсульфосукцинатів (“дослідний зразок”) показали, що швидкість корозії сталі марки “Ст3” в присутності цієї добавки дещо знижується. Очевидно, цього ж слід очікувати і у разі додавання карбаміду до робочих розчинів піноутворювачів на основі первинних алкілсульфатів “ТЭАС”, “ПО-6ОСТ” тощо. Вплив карбаміду на корозійну активність робочих розчинів плівкоутворювальних піноутворювачів “ППЛВ-(Універсал)” та “АFFF-106” не вивчали, оскільки в його присутності вогнегасна ефективність пін низької кратності, що утворюються з їх робочих розчинів, знижувалася [28].

Аналіз даних, наведених в таблиці 1, показує, що в присутності добавок гідрофосфату амонію швидкість корозії сталі знижується, причому міра її зниження залежить від типу піноутворювача (точніше, від його хімічного складу). В нашому випадку найбільш суттєве зниження швидкості корозії спостерігалось для розчинів піноутворювача “АFFF-106”. В присутності цієї добавки водневий показник більшості водних розчинів (рН) змінювався менш суттєво. Винятком були випадки зберігання водних розчинів, які містили

піноутворювач “Сніжок-1”: очевидно, діетилентриамін, що входить до його складу, має буферні властивості, і реакція середовища в усіх випадках змінювалася несуттєво. У разі додавання гідрофосфату амонію до водних розчинів, які містять піноутворювач “Сніжок-1”, спостерігалось збільшення нерівномірності корозії.

Таким чином, дія гідрофосфату амонію як інгібітору корозії низьковуглецевої сталі в робочих розчинах піноутворювачів є селективною. Варто відзначити, що середня швидкість корозії сталі у водних розчинах піноутворювача “Пегас” в присутності гідрофосфату амонію знизилася всього приблизно в 1,5 рази, однак у роботах [20, 21] було показано, що термін їх зберігання значно подовжувався: у разі відсутності інгібітору корозії мало місце зниження піноутворювальної здатності вже через місяць, у той час як в його присутності водні розчини зберегли задовільні піноутворювальні і вогнегасні властивості протягом щонайменше трьох років. Цей факт можна пояснити утворенням фосфатної плівки на поверхні чорного металу через певний проміжок часу після його занурення у корозійне середовище, після формування якої швидкість корозії може суттєво зменшитись порівняно з початковим значенням.

На підставі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

- введення гідрофосфату амонію до робочих розчинів піноутворювачів “Пегас”, “Сніжок-1”, “ППЛВ-(Універсал)”, “АFFF-106”, а також дослідного зразка піноутворювача на основі динатрієвих солей моноєфірів сульфоянтарної кислоти і первинних спиртів фракції C₈-C₁₀ в кількості 0,4% (мас) знижує їх корозійну активність по відношенню до низьковуглецевої сталі в 1,3...4,2 рази залежно від виду піноутворювача;

- карбамід майже не впливає на корозійну активність робочих розчинів досліджених піноутворювачів, одночасно підвищуючи вогнегасну ефективність пін, що утворюються з робочих розчинів піноутворювачів загального призначення;

- комбіноване застосування гідрофосфату амонію і карбаміду не призводить до неадитивних змін швидкості корозії низьковуглецевої сталі, тобто ефектів синергізму або антагонізму не спостерігається;

- карбамід та гідрофосфат амонію можуть бути рекомендовані для внесення до рецептур зарядів до водних і повітряно-пінних вогнегасників, а також установок водяного та пінного пожежогасіння.

В подальшому планується провести дослідження з визначення впливу гідрофосфату амонію на піноутворювальну здатність водних розчинів піноутворювачів і вогнегасну ефективність піни. У разі отримання позитивних результатів буде досліджено залежність корозійної активності і піноутворювальної здатності водних розчинів від концентрації цієї солі, а також залежність від неї вогнегасної ефективності піни. Буде також проведено дослідження з визначення впливу інгібіторів корозії на показники якості (водневий показник, піноутворювальна здатність, вогнегасна ефективність піни) дослідних зразків зарядів до повітряно-пінних вогнегасників і установок пінного пожежогасіння у разі їх тривалого (понад 1 місяць) зберігання в посудинах, виготовлених з низьковуглецевої сталі.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Новые воздушно-пенные огнетушители / Пивоваров В.В., Васильев Г.Н., Пешков В.В., Степанов С.М. // Пожарная безопасность: информатика и техника, 1995, №1, 2. – С. 132-134.
2. Создание унифицированного воздушно-пенного огнетушителя / Пивоваров В.В., Васильев Г.Н., Пешков В.В., Степанов С.М. // Пожаровзрывобезопасность, 1995, №2. – С. 34-36.
3. Ковалишин В.В., Павлюк Ю.Е., Чернов С.М. Підвищення ефективності протипожежного захисту об'єктів за допомогою вогнегасників // Пожежна безпека – 2001: збірник наукових праць. Львів: Сполом, 2001. – С. 205.
4. Чернов С.М., Ковалишин В.В. Проблеми використання вогнегасників як первинного засобу гасіння пожежі // Пожарная безопасность – 2003: Материалы VI научно-практической конференции. Харьков, 2003. – С. 224-225.

5. Ковалишин В.В., Павлюк Ю.Э. Повышение надежности защиты объектов с помощью огнетушителей // Крупные пожары: предупреждение и тушение: материалы XVI научно-практической конференции. М., 2001, Ч. 2. – С. 384-385.
6. Кавецький В.В., Сопенко С.І. Проблеми підвищення якості та ефективності застосування вогнегасників в Україні // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2001, №4. – С. 24-27.
7. Титков В.И. Из истории развития средств пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность, 1993, №2. – С. 51-56.
8. Васильев Г.Н., Лебедев С.Ю., Пешков В.В. Разработка и внедрение в производство воздушно-пенных и водных огнетушителей // Проблемы горения и тушения пожаров на рубеже веков: материалы XV научно-практической конференции. М., 1999, Ч. 1. – С. 401, 402.
9. НПБ 305-2001 Пожарная техника. Заряды к воздушно-пенным огнетушителям и установкам пенного пожаротушения. Общии технические требования и методы испытаний.
10. ДСТУ 3675-98 Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
11. А. с. 505425 СССР, МКИ А 62D 1/00. Состав пенообразователя для тушения пожаров / Дяглева Л.К., Казаков М.В., Одинец М.В. (СССР). – №1980893/23-26; Оpubл. 05.03.76, Бюл. №9.
12. А. с. 569314 СССР, МКИ А 62D 1/00. Состав пенообразователя для тушения пожаров / Казаков М.В., Шароварников А.Ф., Одинец М.В. и др. (СССР). – №2086638/26; Оpubл. 24.10.77, Бюл. №31.
13. А. с. 731979 СССР, МКИ А 62D 1/00. Пенообразующий состав для огнегашения гидрофильных жидкостей / Плетнев М.Ю., Трапезников А.А., Резников И.Г. (СССР). – №2156843/23-26; Оpubл. 05.05.80, Бюл. №17.
14. А. с. 797707 СССР, МКИ А 62D 1/00. Пенообразующая композиция для тушения пожаров / Козлов П.И., Дружинин С.А., Канн К.Б. и др. (СССР). – №2757657/23-26; Оpubл. 23.01.81, Бюл. №3.
15. А. с. 865303 СССР, МКИ А 62D 1/02. Состав пенообразователя для тушения пожаров / Казаков М.В., Билкун Д.Г., Пешков В.В., Пузако М.В. (СССР). – №2869044/23-26; Оpubл. 23.09.81, Бюл. №35.
16. А. с. 882532 СССР, МКИ А 62D 1/02. Пенообразующий состав для тушения жидкостей / Баратов А.Н., Казаков М.В., Долгов Э.И. (СССР). – №2882449/23-26; Оpubл. 23.11.81, Бюл. №43.
17. А. с. 929124 СССР, МКИ А 62D 1/02. Пенообразователь для тушения пожаров / Билкун Д.Г., Казаков М.В., Моисеенко В.М. и др. (СССР). – №2999213/23-26; Оpubл. 23.05.82; Бюл. №19.
18. А. с. 1373406 СССР, МКИ А 62D 1/02. Огнетушащая композиция и способ ее приготовления / Малинин В.Р. (СССР). – № 396357/40-26; Оpubл. 15.02.88; Бюл. №6.
19. Техника борьбы с коррозией / Юхневич Р., Богданович В., Валашковский Е., Видуховский А. Л., Химия, 1986. – 224 с.
20. Антонов А.В., Білошицький М.В., Коваленко І.О. Дослідження впливу інгібітору корозії на тривалість зберігання робочих розчинів піноутворювача “Пегас” // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2000, №1-2. – С. 27, 28.
21. Антонов А.В., Білошицький М.В., Коваленко І.О. Дослідження з визначення терміну зберігання робочих розчинів піноутворювача “Пегас” // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2001, №3. – С. 94, 95.
22. Светлов Є.Я., Боровиков В.О., Рибалко Т.М. Вплив водневого показника і модифікуючих добавок на корозійну активність піноутворювачів типу “Сніжок” та їх робочих розчинів // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2002, №1(5). – С. 112-117.
23. Підвищення якості піноутворювачів типу “Сніжок” / Светлов Є.Я., Боровиков В.О., Антонов А.В. та ін. // Науковий вісник УкрНДІПБ, 2002, №2(6). – С. 194-204.
24. Застосування карбаміду з метою підвищення вогнегасної ефективності піни / Кісіль Т.Є., Ковалишин В.В., Боровиков В.О., Антонов А.В. // Пожежна безпека: Збірник наукових праць, 2003, №3. – С. 113-117.

25. Исследование динатриевых солей моноэфиров сульфоянтарной кислоты и показателей качества пенообразователей на их основе / Боровиков В.А., Билкун Д.Г., Белошицкий Н.В. и др. // *Пожарная безопасность*. – №1. М.: ВНИИПО МВД России. – 2001. – С. 53-58.
26. Дослідження з визначення можливості розробки рецептури піноутворювачів для пожежогасіння на основі динатрієвих солей моноефірів сульфоянтарної кислоти / Боровиков В.О., Билкун Д.Г., Юрченко І.О. та ін. // *Науковий вісник УкрНДІПБ*, 2000, №1-2. – С. 33-37.
27. *Справочник гальваника* / Байрачный Б.И., Орехова В.В., Харченко Э.П. и др. Харьков: Прапор, 1988. – 180 с.
28. Антонов А.В., Боровиков В.О., Турчин А.І. Дослідження щодо розроблення водних і водопінних вогнегасних речовин з розширеним температурним діапазоном застосування // *Науковий вісник УкрНДІПБ*, 2003, №1(7). – С. 81-89.

УДК 614.841

В.М. Баланюк, О.М.Щербина, к.фарм.н., доцент (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України), Б.Т. Грималюк, к.х.н., доцент Ю.В. Кіт, к.х.н., доцент (Національний університет "Львівська політехніка")

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕГАСНОЇ ДІЇ АЕРОЗОЛІВ, ОДЕРЖАНИХ СПАЛЮВАННЯМ ТВЕРДОПАЛИВНИХ КОМПОЗИЦІЙ РІЗНОГО СКЛАДУ

В роботі представлені результати досліджень впливу вогнегасних аерозолів одержаних шляхом спалювання ТПК різного складу на процес гасіння метану.

Змінюючи співвідношення окисників і пального було встановлено, що тим самим можна впливати на вогнегасну ефективність аерозолію.

При спалюванні твердопаливних композицій (ТПК), виготовлених за піротехнічною технологією, утворюються аерозолі, які мають дуже високу вогнегасну дію.

В патентній літературі приводяться різноманітні рецептури ТПК [1] але їх основними компонентами є суміш окислювачів (KNO_3 ; $KClO_4$; інші) і відновників (палива) – органічних смол. При різних співвідношеннях окислювачів і палива одержують різні співвідношення компонентів газової та конденсованої фаз в одержаних аерозолях. Однозначної відповіді про вогнегасну роль цих компонентів в літературі немає.

В даній роботі представлені результати досліджень впливу аерозолів, одержаних спалюванням ТПК різного складу, на процес гасіння метану. За основу було взято, як окисники – KNO_3 ; $KClO_4$; $NaNO_3$ а як пальне - епоксидну діанову смолу (ЕДС).

Досліди проводили в металевій камері об'ємом 11,7л. Спалювання наважки ТПК здійснювали електричним нагрівальним пристроєм. Газ подавали в камеру через пальник – скляну трубку з внутрішнім діаметром 1мм. Всі досліди виконані при постійній подачі метану – $7,5 \cdot 10^{-3}$ м³/год (або – 2,08 см³/сек). ТПК готували змішуючи відповідну наважку окисника з ЕДС. Для затвердіння ЕДС застосовували поліетиленполіамін (ПЕПА) у співвідношенні 10:1 (смола:ПЕПА).

Перед спалюванням ТПК визначили тривалість горіння метану в цій камері, яка становила $\tau_{гор} = 150$ сек.

Виходячи з рівняння реакції



виконавши відповідні розрахунки, можна вважати, що горіння метану припиняється при досягненні концентрації кисню – 16об%.

Визначення вогнегасної концентрації аерозолів встановлювали фіксуєючи час горіння метану, а саме – спочатку спалювали наважку ТПК і через 5 сек. запалювали метан. Якщо в