

*В.О.Боровиков, канд. техн. наук, Н.М.Козяр, Є.Ю.Шевєрєв, О.М.Слуцька, В.О.Чеповський
(УкрНДІПБ МНС України)*

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ГОРІННЯ ДЕЯКИХ НЕПОЛЯРНИХ ГОРЮЧИХ РІДИН НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ГАСІННЯ ПІНОЮ НИЗЬКОЇ ТА СЕРЕДНЬОЇ КРАТНОСТІ

Проведено дослідження з визначення вогнегасної ефективності піни низької та середньої кратності, генерованої з робочих розчинів ряду піноутворювачів загального та спеціального призначення, у разі гасіння н-гептану, бензину автомобільного марки "А-76" і бензину-розчинника для гумової промисловості "Нефрас С-2-80/120". Встановлено, що тривалість гасіння макетних вогнищ пожежі, а також проміжок часу до їх повторного займання у разі використання як пального н-гептану та розчинника "Нефрас С-2-80/120" мають близькі значення. Гасіння бензину потребує тривалішого подавання піни, а проміжок часу до повторного займання макетного вогнища пожежі у цьому разі значно менший. Показано можливість використання розчинника "Нефрас С-2-80/120" замість н-гептану та бензину "А-76" як пального під час випробувань піноутворювачів для гасіння пожеж.

Під час проведення випробувань піноутворювачів для гасіння пожеж згідно з вимогами стандартів [1, 2] як пальне використовують бензин марки "А-76", вимоги до показників якості якого регламентовано стандартом [3]. Натомість випробування піноутворювачів згідно з вимогами [4, 5] передбачає використання як пального н-гептану або суміші аліфатичних вуглеводнів, яка відповідає певним вимогам (табл. 1). Необхідність пошуку пального, яке можна було б використовувати замість бензину чи н-гептану під час випробувань, а також дослідження розчинника "Нефрас С-2-80/120" як пального обґрунтовано у роботі [6]. Для досягнення поставленої мети проведено дослідження з гасіння цих горючих рідин.

Дослідження з визначення ефективності піни під час гасіння модельних (макетних) вогнищ пожежі проводили згідно з розробленою Програмою та методикою [8]. Під час досліджень використовували модельні вогнища пожежі 55В і 144В (їх параметри описано у стандарті [2]), а також макетні вогнища пожежі, що являли собою циліндричні дека з висотою бортів (200 ± 5) мм (під час гасіння піною низької кратності) і (100 ± 2) мм (під час гасіння піною середньої кратності). Під час дослідів з гасіння піною низької кратності горючі рідини наливали на шар води з таким розрахунком, щоб висота шару пального дорівнювала (30 ± 1) мм, а висота шару води – (20 ± 1) мм. Під час дослідів з гасіння піною середньої кратності горючі рідини наливали шаром (20 ± 1) мм, не заливаючи воду у дека макетних вогнищ пожежі.

Температуру під час досліджень вимірювали за допомогою термоперетворювачів (термопар) типу "ТХА". Схему їх розташування наведено на рис. 1. Спай термопар "Т₁" розміщували на дні макетного вогнища пожежі поблизу від центру днища з таким розрахунком, щоб після встановлення тигля повторного запалювання спай знаходився по можливості ближче до нього. Спай термопар "Т₂" розміщували над спаем термопар "Т₁" поблизу межі розділу "вода – пальне". Спай термопар "Т₃" прикріплювали до верхнього краю стінки дека макетного вогнища пожежі з того краю, поблизу якого встановлювали ствол-генератор піни низької кратності. Спай термопар "Т₄" розміщували над центром днища дека макетного вогнища пожежі з таким розрахунком, щоб відстань від верху бортів дека до спаю дорівнювала половині діаметра дека. Спай термопар "Т₅" розміщували над центром днища дека макетного вогнища пожежі таким чином, щоб відстань від площини верхньої частини дека до спаю дорівнювала діаметру дека. Спай термопар "Т₆" розміщували у місці розташування отворів для ежектування повітря ствола-генератора піни.

Тепловий потік від макетного вогнища пожежі вимірювали за допомогою двох приймачів теплового потоку типу "ПП-1", закріплених на стійці під кутом нахилу донизу приблизно 20° відносно вертикалі. Один приймач теплового потоку розташовували на висоті

(100±1) см від площини верхньої частини дека, другий – на відстані (150±1) см від неї. Відстань між стінкою дека макетного вогнища пожежі та приймальними елементами приймачів теплового потоку за горизонталлю дорівнювала (200±1) см.

Таблиця 1

Фізико-хімічні характеристики горючих рідин, використання яких передбачено стандартами на визначення показників якості вогнегасних речовин

Назва показників горючих рідин	Хімічні назви горючих рідин, передбачених стандартами як пальне				
	суміш аліфатичних вуглеводнів або н-гептан [4, 5]	н-гептан [7] (насичений вуглеводень (C ₇ H ₁₆))	Нефрас С-2-80/120 (суміш парафінових, ізопарафінових і нафтових вуглеводнів)		Бензин "А-76" [3] (суміш ізопарафінових, нафтових, ароматичних та інших вуглеводнів, а також елементоорганічних сполук)
			вимоги ТУ У 22340203.001-97	дані паспорту	
Густина, кг/м ³	700±20 (15°C)	683,6-684,0	не більше 700 (20°C)	692	700-760
Температура початку кипіння, °С	не нижче 84	98,30-98,50	не нижче 80	87	не нижче 30
Температура закінчення кипіння, °С	не вище 105	98,30-98,50*	не вище 120	106	не вище 215
Максимальна різниця між температурами початку і закінчення кипіння, °С	10	відсутня*	не регламентується	19	не регламентується
Масова частка ароматичних вуглеводнів, % (мас.)	не більше 1	відсутні	не більше 2,0	1,09	не більше 42
Залишок у колбі після закінчення перегонки, %, не більше	не регламентується	не регламентується	не більше 1,0	0,8	не більше 1,5

*Температура закінчення кипіння не відрізняється від температури закінчення кипіння, оскільки н-гептан є індивідуальною речовиною.

Для збирання та оброблення інформації, що надходила від термоперетворювачів і приймачів теплового потоку, використовували інформаційно-вимірювальну систему "Термоконт" на базі аналогово-цифрових перетворювачів типу "Adam" та "ICP-CON".

Під час дослідів з визначення тривалості гасіння, критичної інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача та проміжку часу до повторного займання, генерування і подавання піни здійснювали за допомогою експериментального обладнання, використання якого передбачено стендовими методиками [9, 10].

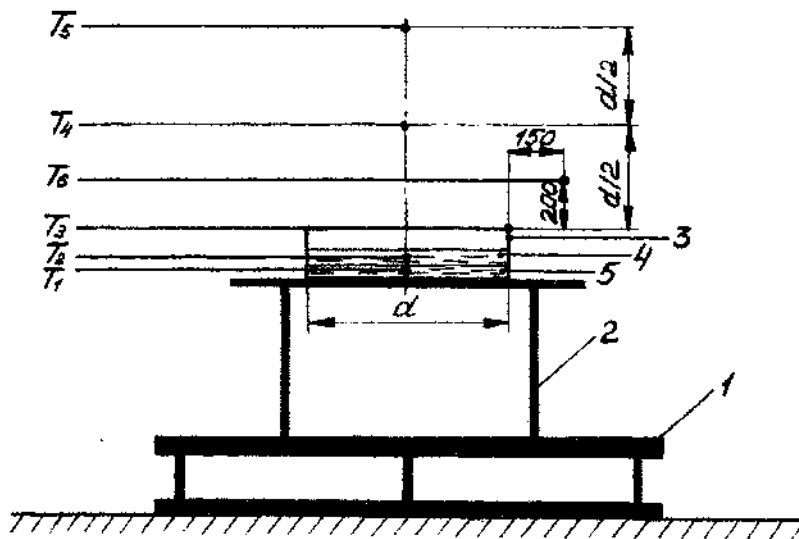


Рис. 1. Схема розташування обладнання під час проведення досліджень:
 1 – вагова платформа (складова частина електротензометричного пристрою);
 2 – підставка; 3 – макетне вогнище пожежі; 4 – водонерозчинна горюча рідина;
 5 – вода; $T_1...T_6$ – термометри.

В основу методики [8] покладено визначення тривалості припинення полум'яного горіння у макетному вогнищі пожежі під час подавання у нього піни низької кратності, а також проміжку часу, що проходить до його повторного займання (стійкого горіння по всій поверхні погашеного макетного вогнища). Для досліджень та випробувань використовують установку, споряджену стволом-генератором піни низької кратності, який забезпечує витрату робочого розчину $(12,5 \pm 0,5)$ см³/с за умови створення тиску у корпусі випробувального приладу типу вогнегасника у межах від 0,58 МПа до 0,62 МПа. Залежно від природи горючої рідини та піноутворювача, а також задач досліджень, піну подають “жорстким” чи “м’яким” способом протягом (180 ± 2) с і (300 ± 2) с відповідно. Результат гасіння вважається позитивним, якщо припинення горіння макетного вогнища пожежі досягнуто під час подавання піни чи протягом 300 с після завершення її подавання, а проміжок часу до повторного займання перевищує 60 с. Проміжок часу до повторного займання визначають як інтервал від моменту встановлення тигля повторного запалювання до покриття усієї поверхні горючої рідини, що знаходиться у деці макетного вогнища пожежі, постійним полум’ям. Тигель повторного запалювання встановлюють у центр макетного вогнища пожежі через (300 ± 5) с після припинення подавання піни. Під час досліджень як розчинник для приготування робочих розчинів піноутворювачів використовували як питну воду згідно з ГОСТ 2874 [11], так і модель морської води згідно з [4, 5]. У разі використання моделі морської води для приготування робочих розчинів піноутворювачів, пальне також наливали на шар моделі морської води.

Для генерування піни низької кратності використовували робочі розчини зразків трьох типів піноутворювачів спеціального призначення для гасіння пожеж, які пройшли сертифікаційні випробування на відповідність вимогам стандарту [2]. Один з цих піноутворювачів (“Sthamex-AFFF 6% f-15”), як видно з назви, належить до типу “AFFF” (aqueous film forming foam), тобто є фторсинтетичним плівкоутворювальним, не містить водорозчинних полімерів і призначений для гасіння водонерозчинних горючих рідин. Для досліджень було взято саме цей піноутворювач, оскільки, за наявною інформацією, виробником – фірмою “Fabrik Chemischer Präparate von Dr. Richard Sthamer GmbH & Co. KG” (Німеччина) – було підібрано рецептуру зразка з таким розрахунком (у межах її допустимої зміни), щоб забезпечити найвищі вогнегасну ефективність та ізолювальну здатність у разі

гасіння пального, яке містить значну кількість легких (тобто таких, що мають низьку температуру кипіння) вуглеводнів.

Для досліджень використовували також зразок фторсинтетичного піноутворювача "S.F.P.M. 6/6" виробництва фірми "Eau et Feu S. A." (Франція). Цей піноутворювач має плівкоутворювальні властивості та містить водорозчинний полімер, його призначено для гасіння як водонерозчинних, так і водорозчинних горючих рідин. Згідно з прийнятою у світі класифікацією, він належить до піноутворювачів типу "AFFF AR" (aqueous film forming foam alcohol resistant). Третім зразком, взятим для досліджень, був фторпротеїновий піноутворювач "Fluoropolydol" виробництва тієї ж фірми. Він, згідно з технічним описом, не має плівкоутворювальних властивостей і також призначений для гасіння як водонерозчинних, так і водорозчинних горючих рідин. Відповідно до прийнятої у світі класифікації, "Fluoropolydol" належить до піноутворювачів типу "FP AR" (fluoroprotein alcohol resistant).

Під час досліджень піну подавали у макетне вогнище пожежі як "жорстким" (безпосередньо на поверхню пального), так і "м'яким" способом (тобто так, щоб вона стікала на неї з металевої поверхні). У першому випадку піну подавали з таким розрахунком, щоб вона потрапляла у центр дзеркала горючої рідини, яка знаходилась у деці макетного вогнища. Для забезпечення подавання піни "м'яким" способом на борті дека з боку, протилежного до місця розташування ствола-генератора, закріплювали екран, і піну подавали таким чином, щоб вона потрапляла у його центральну частину. Відстань від місця потрапляння піни на екран до верхньої частини стінки дека становила близько 5 см.

Вогнегасну ефективність піни низької кратності оцінювали за показником тривалості гасіння макетного вогнища пожежі, ізолювальну ефективність – за показником проміжку часу до його повторного займання. У першій серії дослідів здійснювали гасіння макетного вогнища пожежі діаметром (624 ± 5) мм. У цьому випадку інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача дорівнювала $(0,041 \pm 0,001)$ $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, тобто її значення відповідало тому, яке регламентоване ДСТУ 4041 [2] під час випробувань з визначення тривалості гасіння модельного вогнища пожежі 144В піною низької кратності, показника вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1) у разі гасіння піною низької кратності і часу повторного займання. У другій серії дослідів здійснювали гасіння макетного вогнища пожежі діаметром (739 ± 5) мм. У цьому випадку інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача дорівнювала $(0,029 \pm 0,001)$ $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, тобто такому мінімальному значенню, за якого тривалість припинення горіння макетного вогнища пожежі піною, генерованою з робочого розчину зразка піноутворювача "Fluoropolydol" – найменш ефективного зі зразків, використаних для досліджень – не перевищувала граничних значень, допустимих згідно з правилами прийняття рішення за результатами випробувань, проведених згідно з Методикою [9].

Суть методики [10] полягає у визначенні тривалості гасіння макетного вогнища пожежі за заданої мінімальної інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача (критичної інтенсивності подавання), до значення якої асимптотично наближається крива залежності тривалості гасіння від інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача. Під час проведення досліджень забезпечують постійні витрати робочого розчину піноутворювача та повітря, контролюючи їх за показами ротаметрів, з метою одержання піни з кратністю близько 100, і змінюють діаметр макетних вогнищ пожежі, регулюючи у такий спосіб інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача. Витрата робочого розчину піноутворювача повинна бути $(2,0 \pm 0,2)$ $\text{см}^3/\text{с}$, витрата повітря – (200 ± 20) $\text{см}^3/\text{с}$.

Заливають пальне у деко макетного вогнища пожежі з таким розрахунком, щоб висота його шару дорівнювала (20 ± 1) мм, і підпалюють його. Тривалість вільного горіння приймають залежно від температури кипіння чи меж википання горючої рідини (під час досліджень вона дорівнювала (60 ± 2) с в усіх випадках). На цей час піногенератор виносять із зони горіння. Після завершення проміжку часу вільного горіння вводять піногенератор у дію та подають піну на поверхню палаючої рідини з таким розрахунком, щоб вона потрапляла у центр

макетного вогнища пожежі. Витримуючи задані витрати робочого розчину піноутворювача і повітря, продовжують подавання піни до повного припинення горіння. Фіксують тривалість гасіння як проміжок часу від початку подавання піни до повного припинення горіння.

Для генерування піни використовували робочі розчини піноутворювачів загального призначення для гасіння пожеж "ПО-ЗНП" згідно з [12] виробництва ВАТ "Новочеркаський завод синтетических продуктов" (Росія) та "Сніжок-1" згідно з [13] виробництва ТОВ ППО "Пірена" (Україна). Як розчинник для приготування робочих розчинів використовували питну воду згідно з [14].

З метою порівняння вогнегасної ефективності піни під час гасіння модельних вогнищ пожежі 55В1 і 144В1 проведено досліді згідно з процедурою, регламентованою [1, 2], з використанням як пального бензину "А-76" та розчинника "Нефрас С-2-80/120".

Метод визначення тривалості гасіння модельного вогнища пожежі 55В1 і показника вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1) у разі гасіння піною середньої кратності передбачає вимірювання тривалості припинення полуменевого горіння модельного вогнища пожежі в умовах подавання у нього піни середньої кратності за умови забезпечення витрати робочого розчину $(0,066 \pm 0,003)$ $\text{дм}^3/\text{с}$, і маси робочого розчину, що витрачається на гасіння одиниці поверхні модельного вогнища пожежі за умови позитивних результатів його гасіння.

Метод визначення тривалості гасіння модельного вогнища пожежі 144В1, показника вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1) у разі гасіння піною низької кратності та часу повторного займання передбачає вимірювання тривалості припинення полуменевого горіння модельного вогнища пожежі в умовах подавання у нього піни низької кратності за умови забезпечення витрати робочого розчину $(0,19 \pm 0,01)$ $\text{дм}^3/\text{с}$, розрахунок маси робочого розчину, що витрачається на гасіння одиниці поверхні модельного вогнища пожежі за умови позитивних результатів його гасіння, та вимірювання часу повторного займання як інтервалу від моменту встановлення тигля повторного займання до охоплення усієї поверхні погашеного модельного вогнища пожежі постійним полум'ям.

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння макетних вогнищ пожежі піною низької кратності, генерованою з робочих розчинів зразків піноутворювачів спеціального призначення, і проміжку часу до повторного займання наведено у табл. 2. Залежність температури, виміряної за допомогою термопар $T_1 \dots T_6$, від часу в процесі досліджень з визначення тривалості гасіння піною низької кратності, генерованою з робочого розчину зразка піноутворювача "S.F.P.M. 6/6", макетного вогнища пожежі діаметром (624 ± 5) мм та проміжку часу до повторного займання наведено на рис. 2-4. Як видно (табл. 2), тривалість гасіння макетних вогнищ пожежі піною низької кратності, а також проміжок часу до повторного займання макетного вогнища пожежі за інших однакових умов у разі використання як пального н-гептану та розчинника "Нефрас С-2-80/120" мало відрізняються між собою. Однак тривалість гасіння макетних вогнищ пожежі у разі використання як пального бензину марки "А-76" в усіх випадках була значно більшою, а проміжок часу до повторного займання – меншим, ніж у разі використання н-гептану та розчинника "Нефрас С-2-80/120".

Вертикальні риси на рис. 2-4 відповідають (зліва направо) моментам початку подавання піни, припинення горіння, встановлення тигля повторного запалювання і настання стійкого горіння по всій поверхні макетного вогнища, визначеного візуально. Як видно, зростання температури полум'я (покази термопар " T_4 " і " T_5 ") до максимальних значень може не співпадати з моментом повного займання, визначеного за допомогою датчиків теплового потоку.

Як видно з табл. 2, гасіння бензину в усіх випадках досягалося за найбільші проміжки часу, а проміжок часу до повторного займання був найменшим. Натомість гасіння н-гептану та розчинника "Нефрас С-2-80/120" досягалося приблизно в однакові проміжки часу, величини проміжків часу до повторного займання також були близькими. Різниця між значеннями цих показників, одержаними для різних видів пального, залежать від природи піноутворювача,

розчинника, який використовується для приготування його робочих розчинів, а також інтенсивності та способу їх подавання. Найкраще різниця простежується під час гасіння піною, генерованою з робочих розчинів фторпротеїнового піноутворювача "Fluoropolydol" за інтенсивності їх подавання $(0,029+0,001)$ $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$. Як видно з одержаних результатів, припинення горіння н-гептану та бензину марки "А-76" настає у проміжки часу приблизно від 120 с до 180 с, у той час як гасіння бензину настає через тривалий час після припинення подавання піни. Проміжок часу до повторного займання найбільший у разі використання розчинника "Нефрас С-2-80/120", а найменший – у разі використання бензину "А-76".

Таблиця 2

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння піною низької кратності, генерованою з робочих розчинів піноутворювачів, та проміжку часу до повторного займання

Назва піноутворювача	Пальне	Розчинник	Спосіб подавання піни	Тривалість подавання піни, с	Діаметр макетного вогнища пожежі, мм	Інтенсивність подавання робочого розчину, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Тривалість гасіння, с	Проміжок часу до повторного займання, с
"S.F.P.M. 6/6"	н-гептан	питна вода	"жорсткий"	180	624±5	0,041±0,001	58,8±3,6	655,8±84,1
	"Нефрас С-2-80/120"	питна вода	"жорсткий"	180	624±5	0,041±0,001	61,9±3,2	705,3±100,8
	бензин "А-76"	питна вода	"жорсткий"	180	624±5	0,041±0,001	100,9±13,0	286,7±34,8
	бензин "А-76"	питна вода	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	111,3±8,8	522,3±61,8
	"Нефрас С-2-80/120"	питна вода	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	141,4±13,5	208,5±17,8
"Sthamex-AFFF 6% F-15"	"Нефрас С-2-80/120"	питна вода	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	79,1±6,7	755,0±89,1
	бензин "А-76"	питна вода	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	87,1±7,9	406,9±107,4
	"Нефрас С-2-80/120"	модель морської води	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	194,1±20,1*	518,4±43,7
	"Нефрас С-2-80/120"	модель морської води	"м'який"	300	739±5	0,029+0,001	376,1±71,5*	426,3±52,2
"Fluoropolydol"	н-гептан	питна вода	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	121,4±12,1	619,3±69,3
	"Нефрас С-2-80/120"	питна вода	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	174,6±14,1	773,0±55,1
	бензин "А-76"	питна вода	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	414,0±59,9*	438,9±48,3
	"Нефрас С-2-80/120"	модель морської води	"жорсткий"	180	739±5	0,029+0,001	167,5±12,2	637,0±65,6
	"Нефрас С-2-80/120"	модель морської води	"м'який"	300	739±5	0,029+0,001	156,1±9,1	647,0±60,2

*Примітка. Гасіння полум'я наставало після припинення подавання піни.

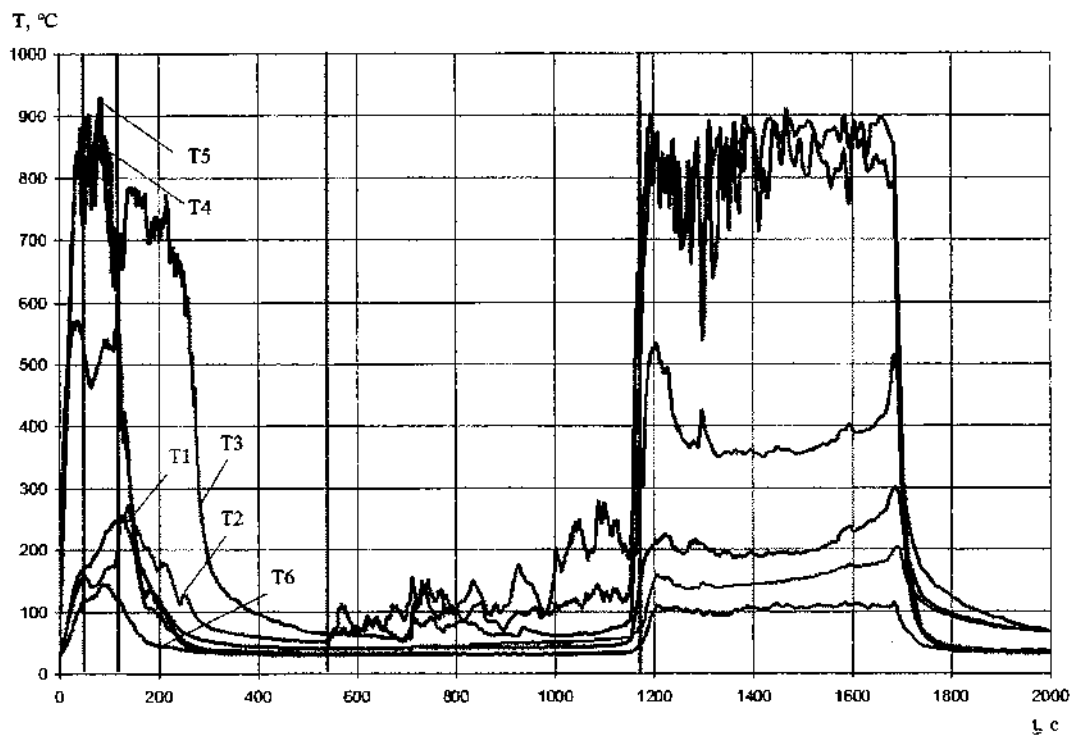


Рис. 2. Змінювання температури середовищ під час гасіння н-гептану піною низької кратності, генерованою з робочого розчину піноутворювача "S.F.P.M. 6/6" у питній воді, за інтенсивності подавання робочого розчину $(0,041 \pm 0,001) \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

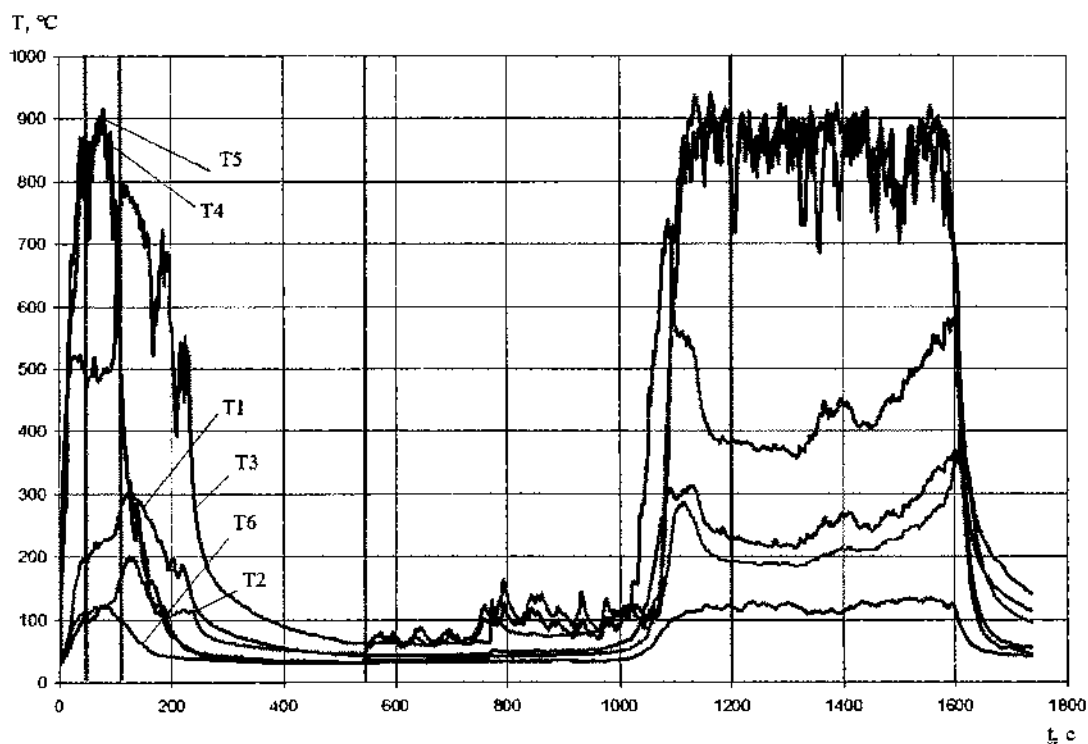


Рис. 3. Змінювання температури середовищ під час гасіння розчинника "Нефрас С-2-80/120" піною низької кратності, генерованою з робочого розчину піноутворювача "S.F.P.M. 6/6" у питній воді, за інтенсивності подавання робочого розчину $(0,041 \pm 0,001) \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

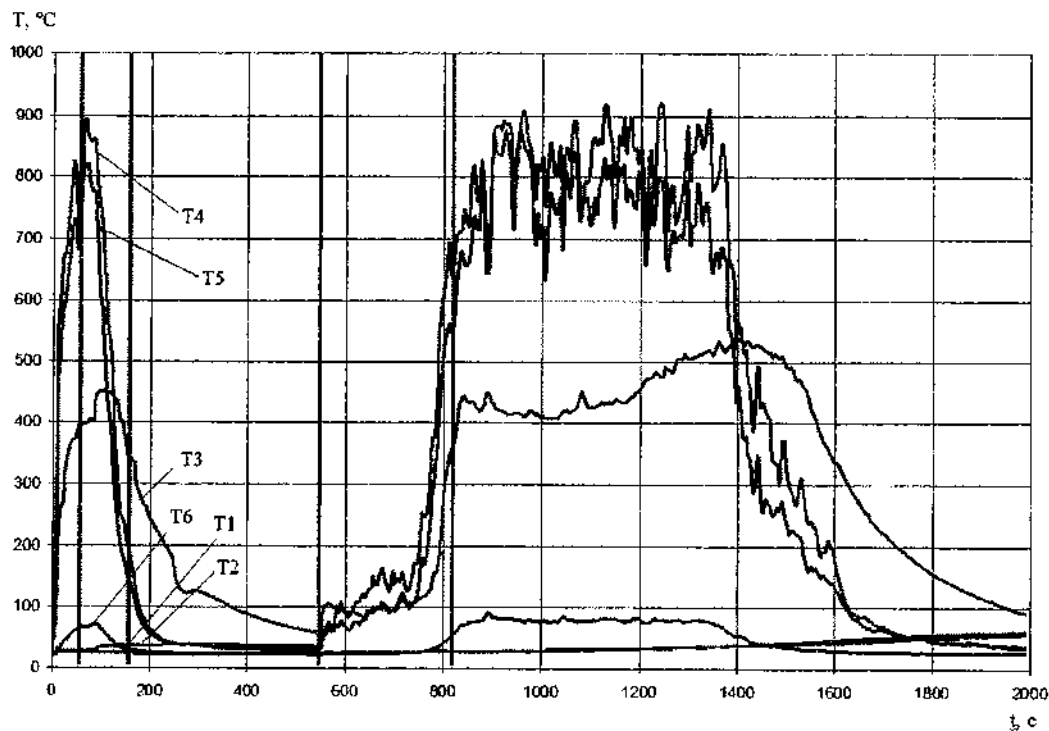


Рис. 4. Змінювання температури середовищ під час гасіння бензину марки "А-76" піною низької кратності, генерованою з робочого розчину піноутворювача "S.F.P.M. 6/6" у питній воді, за інтенсивності подавання робочого розчину $(0,041 \pm 0,001) \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння та критичної інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів у разі гасіння піною середньої кратності наведено у табл. 3. З них видно, що гасіння н-гептану та розчинника "Нефрас С-2-80/120" досягається приблизно в однакові проміжки часу, натомість гасіння бензину потребує тривалішого подавання піни. Якщо у разі застосування піноутворювача "Сніжок-1" гасіння розчинника "Нефрас С-2-80/120" за інтенсивності подавання робочого розчину $(0,022 \pm 0,001) \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ наставало протягом нормованого проміжку часу, то гасіння бензину не досягалось.

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння модельного вогнища пожежі 55В1 піною середньої кратності за інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача $(0,038 \pm 0,004) \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ і показника вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1) у разі гасіння піною середньої кратності наведено у табл. 4. Для проведення досліджень використовували зразок піноутворювача загального призначення для гасіння пожеж "ТЭАС" згідно з [14] виробництва ТОВ "Завод моючих средств" (Росія). З одержаних результатів видно, що у разі використання розчинника "Нефрас С-2-80/120" гасіння модельного вогнища пожежі настає у менші проміжки часу, питома витрата робочого розчину на гасіння менша.

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння модельного вогнища пожежі 144В1 піною низької кратності за інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача $(0,042 \pm 0,002) \text{ дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, показника вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1) у разі гасіння піною низької кратності та часу повторного займання наведено у табл. 5. Для проведення експериментів використовували зразок піноутворювача спеціального призначення для гасіння пожеж "Tridol 6 -10°C" виробництва фірми "Eau et Feu S. A." (Франція). Як видно з одержаних даних, у разі використання як пального бензину марки "А-76" тривалість гасіння модельного вогнища пожежі і показник вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1) мають більші значення, ніж у випадку використання як пального розчинника "Нефрас С-2-

80/120". Якщо як пальне використовується бензин марки "А-76", то час повторного займання модельного вогнища пожежі 144В1 має суттєво менші значення.

Дослідження з визначення тривалості гасіння модельного вогнища пожежі 144В1 та часу повторного займання у разі використання як пального н-гептану не проводили через їх високу вартість, а також той факт, що показники якості усіх піноутворювачів фірми "Eau et Feu S. A." (Франція) підтверджено результатами випробувань, проведених лабораторіями, акредитованими класифікаційним товариством "Bureau Veritas". Згідно з технічним описом виробника, вогнегасна ефективність піни низької кратності, генерованої з робочого розчину піноутворювача "Tridol 6 -10°C", відповідає I класу, а опір піни повторному займанню – рівню А згідно з [4, 5]. Це означає, що тривалість гасіння модельного вогнища пожежі 144В1 піною низької кратності, що подається "жорстким" способом, не повинна перевищувати 180 с, а час повторного займання має бути більше ніж 600 с.

Результати досліджень, проведених з використанням розчинника "Нефрас С-2-80/120", показали, що тривалість гасіння та час повторного займання мають такі значення, які повинні бути у разі випробувань піноутворювача з використанням як пального н-гептану. Непрямим підтвердженням цього є результати дослідів з визначення тривалості гасіння макетного вогнища пожежі класу В (пальне – н-гептан, "Нефрас С-2-80/120") за інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача "S.F.P.M. 6/6" ($0,041 \pm 0,001$) $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ (табл. 2).

Таблиця 3

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння та критичної інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів у разі гасіння піною середньої кратності

Назва піноутворювача	Пальне	Діаметр макетного вогнища пожежі, мм	Інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$	Тривалість гасіння, с	Критична інтенсивність подавання робочого розчину піноутворювача, $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$
"ПО-ЗНП"	н-гептан	258,7±3,4	$0,038 \pm 0,002$	56,3±12,6	$0,034 \pm 0,002$
		267,6±3,3	$0,036^{+0,001}_{-0,002}$	140,7±29,4	
		280,8±1,8	$0,033^{+0,001}_{-0,002}$	не погашено	
	"Нефрас С-2-80/120"	258,7±3,4	$0,038 \pm 0,002$	63,8±11,3	$0,034 \pm 0,002$
		267,6±3,3	$0,036^{+0,001}_{-0,002}$	149,2±35,3	
		280,8±1,8	$0,033^{+0,001}_{-0,002}$	не погашено	
бензин "А-76"	258,7±3,4	$0,038 \pm 0,002$	118,9±10,3	$0,037 \pm 0,002$	
	267,6±3,3	$0,036^{+0,001}_{-0,002}$	не погашено		
"Сніжок-1"	"Нефрас С-2-80/120"	339,4±2,1	$0,022 \pm 0,001$	259,8±45,8	$0,021 \pm 0,001$
		358,2±5,7	$0,020 \pm 0,001$	не погашено	
	бензин "А-76"	339,4±2,1	$0,022 \pm 0,001$	не погашено	не визначали

Таблиця 4

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння модельного вогнища пожежі 55В1 піною середньої кратності за інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача "ТЭАС" ($0,038 \pm 0,004$) $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ і показника вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1) у разі гасіння піною середньої кратності

Пальне	Тривалість гасіння, с	Показник вогнегасної здатності, $\text{кг}/\text{м}^2$
бензин "А-76"	$65,1 \pm 0,7$	$2,54 \pm 0,02$
"Нефрас С-2-80/120"	$48,6 \pm 0,6$	$1,90 \pm 0,02$

Таблиця 5

Результати досліджень з визначення тривалості гасіння модельного вогнища пожежі 144В1 піною низької кратності за інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача "Tridol 6 -10°C" ($0,042 \pm 0,002$) $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, показника вогнегасної здатності за класом пожежі В (підклас В1) у разі гасіння піною низької кратності і часу повторного займання

Пальне	Тривалість гасіння, с	Показник вогнегасної здатності, $\text{кг}/\text{м}^2$	Час повторного займання, с
бензин "А-76"	$128,5 \pm 0,7$	$5,4 \pm 0,14$	$281,5 \pm 16,0$
"Нефрас С-2-80/120"	$100,8 \pm 0,7$	$4,2 \pm 0,14$	$649,0 \pm 36,9$

Таким чином, одержані результати показують, що вогнегасна ефективність та ізолювальна здатність піни, що приблизно однакові у разі використання як пального н-гептану та розчинника "Нефрас С-2-80/120", нижчі у випадку використання як пального бензину марки "А-76". Це справедливо для всіх досліджених піноутворювачів під час гасіння як піною низької кратності, так і піною середньої кратності. Інакше кажучи, бензин погасити важче, ніж н-гептан чи розчинник "Нефрас С-2-80/120".

Враховуючи одержані результати, нормовані стандартами значення показників якості горючих рідин, які використовуються для випробувань, насамперед температурні межі їх кипіння (табл. 1), а також відсутність у нафтових розчинниках полярних добавок, можна зробити висновок про можливість використання розчинника "Нефрас С-2-80/120" чи інших рідин, що мають аналогічні властивості, замість н-гептану чи суміші аліфатичних вуглеводнів, яка відповідає вимогам [4, 5], як пального для проведення випробувань піноутворювачів. Заміна бензину автомобільного марки "А-76", хімічний склад різних зразків якого може суттєво відрізнятися, на нафтовий розчинник "Нефрас С-2-80/120" дасть змогу підвищити достовірність та відтворюваність результатів випробувань піноутворювачів для гасіння пожеж. У подальшому передбачається провести дослідження процесів взаємодії порошкових вогнегасних речовин з полум'ям під час гасіння різних неполярних горючих рідин.

Результати проведених досліджень буде використано під час розроблення змін до національних стандартів [1, 2], також розроблення національних стандартів, гармонізованих з [4] чи [5], а також інших нормативних документів. Можливість використання розчинника "Нефрас С-2-80/120" як пального з метою визначення класу вогнегасної ефективності піноутворювачів та рівня опору піни, генерованої з їх робочих розчинів, повторному займанню, може бути визначена на підставі досліджень з гасіння модельних вогнищ пожежі з використанням піноутворювачів різної природи та обов'язковим проведенням дослідів з гасіння н-гептану.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. ДСТУ 3789-98 Піноутворювачі загального призначення для гасіння пожеж. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
2. ДСТУ 4041-2001 Піноутворювачі спеціального призначення, що використовуються для гасіння пожеж водонерозчинних і водорозчинних горючих рідин. Загальні технічні вимоги і методи випробувань.
3. ДСТУ 4063-2001 Бензини автомобільні. Технічні умови.
4. ISO 7203:1994 Fire extinguishing substances – Foam concentrates.
5. EN 1568:2001 Fire extinguishing substances – Foam concentrates.
6. Перспективи підвищення достовірності результатів випробувань виробів протипожежного призначення за рахунок заміни бензину на пальне з більш стабільними показниками якості / Боровиков В.О., Чеповський В.О., Слущька О.М., Білошицький М.В. // Науковий вісник УкрНДІПБ: Науковий журнал. К., УкрНДІПБ МНС України, 2006, №1. – С. 90-96.
7. ГОСТ 25828-72 Гентан нормальный эталонный. Технические условия.
8. Програма та методика проведення експериментальних досліджень параметрів горіння модельних (макетних) вогнищ пожежі класу В і вогнегасної та ізолювальної ефективності піни у разі гасіння горючих рідин УкрНДІПБ.
9. Методика №64 УкрНДІПБ визначення тривалості гасіння і критичної інтенсивності подавання робочих розчинів піноутворювачів спеціального призначення у разі гасіння горючих рідин піною низької кратності.
10. Методика №2000/2-ПУ-10 УкрНДІПБ визначення тривалості гасіння і критичної інтенсивності подавання робочого розчину піноутворювача для піни середньої кратності при гасінні горючих рідин.
11. ГОСТ 2874-82 Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством.
12. ТУ 38-00-05807999-220-93 с изменениями №1-4 Пенообразователь ПО-ЗНП. Технические условия.
13. ТУ У 24.5-00230668-006-2001 Піноутворювач загального призначення для гасіння пожеж "Сніжок-1". Технічні умови.
14. ТУ 2481-005-45811049-01 с изменениями №1, 2 Пенообразователь ТЭАС. Технические условия.