

*В.П. Бут (МНС України), В.М. Жартовський, д.т.н., професор, Ю.В. Цапко, к.т.н.,  
О.Г. Барило, О.М. Слуцька (Український науково-дослідний інститут пожежної  
безпеки)*

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВОГНЕЗАХИСНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕРЕВИНИ, ПРОСОЧЕНОЇ ВОГНЕЗАХИСНИМИ ЗАСОБАМИ**

Наведено результати дослідження вогнезахисної ефективності антипіренів на основі фосфатів та сульфатів амонію для деревини, а також тривалості збереження ефективності вогнебіозахисту у часі та корозійної дії вогнезахисних засобів на кольорові метали.

На сьогодні найбільш розповсюдженим будівельним матеріалом традиційно залишається деревина та вироби з неї, але у зв'язку з підвищеною горючістю вона відноситься до пожежонебезпечних матеріалів. Ефективним способом зниження горючості деревини є просочення її водними захисними засобами.

Вогнезахист дерев'яних конструкцій здійснюється на об'єктах будівництва, виробництва, на транспорті, у громадських спорудах тощо. Згідно з вимогами будівельних норм та правил пожежної безпеки, вогнезахисній обробці піддаються матеріали та конструкції з деревини широкого спектра призначення: від несучих та огорожувальних конструкцій до горищних покриттів, настилів підлоги, оздоблення стін і стель [1].

Хімічний вогнезахист зводиться до введення в деревину сповільнювачів горіння (антипіренів) – речовин, що, впливаючи на кінетику піролізу дерев'яних матеріалів і зменшуючи при цьому швидкість утворення горючих летких продуктів, інгібують газофазні реакції в полум'ї і виключають безполуменеве горіння карбонізованого залишку. Однак всі аспекти вищенаведеного механізму досконало не визначені, до того ж з'явилися нові засоби вогнебіозахисту деревини, які мають принципову відміну від традиційних.

Для зниження горючості таких матеріалів як деревина, що містить у структурі гідроксильні групи, найбільш ефективними є фосфорвмісні сповільнювачі горіння, а також сполуки бору та галогеніди [2].

Аналізуючи технічні умови на водні розчини захисних засобів для деревини (ГОСТ 28815-90 [3]), можна відзначити, що як антисептики використовуються речовини I, II, III класів небезпеки за ГОСТ 12.1.007 [4]. Так, пентахлорфенолят натрію (належить до I класу): речовина надзвичайно небезпечна, подразнює слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і шкірні покриви. Біхромати натрію і калію (також належать до I класу): спричиняють місцеве подразнення шкіри і слизових оболонок; загальнотоксична дія проявляється в ураженні нирок, печінки, шлунково-кишкового тракту і серцево-судинної системи; ці речовини є канцерогенами. Фторид натрію, фторид амонію, біфторид-фторид амоній (належать до II класу): речовини високонебезпечні; подразнюють слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, легенів, шлунка, шкірні покриви; в разі гострого отруєння головне значення має дія на центральну нервову систему і місцева дія на легені та шлунково-кишковий тракт; ці речовини справляють мутагенний вплив на організм.

Під час експлуатації на поверхні вогнезахисної деревини антипірени вогнезахисних засобів через короткий проміжок часу з деревини мігрують разом з вологою до поверхні, утворюючи аерогелі і висипаються з неї під впливом навколишньої атмосфери у вигляді аерозолів, що є головною причиною послаблення вогнезахисних властивостей. Тому кожного року проводиться повторне поверхнєве просочення деревини. До того ж, вогнебіозахисні засоби деревини, які утримують в своєму складі шкідливі речовини, стають небезпечними для навколишнього середовища.

В березні 2004 року у Комітеті з питань гігієнічного регламентування МОЗ України відбулася спільна нарада між представниками МОЗ України, Міністерства промислової політики України, Держспоживстандарту України, Державного департаменту пожежної

безпеки МНС України та УкрНДІПБ МНС України щодо питання визначення вимог до вогнебіозахисних засобів деревини. Рішенням наради було звернути особливу увагу на неможливість використання шкідливих речовин I та II класів небезпеки, які здатні утворювати аерозолі в приміщеннях, де використовується вогнебіо захищена деревина та під час токсиколого-гігієнічної оцінки враховувати можливості утворення аерогелю та аерозолу препаратів вогнебіо захисної обробки деревини.

На теперішній час з'явилися ефективні покриття та просочувальні композиції (суміші), зокрема композиція з антипірену (фосфати та сульфати амонію) та антисептика полімерного походження, які належить до IV класу небезпечності за ГОСТ 12.1.007 – ДСА-1. Технологія нанесення вогнезахисної композиції на деревину полягає в проведенні таких етапів: перше просочення антипіреном (протягом 8 годин дифузійне заповнення капілярів деревини розчином антипірену), друге просочення - аналогічне першому і тільки після цього проводиться третя операція, а саме - нанесення водного розчину полімерного антисептика, наприклад, полігексаметиленгуанідінфосфату ("Гембар"). Крім того, на відміну від звичайних просочувальних засобів МС, ББ-11, БС-13, полімерна плівка запобігає вільному доступу кисню (повітря) під час підвищення температури, змінюючи механізм піролізу целюлози на термодеструкцію і тим самим уповільнюючи процес горіння. Спільно з антипіренами, полімерна бактерицидна плівка проявляє синергічну дію при вогнезахисті, тому композиція антипірену з антисептиком збільшує ефективність вогнезахисної композиції ДСА-1 та переводить деревину, оброблену ним, до I групи за ГОСТ 30219 [5].

Оскільки ефективність антипіренів для конкретного матеріалу визначається рівнем їх вогнезахисної здатності і обумовлюється [6], по-перше, розкладом антипіренів під дією полум'я з поглинанням тепла та виділенням негорючих газів, по-друге, гальмуванням окислення в газовій і конденсованій фазі, по-третє, зміною напряму реакцій в передполуменевій області в сторону утворення сажоподібних продуктів на поверхні деревини.

Для визначення вогнезахисної ефективності антипіренів на основі фосфатів та сульфатів амонію для деревини обробленою сумішшю антипіренів ( 20 % діамонійфосфату, 5 % сульфату амонію), що входять до вогнезахисного засобу МС та вогнезахисною композицією ДСА-1 за ТУ У 24.6-32528450-001-2003, були проведені дослідження газоподібних продуктів термічної деструкції вогнезахисної деревини.

В зв'язку з тим, що склад продуктів термічної деструкції залежить від багатьох умов, а саме: вологості, температури нагріву, динаміки надходження повітря тощо, найвищий вміст горючих компонентів у газоподібних продуктах одержують внаслідок піролізу (термічного розкладу без доступу повітря) матеріалу органічного походження.

З метою визначення області температур, за яких термічна деструкція деревини відбувається найбільш інтенсивно, проводилось попереднє термогравіметричне дослідження процесів термічної деструкції в динамічному режимі із застосуванням дериватографа Q-1500 D.

З урахуванням результатів термогравіметричних досліджень процес термодеструкції зразків рослинної сировини проводили в умовах, за яких утворення газоподібних продуктів відбувається з найбільшою швидкістю. Інтенсивне газовиділення починалось при температурі 200-215 °С, за наявності екзотермічних процесів температура зразка швидко зростала до 310-350 °С. Основна кількість (понад 90%) продуктів піролізу надходила в газозбірник в діапазоні 210-320 °С, у якому, за даними термогравіметричного аналізу, деструкція відбувається за механізмом відщеплення летких продуктів.

Для одержання газоподібних продуктів термічної деструкції використовували спеціальне обладнання [7], на якому проведено піроліз деревини і зібрано леткі продукти. Методом газової хроматографії здійснено якісний і кількісний аналіз продуктів піролізу з використанням газового хроматографа ЛХМ-7А.

Результати газохроматографічного аналізу одержаних горючих газових сумішей наведено в табл. 1.

## Якісний і кількісний склад газоподібних продуктів термічної деструкції деревини

Компонент	Вміст компонентів у продуктах деструкції, % об.		
	соснової деревини	соснової деревини, обробленої вогнезахисним складом МС	соснової деревини, обробленої вогнезахисною композицією ДСА-1
CO	39,08	15,9	12,84
CO <sub>2</sub>	51,93	-	-
CH <sub>4</sub>	6,05	0,58	сліди
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> + C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0,45	-	-
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0,19	-	-
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0,32	-	-
H <sub>2</sub>	0,73	0,44	0,11
O <sub>2</sub>	0,26	-	-
N <sub>2</sub>	0,99	83,27	85,01

Як видно з таблиці, під час піролізу деревини, обробленої вогнезахисними засобами МС та ДСА-1, суміші продуктів деревини суттєво відрізняються за вмістом азоту та кількістю горючих газів. Після обробки деревини ДСА-1 в продуктах піролізу кількість водню зменшується в чотири рази, зовсім відсутній метан, зменшується кількість оксиду вуглецю, але збільшується кількість азоту. Ці результати пояснюються тим, що після обробки деревини композицією ДСА-1, ефективність вогнезахисту деревини за ГОСТ 16363 [8] відповідає I групі, а ефективність вогнезахисного засобу МС – лише II групі.

Таким чином, проведені дослідження за допомогою термогравиметрії та газової хроматографії засвідчують, що механізм вогнезахисної ефективності різний для традиційних сольових антипіренів типу МС та нової композиції ДСА-1. Наявність полімерної плівки на деревині змінює процес термодеструкції, стає бар'єром для доступу в деревину кисню, що в свою чергу зменшує кількість горючих газів, які флегматизуються великою кількістю азоту. Крім того плівка впливає на процеси утворення пінококсу в поверхневому шарі деревини та негорючих продуктів піролізу. Можна прогнозувати, що із збільшенням товщини полімерної плівки буде збільшуватись також термін ефективного захисту деревини.

Вогнезахисне просочування деревини здійснюється всіма способами, які забезпечують необхідну групу вогнезахисної ефективності згідно з ГОСТ 16363 [8]. Вибір способу вогнезахисту деревини та захисного засобу проводять з урахуванням конструктивних, технологічних та техніко-економічних вимог, які пред'являються до вогнезахисної деревини, та в відповідності з умовами експлуатації. Вогнезахисні просочувальні засоби для деревини упродовж терміну експлуатації, який регламентується нормативною документацією на дані засоби, мають зберігати свої вогнезахисні та експлуатаційні властивості.

Тому проблемними є питання як визначення терміну зберігання ефективності вогнебіозахисту деревини протягом певного проміжку часу, так і корозійної дії вогнезахисних засобів та препаратів, що входять до їх складу, на будівельні матеріали.

Суть методу визначення терміну експлуатації полягає у закладанні зразків на термін, який зазначений у нормативній документації на дані засоби вогнезахисту, і періодичній перевірці оціночних показників вогнезахисного просочувального засобу. За зразками встановлюється регулярний візуальний нагляд: перші два тижня – щоденно, а далі 2-3 рази на місяць. Всі зовнішні зміни зразків фіксуються у робочому журналі. Візуально проводиться оцінка зовнішнього виду деревини, яка оброблена вогнезахисними просочувальними засобами: розтріскування, вивітрювання, висолонання.

Вважається, що вогнезахисний просочувальний засіб витримав випробування на необхідний термін експлуатації, якщо вогнезахисні властивості деревини не знизились більше, ніж на 20 % від значення контрольних зразків.

Проведено натурні випробування з визначення терміну зберігання ефективності вогнебіозахисту у часі. Зразки деревини, що була оброблена вогнезахисною композицією ДСА-1 (0,2 кг/м<sup>2</sup> антисептика "Гембар"), зберігали два роки і після цього були проведені випробування з визначення ефективності вогнезахисту згідно з [8]. Результати показали, що зразки деревини не втратили своїх вогнезахисних властивостей і належать до I групи вогнезахисної ефективності. Зразки деревини, обробленої вогнезахисною композицією ДСА-2 (0,4 кг/м<sup>2</sup> антисептика "Гембар") зберігали три роки. Вогневі випробування показали, що вогнебіозахищена деревина також належить до I групи вогнезахисної ефективності.

Для визначення корозійної дії вогнезахисної деревини на кольорові метали було взято за основу методика п. 5.12 ГОСТ 30219 [5] для чорних металів. Замість сталевих пластин використовували пластини з кольорових металів.

Результати визначення корозійної дії вогнезахисних засобів для деревини та їх компонентів, які нанесено на деревину та на кольорові метали, наведено в табл. 2.

Як видно з отриманих даних (табл. 2), найбільшу корозійну дію на кольорові метали виявляє деревина вогнезахиснена поліфосфатами амонію та просочувальним засобом МС, яка перевищує для міді нормоване значення (ГОСТ 30219). Додаткове оброблення поверхні деревини полімерним антисептиком в декілька разів зменшує проникність компонентів антипірену і утворення аерогелів, які викликають корозію. Майже не виявляє агресивної дії на кольорові метали деревина вогнезахиснена складом ББ та БС, тому що проходить інтенсивна пасивація поверхні контакту з утворенням стійкої оксидної плівки.

Таблиця 2

Результати визначення корозійної дії вогнезахисної деревини та компонентів вогнезахисних засобів на кольорові метали

Вогнезахисна композиція, або її компонент	Середня питома швидкість втрати маси металевої пластини, г/м <sup>2</sup> ·години		
	мідь	алюміній	оцинкована жерсть
МС	0,146	0,0025	0,034
Поліфосфати амонію	0,176	0,004	0,04
ДСА - 1	0,023	корозію не зафіксовано	0,024
ДСА - 2	0,020	корозію не зафіксовано	0,021
БС - 13	0,0033	корозію не зафіксовано	корозію не зафіксовано
ББ - 11	0,0004	корозію не зафіксовано	корозію не зафіксовано

Наявність полімерної плівки на деревині, що оброблена вогнезахисною композицією ДСА-1, стає бар'єром для виходу антипіренів з деревини, в порівнянні з поліфосфатами амонію та вогнезахисною сумішшю МС. Звідси видно, що плівка антисептика запобігає руйнуванню металів та впливає і на термін зберігання ефективності вогнебіозахисту деревини у часі.

Таким чином, необхідно визначити, що захисні просочувальні засоби для деревини повинні ефективно забезпечувати вогнебіозахист протягом тривалого часу, бути безпечними для оточуючого середовища і людей, а також забезпечувати надійну експлуатацію конструкцій при їх використанні, на вирішення яких і будуть спрямовані подальші дослідження з їх розроблення та застосування.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.1-7-2002 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Київ: Держбуд України, 2003.
2. Білошицький М.В., Бут В.П., Цапко Ю.В., Слуцька О.М., Гудович О.Д. Проблемні питання щодо нормативної бази з визначення показників якості вогнебіозахисних засобів для деревини та розробки їх рецептур // Науковий вісник УкрНДПБ. К.: УкрНДПБ, 2003. - №1 (8). - С. 41-45.
3. ГОСТ 28815-96 Растворы водные защитных средств для древесины. Технические условия. – М.: Из-во стандартов, 1998.
4. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Киев: Госстандарт Украины, 1995.
5. ГОСТ 30219-95 Межгосударственный стандарт. Древесина огнезащитная. Общие технические требования. Методы испытаний. Транспортирование и хранение. – Киев: Госстандарт Украины, 1997.
6. Леонович А.А. Химический подход к проблеме снижения пожароопасности древесных материалов // Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Вып. 3. – М.: ВНИИПО, 1996. - С.10-14.
7. Цапко Ю.В., Орел В.П., Антонов А.В. Отримання газових сумішей продуктів піролізу органічних матеріалів та дослідження умов їх флегматизування газовими вогнегасними речовинами // Науковий вісник УкрНДПБ. К.: УкрНДПБ, 2001. - №4. - С. 59-64.
8. ГОСТ 16363-98 Межгосударственный стандарт. Средства огнезащитные для древесины. Методы определения огнезащитных свойств. – Киев: Изд-во стандартов, 2000.

УДК 614.841

*М.М.Козяр к.пед.н., доцент, Б.О.Білінський, к.т.н. (Львівський інститут пожежної безпеки МНС України), Н.В.Ступницька, к.т.н. (НУ "Львівська політехніка")*

### ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ТРАВМАТИЗМУ ТА ПІДГОТОВКА ОСОБОВОГО СКЛАДУ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНОЇ СЛУЖБИ МНС УКРАЇНИ

Наведено вплив основних стрес-факторів, що викликають нервово-психічне напруження у пожежних у бойовій обстановці - загроза їх життю та здоров'ю, висока відповідальність за якість виконання бойового завдання, дефіцит часу та робота у несприятливих умовах. Проаналізовано причини психологічного напруження пожежних під час виконання ними своїх службових обов'язків. Досліджений вплив стрес-факторів на тривалість латентного та моторного періоду психомоторної реакції та координацію рухів пожежного під час пожежі, що може стати причиною його травмування.

**Постановка проблеми.** Значна роль психологічного фактора у підготовці особового складу Державної пожежно-рятувальної служби МНС України обумовлена тим, що професія пожежного пов'язана з великим ризиком для власного життя та особливими обов'язками, покладеними на них згідно з Законом України "Про пожежну безпеку" [1]. Службовці пожежно-рятувальної служби, що виконують свої професійні обов'язки по гасінню пожеж та рятуванню людей, зазнають інтенсивного впливу стрес-факторів. Дослідження та врахування цих факторів при професійній підготовці пожежних, особливо під час проведення навчально-тактичних заходів, є важливим етапом системи запобігання виробничому травматизму у підрозділах пожежно-рятувальної служби МНС України.

Робота пожежних пов'язана зі значним емоційним напруженням, обумовленим особливостями їх діяльності: