

УДК 614.842

В.М. Жартовський¹, І.Я. Кріса², С.В. Жартовський³, І.А. Рихліцький⁴, Д.І. Рихліцький⁵
(¹Академія пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля, м. Черкаси),
(²ТОВ „Вогнебіозахист”, м. Київ), (³Інспекція Держтехногенбезпеки України, м. Київ),
(⁴УкрНДІ ПБ, м. Київ), (⁵Управління МНС України, м. Вінниця)

ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОДИ І ВОДНИХ РЕЧОВИН

Проведено експериментальні дослідження використання води та водних розчинів полігексаметиленгуанідин гідрохлориду (фосфату), полігексаметиленгуанідинфосфат карбаміду, фосфатів та сульфатів амонію на різних об'єктах для забезпечення їх питною водою, здійснення їх активного та пасивного протипожежного захисту. Створено просочувальну композицію для вогнебіозахисту деревини, тканин, паперу. Створено речовину для гасіння пожеж, пожежне навантаження яких складають целюлозовмісні матеріали. Запропоновано комплексний підхід до вирішення певного кола проблем життєдіяльності об'єктів.

Ключові слова: антисептик, водні вогнегасні речовини, вогнебіозахист, деревина, карбамід, протипожежний захист, полігексаметиленгуанідин гідрохлорид.

Вступ. Під час виникнення надзвичайної ситуації техногенного або природного походження об'єкти різного призначення (житлові будинки, школи, лікарні, адміністративні будівлі, транспорт, культові споруди, бомбосховища та інші спецоб'єкти і т.п.) можуть залишатися без енергозабезпечення, що обумовлює наявність проблем безпеки життєдіяльності. В таких випадках часто виникають проблеми забезпечення людей питною водою та проблемами протипожежного захисту.

Постановка задачі. В часи екологічної небезпеки використовувати воду з річок, озер, ставів, колодязів в якості питної без проведення додаткових заходів щодо водопідготовки небезпечно і тому недопустимо. У вирішенні зазначеної проблеми використовують два основних напрями: зберігання певних запасів знезараженої підготовленої питної води та проведення знезараження питної води безпосередньо при виникненні надзвичайних ситуацій. З допомогою мобільної установки можна реалізувати згадані два методи: проводити водопідготовку та створювати певні запаси питної води.

Авторами [1] у співпраці з НТЦ «Укрводбезпека» (м. Київ) та із залученням інших спеціалістів інших науково-дослідних інститутів, розроблена, виготовлена і апробована установка для отримання питної води в польових умовах і під час надзвичайних ситуацій, в роботі якої використовується принцип бульбашково-плівкової екстракції «невідомої» води з використанням антисептика.

Ефективне знезараження можна здійснювати завдяки вітчизняному реагенту комплексної дії «Акватон», діючою речовиною якого є полігексаметиленгуанідин гідрохлорид (ПГМГХ). Цей реагент має високий знезаражувальний потенціал і широкий спектр біоцидної дії, а також, високу флокулюючу здатність. Вступаючи у взаємодію з речовинами-забрудниками, ПГМГХ разом з ними виводиться в збірник для відходів очистки, залишаючи для споживання чисту знезаражену воду. Перевагами цієї установки є те, що у фільтруючих пристроях не накопичуються шкідливі речовини, які могли б призвести до їх неконтрольованого скиду в очищену воду.

Для знезараження та консервування питної води, як вже зазначалось, використовують засіб «Акватон-10» (свідоцтво про державну реєстрацію дезінфікуючого засобу №000815 від 26.02.2010 р.). Методичні рекомендації щодо застосування дезінфікуючого засобу «Акватон-10» за ТУ У 24.1.25274537-2003 зі зміною №1, затверджено в установленому порядку МОЗ

України для знезараження об'єктів водопідготовки води при централізованому, автономному та децентралізованому водопостачанні [2].

«Акватон-10» має властивості катіонного флокулянту, а також бактерицидну, віруліцидну та фунгіцидну дії. За токсикометричними показниками реагент «Акватон-10» є малотоксичною сполукою (4-й клас небезпечності, згідно з ДСТ 12.1.007).

Шляхи вирішення поставленої задачі. Для вирішення проблеми забезпечення безпеки життєдіяльності об'єктів з позиції пожежної безпеки необхідно було обґрунтувати і запропонувати шляхи створення активних та пасивних засобів протипожежного захисту з використанням водних розчинів ПГМГХ.

Перші дослідження були спрямовані на розроблення вогнебіозахисних водних просочувальних речовин для деревини. При створенні антипіренів для вогнезахисту деревини за прототип були взяті добре відомі антипірени, що широко використовуються у порошковому вогнегасінні. Це суміші фосфатів і сульфатів амонію [3], які здатні проявляти ефект синергізму при інгібуванні полум'яного горіння. Фосфати і сульфати амонію добре розчиняються у воді. У якості антисептика для біозахисту деревини вибрали водний розчин ПГМГХ з підвищеними дезінфікуючими властивостями «Гембар», який випускає НТУ «Укрводбезпека» [3]. Оскільки полімер під дією електролітів висолюється із водного розчину, робочий розчин антисептика (дезінфікатора) застосовують окремо від водного розчину антипіренів, тобто просочувальна композиція складається з двох окремих розчинів. Така композиція залежно від хімічного складу речовин має технічну назву ДСА-1 або ДСА-2 [5].

Необхідно зазначити, що використання вогнебіозахисних просочувальних композицій ДСА-1 та ДСА-2 вирішило важливу екологічну задачу: на зміну шкідливим, або навіть отруйним речовинам (на кшталт фториду та біфториду натрію, солей міді, хрому, органічних отруйних речовин) застосовано антисептик «Гембар», який є малотоксичною сполукою.

Спочатку дослідження були спрямовані на визначення ефективності вогнезахисту деревини засобом ДСА-1. Для виготовлення дерев'яних конструкцій дахів використовують деревину різних порід. Широкого застосування набули береза, вільха та найбільше – сосна. Ось чому для визначення ефективності вогнезахисту, яка здійснюється за ДСТ 16363, готують зразки сосни без дефектів (за ГОСТ 2140-81) з густиною в межах $400 \div 500 \text{ кг/м}^3$, розміром $150 \times 60 \times 30 \text{ мм}$, з показником вологості 10%. Обробку зразків деревини засобом ДСА-1 проводили по поверхні за допомогою пензля, відповідно до вимог п.1.13 ГОСТ 20022.6 (НКЗ): два рази просочували робочим розчином антипірену і один раз робочим розчином полімерного антисептика „Гембар”. Залежно від густини зразків деревини, наявності смоли, витрата засобу ДСА-1 на зразок у перерахунку на суху речовину була в межах $6 \div 10 \text{ г}$.

Група вогнезахисної ефективності ДСА-1 визначалась випробуванням зразків вогнезахищеної деревини в приладі ОТМ. Було визначено, що засіб ДСА-1 забезпечує I групу ефективності. Якість вогнезахисту деревини цим засобом оцінювали у відповідності з класифікацією за ГОСТ 30219. В залежності від утримання вогнезахисного засобу отримували вогнезахищену деревину групи ІБ – важкогорючу деревину, що не здатна до самостійного горіння в умовах пожежі, що розвивається, або групи ІВ - важкогорючу деревину, що не здатна до самостійного горіння в початковий період пожежі.

За державними будівельними нормами ДБН В.1.1-7-2002 „Пожежна безпека об'єктів будівництва” залежно від області застосування проводять випробування на визначення показників пожежовибухонебезпечності, за методами ГОСТ 12.1.044: групи горючості (п.4.3), показника кисневого індексу (п.4.14), коефіцієнта димоутворення (п.4.18), показника токсичності продуктів горіння (п.4.20). В таб. 1 наведено результати випробувань зразків вогнебіозахищеної деревини, що оброблені засобом ДСА-2, за цими показниками в порівнянні із не захищеною деревиною.

Таблиця 1

*Показники пожежовибухонебезпечності за ГОСТ 12.1.044
необробленої деревини та вогнезахищеної деревини засобом ДСА-2*

№ з/п	Показники	Необроблена де-ревина	Вогнебіо захищена деревина
1	Група горючості	Горючий матеріал	Важкогорючий ма-теріал
2	Індекс розповсюдження полум'я	>25 поширює полум'я поверхню	не поширює по-лум'я поверхню
3	Кисневий індекс, КІ	21	>60
4	Коефіцієнт димоутворення: а) режим тління, м ² /кг б) режим горіння, м ² /кг	135 950	24 94
5	Показник токсичності продуктів горіння	високо небезпечні	помірно небезпечні

Як свідчать ці результати, вогнезахищена деревина за показниками пожежовибухонебезпечності кардинально відрізняється від необробленої деревини і її використання має великі перспективи у вирішенні проблеми вогнезахисту різних об'єктів.

Водночас для кращого розуміння механізму вогнезахисної дії запропонованого засобу додатково за ГОСТ 12.1.044 було досліджено зміну температури займання (п.4.7) та температуру самозаймання (п.4.9) необробленої та вогнезахищеної деревини. В табл.2 наведено результати визначення температур займання та самозаймання найбільш розповсюджених порід деревини, вогнезахищеної засобом ДСА-2 в порівнянні із засобом ДМФ-ББ (за ГОСТ 28815).

Таблиця 2

*Визначення температури займання та самозаймання необроблених зразків деревини
різних порід та вогнебіо захищених зразків цих порід засобами ДСА-2 та ДМФ-ББ*

Параметр	Необроблені зразки			Зразки, оброблені засо-бом ДСА-2			Зразки, оброблені засо-бом ДМФ-ББ		
	сосна	вільха	береза	сосна	вільха	береза	сосна	вільха	береза
T _{займання} , °С	230	235	235	410	400	415	365	370	370
T _{самозаймання} , °С	435	445	445	490	485	485	490	485	485

На реальних об'єктах пожежне навантаження більшістю припадає на деревину, але присутність легкозаймистих матеріалів, до яких відносяться тканини природного та штучного походження, значно підвищує пожежну безпеку. Вироби з цих матеріалів (штори, гардини, порт'єри тощо) швидко переносять полум'я в просторі, що значно прискорює розповсюдження пожежі. Тому протипожежний захист таких матеріалів заслуговує на увагу і є актуальним. Для вогнебіо захисту тканин знадобився новий підхід. По-перше, розробники намагалися використати більшість позитивних властивостей засобу «Гембар» в контексті вогнебіо захисту. По-друге, необхідно було винайти несольовий антипірен. В роботах спеціалістів ВНДІПО МНС Росії, зокрема в роботах Н.І.Константинової [7], пропонується в якості антипірену використовувати фосфат карбаміду. Фосфат карбаміду не є сіллю, але також являє собою кристалічну речовину, а тому не має необхідної адгезії до тканин матеріалів (теж обсипається). Фосфат карбаміду не має належного розповсюдження, але розробників зацікавила можливість завдяки оптимізації співвідношення між атомами фосфору у молекулі фосфорної кислоти та атомами азоту у молекулі карбаміду створити синергетичну речовину, яка б мала високу вогнезахисну властивість. Цього вдалося досягнути завдяки реакційним власти-

востям полігексаметиленгуанідину шляхом синтезу нової комплексної сполуки – полігексаметиленгуанідинфосфату карбаміду [8]. Водний розчин цієї комплексної сполуки у воді в межах 22-30 % отримав технічну назву «Композиція просочувальна для поверхневого вогнетривого біозахисту тканин, паперу і очерету ФСГ-1», який виробляється за ТУ У 24.6-32528450-002-2004 зі зміною №1 та №2.

Морфологічні дослідження кристалохімічних процесів утворення твердої речовини під час видалення розчинника (води) із композиції ФСГ-1 показали таке. Із зменшенням кількості розчинника композиція набуває малорухомого стану у вигляді гелю, який притаманний розчинам високомолекулярних сполук [9]. Подальше видалення розчинника призводить до утворення специфічних кристалів – сферолітів, що також є кристалічною формою високомолекулярних сполук [9]. Наявний в'язкопластичний стан в процесі переходу композиції від розчину до твердого стану забезпечує утворення рівномірної плівки засобу ФСГ-1 навкруги кожного волокна тканини. При цьому така плівка не змінює кольору матеріалу і не погіршує дизайну тканого виробу.

Після обробки тканин або паперу композицією ФСГ-1 вони стають важкозаймистими матеріалами у відповідності до ДСТУ 4155-2003 та біостійкими до ураження руйнівними грибами, відповідності до ГОСТ 26603-85.

Комплексна сполука полігексаметиленгуанідинфосфат карбаміду, завдяки наявності у своїй структурі дуже гідрофільних молекул ортофосфорної кислоти та карбаміду, утворює кристалогідрати у вигляді сферолітів. Кількість води змінюється залежно від температури та вологості повітря. Ця кількість коливається від 0,1 грама води на 1 грам комплексної сполуки при вологості повітря менше 40% та 0,3 грама води на 1 грам комплексної сполуки при вологості повітря понад 70 %. Кристалогідрати комплексної сполуки вносять додатковий охолоджуючий ефект в загальний механізм вогнезахисту із використанням зазначеної речовини. Особливо це актуально при вогнезахисті деревини, оскільки кристалогідрати знаходяться в порах і капілярах вогнезахищеного матеріалу.

Подальше збільшення концентрації комплексної сполуки у воді до 40-50% показало здатність такого водного розчину до ефективного вогнебіозахисту деревини: деревина стає важкозаймистою. Така модифікація зазначеної композиції отримала технічну назву ФСГ-2.

Наведені вище специфічні властивості комплексної вогнебіозахисної речовини ФСГ-2 роблять перспективу на можливість використання її для гасіння пожеж, тобто для активного протипожежного захисту об'єктів. На сьогодні для гасіння переважної кількості пожеж в Україні використовується вода. Відомо, що кількість води, яку подають на гасіння пожеж, на порядок більша від теоретично необхідної, що спричиняє затоплення приміщень. Збитки, заподіяні водою під час гасіння пожеж, часто перевищують збитки від самої пожежі [10]. З іншого боку, особливості горіння вогнищ класу А (деревини), зокрема наявність тління, що переходить у полуменеве горіння, може бути обумовлена недостатнім охолоджувальним та ізолюючим впливом обмеженого об'єму води. Відомо, що вогнегасну ефективність води можна підвищити шляхом введення до неї модифікувальних добавок [11].

Композиція водна просочувальна для вогнебіозахисту деревини ФСГ-2 завдяки наявності полігексаметиленгуанідинфосфат карбаміду має властивості „слизької води”, містить значну кількість синергетичного інгібітора, здатна утворювати гель при незначному випаруванні води. Зазначені властивості впливають на ефективність вогнегасної дії ФСГ-2. Проведено дослідження, об'єктом яких були водні вогнегасні речовини: вода, вода з поверхнево активними речовинами та водний розчин вогнебіозахисної речовини ФСГ-2. Вогнегасну здатність водних вогнегасних речовин визначали порівняно із вогнегасною здатністю води, яку взято за одиницю. Сутність методу полягає у визначенні маси водних вогнегасних розчинів, які необхідно подати тонкорозпиленими струменями на гасіння вогнища пожежі класу А. Результати проведених вогнегасних речовин наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Усереднені результати визначення відносної вогнегасної здатності тонкорозпилених струменів деяких водних вогнегасних речовин (клас пожежі – А, час вільного горіння 300 с, площа горіння – 0,2268 м²)

Вогнегасна речовина	Вміст добавки до води, % мас.	Тривалість гасіння, с	Середня маса вогнегасної речовини, витраченої на гасіння, кг	Відносна вогнегасна здатність вогнегасної речовини
Вода		100 ±	5 ±	1,00
Вода + 2 % ПУ типу Pirena	2	37 ±	3 ±	1,66
Водний розчин вогнебіо-захисної речовини ФСГ-2	31,5	10 ±	1,1 ±	4,55

Експерименти свідчать про високу вогнегасну здатність (в 4,55 рази більшу від води) водного розчину вогнебіозахисної речовини ФСГ-2 для гасіння пожеж класу А, що підтверджує справедливість гіпотези про можливість використання зазначеної речовини в якості вогнегасної речовини для дерев'яних конструкцій об'єктів різного призначення.

Висновки. Таким чином, проведені експериментальні дослідження засвідчують, що використання води і водних розчинів полігексаметиленгуанідин гідрохлориду (фосфату), полігексаметиленгуанідинфосфат карбаміду на об'єктах різного призначення дає змогу забезпечити зазначені об'єкти питною водою, здійснити на них активний та пасивний протипожежний захист, тобто комплексно забезпечити певний рівень безпеки життєдіяльності об'єктів.

Список літератури:

1. **Жартовский В.М.,** Нижник Ю.В., Баранова А.И., Нижник Т.Ю. Опыт применения полимерного биоцидного реагента при чрезвычайных ситуациях // Реагенты комплексного действия на основе гуанидиновых полимеров. – Вып.3. – К.: 2006. – С.45.
2. **Методичні рекомендації** щодо застосування засобу „АКВАТОН-10” для знезараження об'єктів водопідготовки при централізованому, автономному та децентралізованому водопостачанні. Затверджено Першим заступником головного держаного санітарного лікаря України від 26.02.2010 р. №15 – 2010. ТОВ Видавничий дім „ЕКМО”, м. Київ, 2010, с. 31.
3. **Зозуля И.И.** Огнетушащие порошковые составы/ И.И.Зозуля, А.В.Антонов, В.М.Жартовский и др./ Научно-технический прогресс в пожарной охране: Сб. науч. тр. // Под ред. Юрченко Д.И. – М.: Стройиздат, 1987. – С. 137-147.
4. **ТУ У 24.2 – 216435506.002 0 2001** Засіб дезінфікуючий „Гембар”. Технічні умови.
5. **Андрієнко В.М.,** Бут В.П., Жартовський В.М., Жартовський С.В., Маладика І.Г., Цапко Ю.В. Вогнезахист деревини та виробів з неї: Навчальний посібник, – Черкаси: АПБ ім. Героїв Чорнобиля МНС України, 2009. – 254 с.
6. **Тропинов А.Г.,** Жартовский В.М., Антонов А.В., Баратов А.Н. Взаимодействие диаммоний фосфата и хлорида калия с активными радикалами пламени // Кинетика и катализ. – 1988. – №1 – С.176-179.
7. **Константинова Н.И.** Проблемы огнезащиты текстильных материалов из смешанных волокон // Пожарная безопасность. – 2003, – №4. – С.103-106.
8. **Жартовський С.В.,** Соколенко К.І., Рихліцький Д.І. Композиційний просочувальний засіб для вогнезахисту деревини і тканин // Науковий вісник УкрНДІ ПБ. – К. 2010. – №2(22). – С.30-37.
9. **Тагер А.А.** Физикохимия полимеров. – М.: Химия, 1978. – 370 с.
10. **Тарахно О.В.,** Шаршнов А.Я. Фізико-хімічні основи використання води в пожежній справі. Навчальний посібник. – Харків. АЦЗУ. 2004. – 252 с.
11. **А.В. Антонов,** В.О. Боровиков, В.П.Орел, В.М. Жартовський, В.В. Ковалишин. Вогнегасні речовини. Посібник. – Київ: Пожінформтехніка, 2004. – 176 с.

*В.М. Жартовский, С.В. Жартовский,
И.Я. Криса, И.А. Рихлицкий, Д.И. Рихлицкий*

**ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДЫ И ВОДНЫХ ВЕЩЕСТВ**

Проведены экспериментальные исследования использования воды и водных растворов полигексаметиленгуанидин гидрохлорида (фосфата), полигексаметиленгуанидинфосфат карбамида, фосфатов и сульфатов аммония на различных объектах для обеспечения их водой, осуществления их активной и пассивной противопожарной защиты. Создана пропиточная композиция для огнебиозащиты древесины, ткани, бумаги. Создано вещество для тушения пожаров, пожарную нагрузку которых составляют целлюлозосодержащие материалы. Предложен комплексный подход к решению определенного круга проблем жизнедеятельности объектов.

Ключевые слова: антисептик, водные огнетушащие вещества, огнебиозащита, древесина, карбамид, противопожарная защита, полигексаметиленгуанидин гидрохлорид.

*V.M. Zhartovskyi, S.V. Zhartovskyi,
I.A.Krisa, I.A. Rikhlitsky, D.I. Rikhlitsky*

**PROBLEMS AND THE WAYS OF OBJECTS VITAL ACTIVITY PROVISIONS
WITH WATER AND WATERBASED SUBSTANCES**

Experimental studies of the use of water and water solution of polyhexamethyleneguanidine hydrochloride (the phosphate), polyhexamethyleneguanidinephosphate carbamide, phosphate and sulphate ammonium on different objects for its ensuring by water, for realization active and passive fire-prevention protection are made. Impregnation composition for fire-protection of wood, fabrics, papers is created. Substance for fire-fighting, when fire capacity formed by wood based material, is created. Complex solution of certain circle of object vital activity problems is offered.

Key words: antiseptic, water based substances for fire-fighting, fire-bio-protection, wood, carbamide, fire-prevention protection, polyhexamethyleneguanidine hydrochloride.

