

*Ю.В. Цапко, канд. техн. наук, ст. наук. співр.
(Київський науково-дослідний інститут судових експертиз)
Баланюк В.М., канд. техн. наук, доцент
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ

Розроблено алгоритм оцінювання безпеки експлуатації об'єктів зберігання боєприпасів з урахуванням організаційних та технічних заходів та встановлено безпечний рівень експлуатації об'єкта у разі проведення вогнезахисного оброблення конструкцій та засобів зберігання. Проведено дослідження механізму вогнезахисної дії біфункціональних сумішей, а саме проведеними термогравіметричними дослідженнями встановлено характер протікання екзотермічних перетворень, внаслідок чого закінчення процесу термоокиснювальної деструкції фіксується за вищих температур. За термогравіметричними дослідженнями визначено умови проведення процесу піролізу. Методом газової хроматографії здійснено якісний і кількісний аналіз продуктів піролізу

Ключові слова: горючі, важкогорючі матеріали, вогнезахист, вогнезахистні засоби, вогнестійка тара

Актуальність проблеми. Низка резонансних аварій на військових об'єктах (Артемівськ, 2003 р., Новобогданівка, 2004 р., Цвітоха, 2005 р., Лозова, 2008 р.) виявила низький рівень безпеки експлуатації арсеналів, баз та складів зберігання озброєння та військової техніки. Значною мірою така тривожна статистика обумовлена використанням у будівельних конструкціях та спорудах целюлозовмісних матеріалів (деревини, фанери, тканин, паперових виробів та очерету), які високочутливі до впливу високої температури, вогню та біологічного пошкодження. Придушення осередків горіння в умовах зберігання вибухових речовин дуже складне, а тому у цій ситуації запобігання та обмеження до небезпечних факторів горіння целюлозовмісних матеріалів шляхом вогне- та біозахисту є найперспективнішим напрямом.

При розташуванні арсеналів, баз та складів зберігання озброєння та боєприпасів враховувався вплив природних чинників, а тому ризик виникнення надзвичайних ситуацій від таких катаклізмів вважається прийнятним ($10^{-6} \div 10^{-8}$) [1].

Надзвичайні ситуації техногенного характеру класифікуються за характеристиками явищ, які визначають особливості дії факторів ураження людей, навколишнього середовища і об'єктів господарювання. Розрізняють аварії (катастрофи), які супроводжуються пожежами, вибухами, викидами небезпечних речовин, руйнуванням будівель та споруд (в тому числі під впливом бактерій) та інших чинників.

Надзвичайні ситуації на арсеналах, базах та складах зберігання озброєння та боєприпасів призвело до повного руйнування об'єкта, наносять значну шкоду довкіллю, паралізують інфраструктуру населених пунктів та створюють загрозу для населення.

Ризик виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру для промислових об'єктів знаходиться на рівні $9,2 \cdot 10^{-4}$ і відноситься до неприйнятних, а для військових об'єктів з урахуванням останніх аварій значно перевищує це значення та відноситься до катастрофічних [1].

Одним з найбільш значних факторів ризику арсеналів, баз та складів зберігання озброєння та боєприпасів є їх вибухопожежонебезпека. Від вибору систем забезпечення протипожежного захисту таких об'єктів залежить живучість як в нормальних умовах, так і при виникненні надзвичайної ситуації, а тому проблема, що пов'язана з використанням пожежонебезпечних матеріалів (деревини, фанери, тканин, паперових виробів) у будівельних конструкціях та спорудах ЗС України, набула ще більш актуального характеру і виявила низький рівень безпеки експлуатації арсеналів, баз та складів зберігання озброєння та боєприпасів [2].

В загальному вигляді безпечна експлуатація об'єкта буде ефективна і оптимальна протягом гарантованого терміну за умови адекватності системи захисту, яка складається з організаційних та технічних заходів до ризиків.

Так основними показниками пожежної небезпеки споруди за [3] є числові значення параметрів пожежної небезпеки (P_n) та рівня пожежної небезпеки (R_n). Якщо розраховане значення P_n не перевищує P_n та, відповідно, $R_{пн} < 1$, тоді об'єкт вважається достатньо пожежозахищеним. В іншому випадку, тобто якщо $R_{пн} > 1$, об'єкт має підвищену пожежну небезпеку і потребуються додаткові пожежозахисні заходи (рис. 1).

До організаційних заходів протипожежного захисту відноситься нормативна і правова база в галузі пожежної безпеки, організація охорони об'єкта, розроблення планів дії персоналу при виникненні надзвичайної ситуації, евакуації, ліквідації та навчання. До технічних – засоби виявлення проникнення на об'єкт та зв'язку, охоронна та пожежна сигналізація; засоби пожежогасіння, оповіщення, евакуації, індивідуального захисту; транспортні засоби та інженерно-технічні засоби ліквідації наслідків пожежі, автоматичні системи комплексної безпеки тощо.

В загальному вигляді безпечна експлуатація об'єкта буде ефективна і оптимальна протягом гарантованого терміну за умови адекватності системи заходів захисту до ризиків, які можуть виникнути [4].

Незважаючи на чисельні організаційні та технічні заходи, які розроблюються на теперішній час, безпека експлуатації вищезазначених об'єктів ще знаходиться на досить низькому рівні.

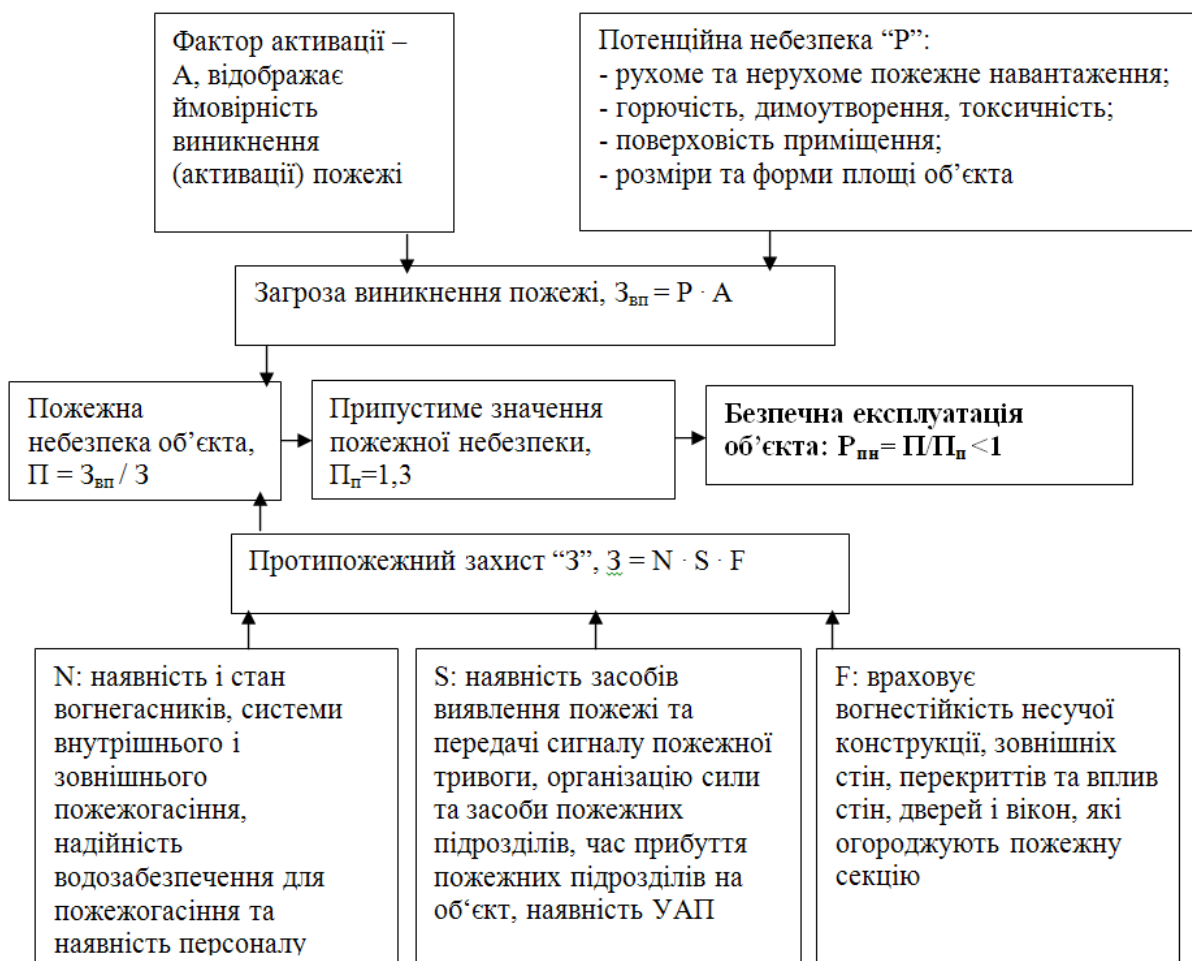


Рис. 1. Алгоритм оцінювання безпеки експлуатації об'єкта.

Постановка проблеми та її розв'язання. Одним з шляхів підвищення рівня експлуатації військових об'єктів, на яких зберігається та транспортується сучасна зброя і боєприпаси, є вогнезахисне оброблення целюлозовмісних матеріалів [4]. Вогнезахист дозволяє перевести легкозаймисті матеріали до важкогорючих, які повільно поширюють полум'я поверхню, з низькою димоутворювальною здатністю та за токсичністю продуктів горіння відносяться до помірнобезпечних.

Забезпечення вимог протипожежного захисту об'єктів характеризується досягненням необхідної якості захисного оброблення і тривалості безпечної експлуатації вогнезахисних матеріалів, що застосовуються. Вивчення зміни параметрів вогнезахисних целюлозовмісних матеріалів під дією зовнішніх факторів можливе за умов дослідження механізмів, які відбуваються під час експлуатації та в разі впливу підвищених температур і вологості.

З урахуванням результатів досліджень обґрунтовано оброблення деревини водним розчином полімерного антисептика, як для підвищення вогнестійкості. Результати втрати маси зразків при біоруйнуванні наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Результати дослідження на стійкість деревини сосни та фанери до біоруйнування

Тип біозахисного Препарату	Поглинання біозахисного препарату, мас. %		Втрати маси після випробувань, %	
	Деревина	Фанера	Деревина	Фанера
полігексаметиленгуанідин фосфат (“Гембар”)	10,42	7,12	8,02	12,98
полігексаметиленгуанідин фосфат карбаміду	12,01	7,88	8,31	14,02
полігексаметиленгуанідин гідрохлорид + алкілдиметил- бензиламоній хлорид	8,87	4,07	6,17	9,13
полігексаметиленгуанідин поліфосфат амонію	6,25	4,90	6,72	12,92
біхромат натрію (калію) + сульфат міді	3,75	1,75	4,47	6,12
необроблений	-	-	39,63	36,82

Як видно із таблиці зразки деревини та фанери, що оброблені комплексними сполуками антисептика та антипірену, показали стійкість до біоруйнування дереворуйнівними грибами (ГОСТ 9.048). З урахуванням результатів таблиці 1 в якості вогнебіозахисних сумішей запропоновано до використання композиції ДСА-2, ДСА-плюс, ДСА-люкс, ДСА-супер.

Проведено дослідження механізму вогнезахисної дії біфункціональних сумішей, а саме проведеними термогравіметричними дослідженнями встановлено характер протікання екзотермічних перетворень, внаслідок чого закінчення процесу термоокиснювальної деструкції фіксується за вищих температур (рис. 2). За термогравіметричними дослідженнями визначено умови проведення процесу піролізу. Методом газової хроматографії здійснено якісний і кількісний аналіз продуктів піролізу, результати яких наведено в таблиці 2.

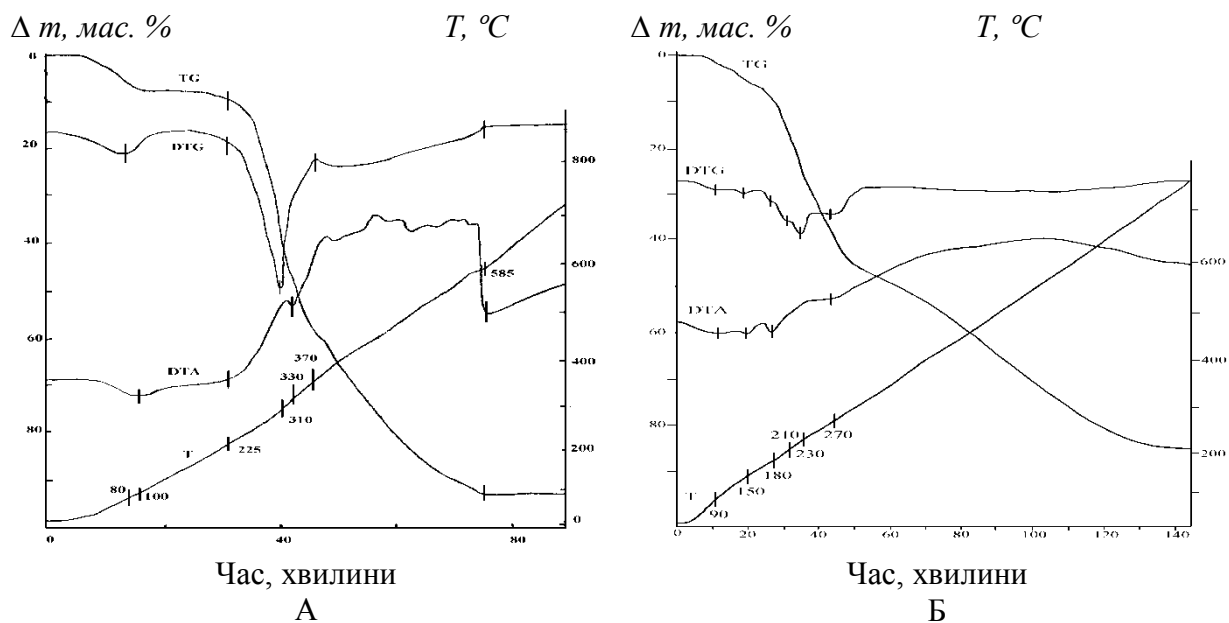


Рис. 2. Криві термогравіметричного аналізу зразків соснової деревини: а – не обробленої, б – обробленої сумішшю фосфатів та сульфатів амонію і антисептиком в нормальній повітряній атмосфері.

Таблиця 2

Якісний і кількісний склад газоподібних продуктів термічної деструкції деревини

Компонент	Вміст компонентів у летких продуктах деструкції деревини, % об.						
	Не оброблена	БС-13	ББ-11	ДСА-2	ДСА-плюс	ДСА-люкс	ДСА-супер
CO	39,08	16,35	24,37	12,84	12,46	12,62	10,76
CO ₂	51,93	82,58	67,36	не виявлено	41,16	0,56	не виявлено
CH ₄	6,05	0,46	6,74	сліди	0,32	0,36	сліди
C ₂ H ₆ + C ₂ H ₄	0,45	0,05	4,87	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
C ₃ H ₈	0,19	не виявлено	не виявлено	не виявлено	0,08	не виявлено	не виявлено
C ₃ H ₆	0,32	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
H ₂	0,73	0,56	3,83	0,11	0,14	0,14	0,02
O ₂	0,26	не виявлено	не виявлено	не виявлено	0,04	не виявлено	не виявлено
N ₂	0,99	не виявлено	не виявлено	85,04	46,99	79,92	89,22

Як видно з табл. 2, після піролізу необробленої та обробленої деревини вогнезахисними засобами на основі фосфатів та сульфатів амонію, карбонату натрію і борної кислоти та ортоборату натрію і борної кислоти, суміші продуктів деструкції суттєво відрізняються за

вмістом азоту, діоксиду вуглецю та кількістю горючих газів. Так для деревини, обробленої сумішшю фосфатів та сульфатів амонію кількість азоту збільшилась більше ніж у 8 разів, для деревини, обробленої сумішшю карбонату натрію і борної кислоти виявлено збільшення діоксиду вуглецю в 1,5 рази, а для деревини, обробленої сумішшю ортоборату натрію і борної кислоти – більше 10 % горючих газів та незначне підвищення кількості діоксиду вуглецю.

На реальних пожежах, коли на целюлозовмісні матеріали діють більш інтенсивні променеві теплові потоки, вогнезахист матеріалів може виявитися неефективним, та збільшити димоутворення і токсичність продуктів горіння. Визначено пожежонебезпечні характеристики матеріалів, які наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Результати визначення пожежонебезпечних та експлуатаційних властивостей деревини

Показник	Деревина	Деревина вогнезахищена
Горючість ГОСТ 12.1.044	горючий	важкогорючий
Індекс поширення полум'я ГОСТ 12.1.044	поширює полум'я	не поширює полум'я
Займистість ДСТУ Б.В.1.1-2	займисті (В3)	помірнозаймиста (В2)
Димоутворювальна здатність ГОСТ 12.1.044	висока (Д3)	помірна (Д2)
Токсичність продуктів горіння ГОСТ 12.1.044	високонебезпечні (Т3)	помірнонебезпечна (Т2)
Горючість ДСТУ Б.В.2.7-19	підвищена горючість (Г4)	помірна горючість (Г2)
Поширення полум'я поверхню ДСТУ Б.В.2.7-70 (ГОСТ 30444) в: - горизонтальному напрямі	РП4 (значно поширюють полум'я)	локально поширюють поверхню (РП2)
- вертикальному напрямі	швидко поширює полум'я (РПв4)	повільно поширює полум'я (РПв3)

Зразки вогнезахищених матеріалів класифікуються як важкозаймистий матеріал з помірною димоутворювальною здатністю, за токсичністю продуктів горіння відносяться до класу помірно небезпечних матеріалів.

З урахуванням вище наведеного, на прикладі каркасно-монолітної будівлі, в якій зберігаються боєприпаси, проведено оцінювання рівня безпеки експлуатації (табл. 4).

Таблиця 4

Розрахунки рівня пожежної безпеки експлуатації складу зберігання боєприпасів

Параметри	Значення	
	Існуючий	З застосуванням вогнезахисту
Потенційна небезпека (P)	1,6	0,7
Фактор активації (A)	1,6	1,6
Загроза виникнення пожежі (Звп)	2,56	1,12
Протипожежний захист (N)	0,48	0,48
Фактор наявності виявлення пожежі та боротьби (S)	1,694	1,694
Фактор будівельних захисних заходів (F)	1,2	1,2
Протипожежний захист (З)	0,975	0,975
Пожежна небезпека об'єкта (П)	2,62	1,14
Припустиме значення рівня пожежної безпеки (Пп)	1,3	1,3
Рівень пожежної безпеки (Рпн)	2,0	0,88

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ХРАНЕНИЯ БОЕПРИПАСОВ

Разработан алгоритм оценивания безопасности эксплуатации объектов хранения вооружения и боеприпасов с учетом организационных и технических мероприятий и установлен безопасный уровень эксплуатации объекта в случае проведения огнебиозащитной обработки конструкций.

Ключові слова: горючие и трудногорючие материалы, огнезащита, огнезащитные средства

Yu. V. Tsapko, V. M. Balanyuk

INCREASE OF OPERATION SAFETY LEVEL OF AMMUNITION STORAGE

The evaluation algorithm of operation safety level of ammunition storage is developed taking into account organizational and technical measures. A safe level of object operation is set in case of fireproof treatment of constructions and storages. Mechanism of fire-retardant effect of bio-functional compositions is examined. The thermogravimetric examinations have showed the character of exothermic changes. The final stage of thermal-oxidative destruction is fixed at higher temperature. Conditions of pyrolysis are determined according with thermogravimetric researches. Quantitative and qualitative analysis of pyrolysis products is done by gas chromatography method.

Key words: combustible materials, nonflammable materials, fireproof, fire-protective means, fireproof containers

