

THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF SPECIAL MATERIALS OF COVERING FOR FIRE-FIGHTERS' SHOES AND THE WAYS OF ITS INVESTIGATION

The article deals with operating instructions for assessment of thermal peculiarities of special materials of different purpose. Functional and logic scheme of selection and assessment of protective properties of special materials of coverings for fire-fighters' shoes with specific thermal peculiarities which have their own evaluation indicators is developed. Suggested methods, instruments and equipment will give an opportunity to investigate materials' characteristics and receive proper experiments' results and scientifically prove the choice of fire-fighter' shoes.

Key words: thermodestruction, protective features, air permeability, residual smouldering, frost resistance, polymeric covering

УДК 614.841.

Ю.О. Моргун (ГУМНС України в Дніпропетровській області), В.М. Баланюк, к.т.н., Б.М. Михалічко, д.х.н., проф. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ПЕРСПЕКТИВИ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ КЛАСУ «В» В РЕЗЕРВУАРАХ ВОГНЕГАСНИМИ АЕРОЗОЛЯМИ

В роботі проаналізовано небезпечні чинники та ситуації при горінні горючих рідин в резервуарах. Вказані труднощі при гасінні пожеж класу В повітряно-механічною піною та розкрито механізм горіння горючих рідин в резервуарах. Розглянуто можливість гасіння пожеж в резервуарах з горючими рідинами вогнегасними аерозолями на основі неорганічних солей калію

Ключові слова: вогнегасний аерозоль, горюча рідина, резервуар, інертні гази

Постановка проблеми: Ефективність використання тих чи інших вогнегасних засобів при гасінні пожеж в резервуарах з горючими рідинами, зокрема, нафтопродуктами обмежується умовами застосування та негативними чинниками впливу на них палаючих рідин. Задля успішного гасіння пожеж, які виникають в резервуарах з нафтою та нафтопродуктами на відкритій поверхні, а також розробки сучасних засобів пожежогасіння і застосування відповідних тактичних прийомів, необхідно мати чіткі уявлення про процеси горіння великої кількості нафтопродуктів з відкритої поверхні, зокрема, йдеться про швидкість вигорання різних за походженням нафтопродуктів, зміни фракційного складу всередині палаючої рідини, впливу зовнішніх умов, характеру теплопередачі, впливу діаметра резервуара на процес горіння нафти тощо. Тому, процес гасіння пожеж в резервуарах з горючими рідинами є вкрай складним, довготривалим і доволі витратним, що зумовлює нагальну потребу розробки новітніх засобів та методів пожежогасіння для цього класу пожеж.

Виклад основного матеріалу: Горіння рідини з відкритої поверхні, не зважаючи на здавалося б усю свою простоту, є доволі складним явищем, під час перебігу якого відбуваються як хімічні, так і фізико-хімічні процеси. Зокрема, відомо, що процес горіння підтримується завдяки безперервному надходженню в зону горіння пари горючої рідини разом з потоком повітря; під час горіння випаровування рідин підсилюється теплом, яке надходить від факела шляхом випромінювання на дзеркальну поверхню палаючої рідини. Швидкість випаровування рідин при усталеному теплообміні між факелом та рідиною характеризує швидкість вигорання рідин. Тому для ефективного пожежогасіння необхідно мати чітке уявлення про механізм горіння нафти та нафтопродуктів у резервуарах.

Пожежі в резервуарах зазвичай розпочинаються з вибуху пароповітряної суміші в газовому просторі резервуара без зривання даха, втім з деякими пошкодженнями в окремих його місцях. Сила вибуху, як правило, буде більшою у тих резервуарах, в яких об'єм газового простору, заповненого сумішшю пари нафтопродукту і повітря (низький рівень рідини) буде найбільшим. В залежності від сили вибуху в вертикальному металевому резервуарі може відбуватися таке: дах резервуара зносить повністю, його відкидає вбік на відстань 20–30 м, а поверхня рідини в резервуарі палає на всій площі; вибух дещо зрушує з місця дах (резервуар частково відкривається), після чого дах застрягає і наполовину занурюється в палаючу рідину; дах резервуара деформується та з'являються щілини в місцях, його кріплення до стінок резервуара, а також у місцях зварних швів самого даху. В циліндричних резервуарах найчастіше руйнується днище, при цьому нафта розтікається на значну площу. [1]. Все це вказує на неабияку актуальність вирішення проблеми ефективності гасіння пожеж класу В у резервуарах. Зазвичай гасіння пожеж в резервуарах відбувається за стандартною схемою: біля резервуара зосереджують значні сили та засоби для здійснення пінної атаки, після чого розпочинається власне гасіння пожежі. Так, середня кількість піноутворювача, який використовується для гасіння пожежі в резервуарі, об'ємом 5000 м³ становить близько 9720 л, води – 253800 л, паливо-мастильних матеріалів – щонайменше 300 л. Якщо врахувати загальну вартість всіх цих матеріалів, то стає очевидним, що в економічному аспекті гасіння пожеж класу В пінними засобами є доволі витратним та вимагає багато часу на підготовку до гасіння. Крім того, нинішні засоби подавання піни є вкрай громіздкими та незручними у використанні: при горінні нафтопродуктів у резервуарах вогнегасні засоби слід подавати на висоту резервуара та точно спрямовувати у відповідне місце, що не так то легко зробити з огляду на зруйнований корпус резервуара. Значні проблеми виникають при гасінні такого класу пожеж пінами внаслідок їхнього синерезису, який суттєво посилюється під дією теплового випромінювання з зони горіння, до того ж піни здатні швидко руйнуватися при контактуванні з деякими вуглеводнями [2]. Подача повітряно-механічної піни під шар пального теж має свої недоліки, оскільки піна, яка подається, внаслідок руйнування та зміщення трубопроводів після вибуху може й не потрапити у потрібне місце палаючої поверхні. До того ж при такому способі подачі піни відбувається одночасно руйнування піни від факела полум'я та нагрітої поверхні пального [3]. Щоправда при цьому розчин піноутворювача, що одночасно виділяється зі зруйнованої піни, охолоджує пальне. Тому, щоб нагромадити потрібний шар піни, який би ефективно екранував поверхню пального від променевого теплового потоку полум'я, кількісно зменшував пару, що надходить в зону горіння, знижував інтенсивність горіння, потрібно використати значну кількість піноутворювача. В процесі гасіння пожеж класу В в об'ємі пального відбувається конвекційний тепломасообмін, внаслідок чого температура рідини вирівнюється в усьому об'ємі, за винятком так званих "кишень", в яких тепломасообмін відбувається незалежно від основної маси рідини [4].

Для сучасних резервуарів типу РВС у разі гасіння пожежі пінами вирівнювання температури в усьому об'ємі палаючої рідини за нормативної інтенсивності подачі розчину піноутворювача відбувається через 15 хв при подачі піни зверху або через 10 хв при подачі піни під шар пального. Цей розрахунковий час береться при визначенні запасу піноутворювача при гасінні пожеж в резервуарах з нафтою і нафтопродуктами повітряно-механічною піною. Нормативний запас піноутворювача за Інструкцією щодо гасіння пожеж в резервуарах з нафтою і нафтопродуктами, затвердженою наказом МНС України від 16.02.04 р. № 75, слід розраховувати для умов, для яких забезпечується триразова витрата розчину піноутворювача на одну пожежу [5]. Дальність розтікання піни середньої кратності по поверхні горючої рідини зазвичай не перевищує 25 м.

На резервуарах з понтоном (плаваючий дах) в результаті теплової дії локального вогнища горіння відбувається руйнування герметизувального затвора, а повна втрата плавучих властивостей і загоплення понтона в реальних умовах пожежі може статися вже через годину.

При низькому рівні заповнення резервуара нафтопродуктами, коли горіння відбувається під понтоном [6], умови гасіння пожежі суттєво ускладнюються. Проникненню піни на вільну поверхню нафтопродукту перешкоджають корпус понтона і елементи герметизувального затвора.

При горінні рідини на верхньому рівні зливу можливе переливання великої кількості нафти у вигляді піни через борт резервуару, що створює загрозу людям, збільшує небезпеку деформації стінок резервуару і поширенню вогню на сусідні резервуари і споруди. Найважливіші параметри, які впливають на процес горіння горючої рідини в резервуарах подаються в таблиці 1.

Таблиця 1

Лінійна швидкість вигорання і прогрівання рідких вуглеводнів

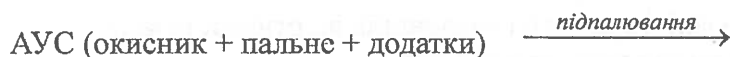
Найменування горючої рідини	Лінійна швидкість вигорання, м·г ⁻¹	Лінійна швидкість прогрівання пального, м·г ⁻¹
Бензин	До 0,30	До 0,10
Гас	До 0,25	До 0,10
Газовий конденсат	До 0,30	До 0,30
Дизельне паливо з газового конденсату	До 0,25	До 0,15
Суміш нафти і газового конденсату	До 0,20	До 0,40
Дизельне паливо	До 0,20	До 0,08
Нафта	До 0,15	До 0,40
Мазут	До 0,10	До 0,30

Беручи до уваги відомості подані в табл. 1 можна стверджувати, що лінійна швидкість вигорання нафтопродуктів є достатньо високою. Так, наприклад, якщо взяти до уваги час поширення полум'я по поверхні мазуту, то вся поверхня цієї горючої рідини буде охоплена полум'ям вже приблизно через 20 хв, а для легкозаймистих рідин цей час буде ще меншим. Отже, вже на самому початку гасіння пожежі в резервуарах поверхня горючої рідини палатиме по всій площі з максимальною висотою факела та з максимальною температурою полум'я. Таким чином у разі виникнення пожежі в резервуарах з горючими рідинами з'являється безліч непередбачуваних ситуацій, які значною мірою ускладнюють процес гасіння пожеж. Тому, для зменшення часу і зниження витратної вартості матеріалів, а також підвищення ефективності гасіння пожеж в резервуарах з горючими та легкозаймистими рідинами [7], пропонується використовувати вогнегасні аерозолі, які утворюються після спалювання спеціально підготовлених аерозольотворюючих складників.

Ефективність вогнегасних аерозолів, а також простота технічних засобів та технологій їх використання стали тією відправною точкою, яка стала причиною обрання саме цих засобів для гасіння пожеж класу В в резервуарах та протипожежного захисту об'єктів довкілля.

Відомо, що у найефективніших установках аерозольного пожежогасіння основною складовою одиницею є генератор вогнегасного аерозолу, який у своєму корпусі містить спеціальні аерозольотворюючі складники (АУС). АУС, зазвичай, це суміш окисника та твердого палива. Як окисник здебільшого використовують такі солі калію, як KNO_3 , $KClO_4$ тощо, як паливо – каучуки, полімери, смоли тощо. Внаслідок спалювання АУС утворюються тверді дрібнодисперсні частинки – в основному K_2CO_3 і KCl (можлива також поява дрібних частинок K_2O , KOH , $KHCO_3$) і газу – CO_2 , H_2O та N_2 , яким притаманні інгібувальні та флегматизувальні (розріджувальні) властивості, що, врешті-решт, і забезпечує вогнегасну ефективність аерозолів. Крім того в системі вогнегасного аерозолу можуть з'являтися продукти неповного згорання АУС, які суттєво не впливають (ба навіть зменшують) вогнегасну ефективність – CO , $C_{(атомарний)}$, N_xO_y , KNO_2 , продукти розпаду полімерів тощо.

При спалюванні АУС (незалежно від способу підпалювання) в переважній більшості вивільняється значна кількість теплової енергії. Процес генерування вогнегасного аерозолю можна подати схемою:



→ інгібітори горіння + розріджувачі + продукти неповного згоряння + Q (форс полум'я).

Відомо, що вогнегасний аерозоль, який утворюється від спалювання АУС, характеризується високою температурою згоряння – до 1200°C, а тиск газів при виході аерозолю з генератора може сягати 10 атм. Вогнегасні концентрації більшості аерозолів не перевищують 50-200 г/м³ [8].

Отже зі схеми видно, що при спалюванні АУС утворюється вогнегасник аерозоль, в якому присутня як конденсована, так і газова фази. Конденсована фаза аерозолю – це тверді дрібнодисперсні частинки, в основному карбонати й хлориди калію та невелика кількість калій оксиду, причому 80% цих частинок за масою мають розмір ≤ 1мкм. Газова фаза аерозолю складається в основному з Н₂О(г), СО₂, СО, Н₂, N₂, і невеликої кількості оксидів нітрогену [8]. Стехіометричне співвідношення конденсованої і газової фаз аерозолю залежить від природи як окислювача, так і полімерного матеріалу. Дані наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Стехіометричні характеристики АУС та фазового складу аерозолю

Окиснювач (ω, %)	Полімер (ω, %)	Конденсована фаза (ω, %)			Газова фаза (φ, %)				
		К ₂ СО ₃	КСІ	КОН	Н ₂ О	СО ₂	СО	Н ₂	N ₂
КСІО ₄ (85,0)	Каучук(90%)	–	35,7	0,9	26,2	28,0	7,5	1,8	–
КNO ₃ (51,0) КСІ (25,0)	Дивінілстирольний термоеластопласт (10,0) Ідітол (12,0)	32,5	14,5	1,2	2,1	38,0	3,7	1,0	7,0
КNO ₃ (38,0) КСІ (38,5)	Епоксидна смола (17,4) Ізотетрагідрофтале- вий ангідрид (4,62)	40,0	9,8	1,9	3,7	15,7	26,3	25	–
КNO ₃ (85,0)	Ідітол (15,0)	39,0	–	4,2	5,2	6,7	21,9	23,1	–

Таким чином, внаслідок утворення дрібнодисперсної конденсованої фази, нейтральних газів, та продуктів неповного згоряння АУС (СО, і Н₂), вогнегасний аерозоль у разі гасіння ним пожеж класу В діє комплексно, чим і пояснюється його висока вогнегасна ефективність [9]. Щодо інших вогнегасних характеристик аерозолю, то тут варто наголосити на тому, що з 1 г АУС утворюється до 5 л вогнегасного аерозолю з відповідним фазовим складом, а з 10 кг АУС – до 50000 л вогнегасного аерозолю. За умови подачі вогнегасного аерозолю в зону горіння з відповідною швидкістю, можна досить швидко заповнювати задані ємності, охоплені пожежею. Однак вкрай небезпечними є спорожнілі резервуари, в середині яких можуть утворюватись вибухопожежонебезпечні концентрації пари горючої рідин з повітрям. Захист таких резервуарів за допомогою вогнегасного аерозолю дає змогу за дуже короткий час створити в середині ємності відповідну концентрацію флегматизатора (час роботи аерозольного генератора можна зменшити до 10 с). Маса АУС, яка необхідна для заповнення спорожнілого резервуара об'ємом 5000 м³ та створення в ньому потрібної вогнегасної концентрації становить приблизно 40 кг. Час захисної дії вогнегасного аерозолю становить 25 хв.

Варто кілька слів сказати й про механізм дії вогнегасного аерозолу в зоні горіння, який зводиться одночасно до кількох визначальних чинників впливу, а саме [10]:

- ефект інгібування зони горіння;
- ефект флегматизації горючого середовища інертними газами;
- ефект перемішування палаючої рідини.

До того ж, якщо вогнегасний аерозоль подаватиметься під шар пального, то проходячи крізь нафтопродукт, він буде додатково охолоджуватись і потрапляти в зону горіння над поверхнею нафтопродукту, створюючи своєрідний ізоляційний бар'єр між поверхнею горючої рідини та форсом полум'я. Отже, зі сказаного можна зробити важливий висновок, що використання вогнегасного аерозолу при гасінні пожеж класу В у резервуарах мав би бути ефективнішим, ніж гасіння аналогічних пожеж вогнегасними пінами.

На підтвердження цього хотілося б привести експеримент проведений автором роботи [11], в якому гасили пожежу класу В використовуючи генератор аерозолу, який був занурений на дно ємності (висота резервуара 3 м, діаметр – 0,8 м) з дизельним паливом. Після 60 с вільного горіння пального, активували роботу генератора струмом, і утворений вогнегасний аерозоль, проходячи крізь шар горючої рідини, ефективно гасив полум'я на поверхні рідини. Таким чином, системам пожежогасіння, які працюють на основі АУС не потрібні спеціальні ємності для піноутворювачів, агрегати для подачі газів під надлишковим тиском, насосне обладнання, запірні арматури, генератори пін або розпилувачі, труби розгалужувачі, складні електронні системи управління тощо [11]. У висновку ж необхідно сказати, що гасіння пожеж класу В у резервуарах вогнегасними аерозолями є новим напрямом, який має перспективу розвитку, втім потребує системних досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Пожарная тактика: Учебник для пожарно-технических училищ / Повзик Я. С. и др. – М.: Стройиздат, 1990. – 335 с.: ил.
2. Боровиков В. О. Розроблення піноутворювача загального призначення для гасіння пожеж на основі первинних алкіл сульфатів / В. О. Боровиков, А.В. Антонов, М.В. Білошицький // Пожежна безпека. – Львів : ЛПБ, 2001. – №1. – С. 262–265.
3. Шароварников А. Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. — М.: Знак, 2000. — 464 с.
4. Применение пены для тушения пожаров органических жидкостей: Справочное пособие.– М.: МВД РФ, ГУГПС МВД РФ, ВНИИПО МВД РФ, 1995 – 99 С.
5. Інструкція щодо гасіння пожеж в резервуарах з нафтою і нафтопродуктами, затверджена наказом МНС України від 16.02.04. р. №75.
6. ВБН В.2.3-58.1.-94 зі зміною №1 Проектування складів нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа.
7. ГОСТ 12.2.-044-89 ССБТ Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
8. Тарадайко В. Особенности аэрозольного пожаротушения // Бюлетень пожежної безпеки. – 1999. – №1. – С. 24-30.
9. Копистинський Ю. О. Перебіг окремих внутрішніх процесів в аерозолях при гасінні дифузійного полум'я / Ю. О. Копистинський, В. М. Баланюк, О. І. Лавренюк // Науковий вісник Укр. НДПБ України. – 2008. – № 1. – С. 155-159.
10. Дослідження вогнегасної дії аерозолів одержаних спалюванням твердопаливних композицій різного складу / Баланюк В. М., Щербина О. М., Грималюк Б. Т., Кіт Ю. В. // Пожежна безпека. – 2004. – № 4. – С. 56–58.
11. Євменьев Л. О. Перспективи використання генераторів вогнегасного аерозолу для гасіння ємностей з паливом / Л. О. Євменьев // Пожежна безпека. — 2005. — №3 (66). — С. 28-29.

Ю.О. Моргун, В. М. Баланиук, к.т.н., Б. М. Мыхаличко, д.х.н., проф.

ПЕРСПЕКТИВЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ КЛАССА «В» В РЕЗЕРВУАРАХ ОГNETУШАЩИМИ АЭРОЗОЛЯМИ

В работе проведен анализ опасных факторов и ситуаций при горении горючих жидкостей в резервуарах. Показаны трудности при тушении таких пожаров воздушно-механической пеной и раскрыт механизм горения горючих жидкостей в резервуарах. Предложено тушение пожаров горючих жидкостей в резервуарах огнетушащим аэрозолем на основании неорганических солей калия.

Ключевые слова: Огнетушащий аэрозоль, горючая жидкость, резервуар, инертные газы.

Yu.O. Morgun, V.M. Balaniuk, Candidate of Science (Chemistry), B.M. Mykhalichko, Doctor of Science (Chemistry), Professor

PECULIARITIES OF EXTINGUISHING OF CLASS B FIRES IN RESERVOIRS

The article deals with the analysis of dangerous factors and situations of combustible liquids' burning. Faults of extinguishing such fires with the help of air-mechanical foam are determined. The mechanism of combustible materials' burning in reservoirs is shown. Fire extinguishing of combustible liquids in containers using fire-extinguishing spray on the base of inorganic potassium salt is suggested.

Key words: fire-extinguishing spray, combustible liquid, reservoir, inert gases

УДК 658.562

Ю.І. Рудик, к.т.н. (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ВІД ІМПУЛЬСНИХ ГРОЗОВИХ І КОМУТАЦІЙНИХ ПЕРЕНАПРУГ

У статті проаналізовано діючі нормативно-технічні вимоги до блискавкозахисних систем та встановлено необхідність доповнення заходів захисту від прямого удару блискавки або наведень напруги віддаленим розрядом шляхом вибору типу захисних пристроїв і схем їх установки.

На основі обґрунтувань електромагнітних явищ доповнено методику застосування пристроїв захисту від імпульсних перенапруг, що суттєво знижує ризик виникнення пожеж

Ключові слова: блискавкозахисна система, пристрої захисту від імпульсних перенапруг, пожежна безпека, нормативно-технічні вимоги

Постановка задачі. Кількість пожеж електричного походження внаслідок грозового розряду зростає. Це стосується як промислових, так і побутових електричних мереж і електроустановок. Безпосередня небезпечна дія блискавки – це пожежі, механічні руйнування, травми та загибель людей і тварин, а також пошкодження електричного і електронного устаткування. Наслідками удару блискавки можуть бути вибухи і виділення небезпечних продуктів – радіоактивних і отруйних хімічних речовин, а також бактерій та вірусів. Удари блискавки можуть бути особливо небезпечні для електронних систем та комп'ютерного обладнання. Для впровадження сучасних засобів і методів розрахунку захисту від грозових розрядів в Україні розроблений національний стандарт ДСТУ Б В.2.5-38:2008 [1], який відповідає ІЕС 62305-2006 Protection against lightning (Блискавкозахист) у частині розділів 3-9. Струми блискавок можуть впливати на об'єкт прямим або непрямым способом при грозовому розряді в систему блискавкозахисту або споруди, що перебувають в безпосередній близькості, і дерева. Та найчастішими є випадки вторинних дій при ударі