

УДК 614.84

*О.В. Савченко, к.т.н., с.н.с., заст. нач. каф., НУЦЗУ,  
Є.І. Стецюк, ст. викладач, НУЦЗУ,  
О.О. Островерх, к.пед.н., доцент, нач. каф., НУЦЗУ,  
Г.В. Іванець, к.т.н., доцент, НУЦЗУ*

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛЕУТВОРЮЮЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НА СКЛАДАХ ЗБЕРІГАННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ БОЄПРИПАСІВ**

(представлено д-ром техн. наук Ключкою Ю.П.)

У роботі проведено аналіз основних факторів небезпеки зберігання боєприпасів. Виявлено найбільш небезпечні види боєприпасів за кількістю зберігання на складах та можливими наслідками. Обґрунтовано можливість використання гелутворюючих систем для завчасного та оперативного захисту тари для зберігання артилерійських боєприпасів, від теплового впливу пожежі.

**Ключові слова:** артилерійські боєприпаси, гелеутворююча система, ліквідація надзвичайної ситуації.

**Постановка проблеми.** Станом на початок 2013 року на 159 базах, складах та арсеналах Збройних Сил України, зберігалось близько 2,5 млн. тонн ракет і боєприпасів, з них близько 1,3 млн. тонн підлягали утилізації, а 440 тис. тонн були непридатні до використання та збереження. У разі виникнення надзвичайних ситуацій на цих об'єктах до зони можливого ураження потрапляє понад 300 населених пунктів, більш 200 потенційно небезпечних об'єктів, з яких 19 об'єктів нафтогазопроводів.

До існуючих проблем зберігання боєприпасів відносяться: 12% місць зберігання боєзапасу не обладнано блискавкозахисними спорудами, 43% місць зберігання військових засобів ураження не обнесено захисними валами, 97% дерев'яних конструкцій сховищ не оброблено вогнезахисною сумішшю, 55% місць зберігання боєприпасів не обладнано автоматичною пожежною сигналізацією. На території деяких військових частин відсутні системи раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей. Більше 14% штабелів на майданчиках відкритого зберігання не захищені від сонячних променів та атмосферних опадів, штабелі мають небезпечний нахил.

Це утворює реальну загрозу виникнення техногенно-екологічних катастроф, що підтверджується випадками вибухів боєприпасів на базах Міністерства оборони України (МО України) [1].

Під час надзвичайної ситуації, яка виникла 27 серпня 2008 року на території 61 арсеналу (військова частина А0829) поблизу міста Лозова

Харківської області за оцінками спеціалістів із 97,4 тис. тон боєприпасів, які на той час зберігалися, в осередках пожежі та вибухів опинилося понад 85,5 тис. тонн боєприпасів (90%), частина яких детонувала, а решта була пошкоджена та розкидана в межах технічної території арсеналу.

Неушкодженими залишилось близько 7,5 тис. тонн (10%), які зберігалися в 11 сховищах та на 1 майданчику відкритого зберігання. Саме велика кількість майданчиків відкритого зберігання боєприпасів сприяє поширенню аварії. Наприклад, на технічній території 61 арсеналу було обладнано 134 місця зберігання боєприпасів, з них 45 капітальних сховищ (33%), а решта – майданчики відкритого зберігання (67%) [2].

Ліквідація пожежі на складі зберігання боєприпасів, без масштабних наслідків, можлива лише у перші хвилини, тому виникає необхідність проведення наукових досліджень щодо розробки нових вогнегасних речовин і тактичних прийомів, які дозволять скоротити час гасіння і не допустити переходу пожежі у НС з вибухами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз номенклатури та кількості боєприпасів та ракет, що зберігалися на 61 арсеналі МО України засвідчив: найбільшу кількість складають боєприпаси до зенітної, танкової, наземної та морської артилерії (табл.1).

**Табл. 1. Кількість боєприпасів та ракет, що зберігалися на 61 арсеналі МО України (м. Лозова)**

№ п/п	Найменування	Всього, (т)
1.	Патрони до стрілецької зброї	16849,11
2.	Піротехнічні засоби	153,80
3.	Елементи динамічного захисту броні танків	139,05
4.	Ручні гранати	1927,17
5.	Гранатометні постріли	417,76
6.	Боєприпаси до ЗА	5849,98
7.	Боєприпаси до ТА	31390,65
8.	Боєприпаси до НА	11047,20
9.	Боєприпаси до МА	18604,69
10.	Імітатори повітряної цілі	11,06
11.	Освітлювальні реактивні снаряди	0,88
12.	Тактичні ракети	263,61
13.	ГЧ до тактичних ракет	90,80
14.	Керовані ракети	743,33
15.	в т.ч. ПЗРК (ЗРК)	1,81
16.	в т.ч. ПТКР	741,52
17.	Учбові боєприпаси, ракети	681,01
18.	Елементи боєприпасів і ракет	3720,62
19.	Тара, підкладки, арматура	843,01
20.	ВСЬОГО	92733,73

В свою чергу серед наведених боєприпасів найбільш небезпечними є осколочно-фугасні снаряди 122 мм и 152 мм (табл. 2.).

**Табл. 2. Кількість осколочно-фугасних снарядів 122 мм і 152 мм на 61 арсеналі МО України (м. Лозова)**

	Тип та калібр боєприпасу	всього шт	вага тонн
1.	125мм до Д-81 ВОФ36 з.сп.	62690	3761,4
2.	125мм до Д-81 ВОФ36 н.сп.	197875	11872,5
3.	152мм до 2А36 ВОФ39 з.сп.	4433	270,413
4.	152мм до 2А36 ВОФ39 н.сп.	12232	746,152
5.	152мм до 2А36 ВОФ40 з.сп.	1979	120,719
6.	152мм до 2А36 ВОФ40 н.сп.	7218	440,298
7.	122мм до Д-30 ВОФ5 з.сп.	1639	68,0185
8.	122мм до Д-30 ВОФ5 н.сп.	1387	57,5605
9.	122мм до Д-30 ВОФ6 з.сп.	7573	314,2795
10.	122мм до Д-30 ВОФ6 н.сп.	212	8,798
11.	122мм до Д-30 ВОФ14 н.сп.	256	11,136
12.	122мм до Д-30 ВОФ15 н.сп.	2	0,084
13.	122мм до Д-30 ВОФ29 з.сп.	2823	117,1545
14.	122мм до Д-30 ВОФ29 н.сп.	7856	326,024
15.	122мм до Д-30 ВОФ30 з.сп.	630	25,2
16.	122мм до Д-30 ВОФ30 н.сп.	2257	90,28
17.	122мм до Д-30 ВОФ81 з.сп.	698	28,967
18.	122мм до Д-30 ВОФ81 н.сп.	7365	305,6475
19.	122мм до Д-30 ВОФ82 з.сп.	726	29,04
20.	122мм до Д-30 ВОФ82 н.сп.	44008	1760,32
21.	122мм до М30 ппз інд. ВОФ-463М не з.сп.	2	0,075
22.	122мм до М30 ппз інд. ВОФ31 не з.сп.	2	0,075
23.	122мм до М30 ппз інд. ВОФ80 не з.сп.	2323	87,1125
24.	152мм до 2А65 ппз ВОФ58 н.сп.	6065	491,265
25.	152мм до 2А65 упз ВОФ73 з.сп.	76	5,852
26.	152мм до 2А65 упз ВОФ73 н.сп.	3394	261,338
27.	152мм до 2А65 дз ВОФ72 н.сп.	1496	125,664
28.	152мм до МЛ,Д20 ВОФ-546 з.сп.	1	0,082
29.	152мм до МЛ,Д20 ВОФ-546 н.сп.	677	55,514
30.	152мм до МЛ,Д20 ВОФ-546У н.сп.	629	47,804
31.	152мм до МЛ,Д20 ВОФ32 з.сп.	1	0,082
32.	152мм до МЛ,Д20 ВОФ32 н.сп.	40318	3306,076
33.	152мм до МЛ,Д20 ВОФ33 з.сп.	463	36,114
34.	152мм до МЛ,Д20 ВОФ33 н.сп.	11875	926,25
35.	152мм до МЛ,Д20 ВОФ27 з.сп.	611	51,324
	Разом	431792	25748,619

Отже із 92733,73 тон. боєприпасів 25748,619 тон (27,8 %) складають осколочно-фугасні снаряди 122 мм и 152 мм [3] і саме ці снаряди становлять найбільшу потенційну небезпеку за факторами дії вибуху на сховища.

Зберігання більшості боєприпасів відбувається у дерев'яній тарі, підкладки які використовуються при встановленні штабелів також із дерева, тому саме деревина є основним ТГМ якій у разі пожежі необхідно гасити чи захищати від загоряння.

Найбільш поширеним засобом пожежогасіння є вода. Це пояснюється її доступністю, легкістю подачі, дешевизною та відсутністю токсичної дії на людину. Але внаслідок великого поверхневого натягу та незначної в'язкості, використання води при гасінні приводить до великих втрат вогнегасної речовини.

В роботі [4] з метою скорочення часу пожежогасіння, в якості вогнегасної речовини було запропоновано використання гелеутворюючих систем (ГУС).

Один з компонентів ГУС являє собою розчин гелеутворюючого компонента - сульфату лужного металу. Другий компонент – розчин силікату. При одночасній подачі двох складів вони змішуються на поверхнях, що горять або захищаються. Гель утворює на поверхні нетекучий вогнезахисний шар. Цей шар міцно закріплюється на вертикальних і похилих поверхнях.

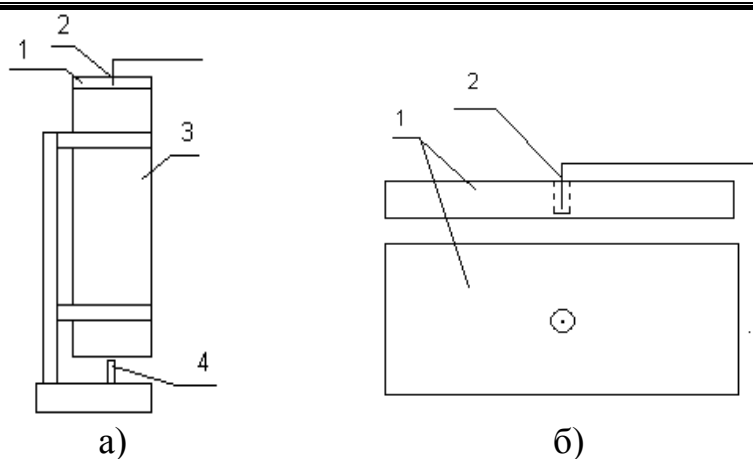
У порівнянні з водою гелутворюючі системи мають перевагу, що полягає в суттєвому зменшенні втрат вогнегасної речовини за рахунок стікання з похилих і вертикальних поверхонь. Іншою перевагою ГУС є їх висока вогнезахисна дія. Вогнезахисна дія ГУС на першому етапі зумовлена охолоджуючою дією води, що міститься в гелі. Після випаровування всієї води утворюється пористий шар висушеного гелю (ксероргель) який ускладнює займання поверхні на якій він нанесений за рахунок своєї низької теплопровідності.

В роботі [5] наведені дані, що ГУС мають добру адгезію до деревини, ДСП, ДВП, ПВХ. Згідно з висновками роботи найбільш перспективною вогнегасячою й вогнезахисною (для оперативного захисту конструкцій) гелеутворюючою системою є  $\text{CaCl}_2 - \text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ .

**Постановка завдання та його вирішення.** Проведемо аналіз можливості застосування ГУС для оперативного захисту тари з боєприпасами від теплового впливу пожежі.

В роботі [6] за допомогою переробленого методу визначення групи важкогорючих матеріалів за ГОСТ 12.1.044-89 було встановлено час теплозахисної дії ГУС. Досліди проводились на зразках з деревини. Час теплозахисної дії ГУС оцінювався за досяганням поверхні, що обігривається, температури 200 °С.

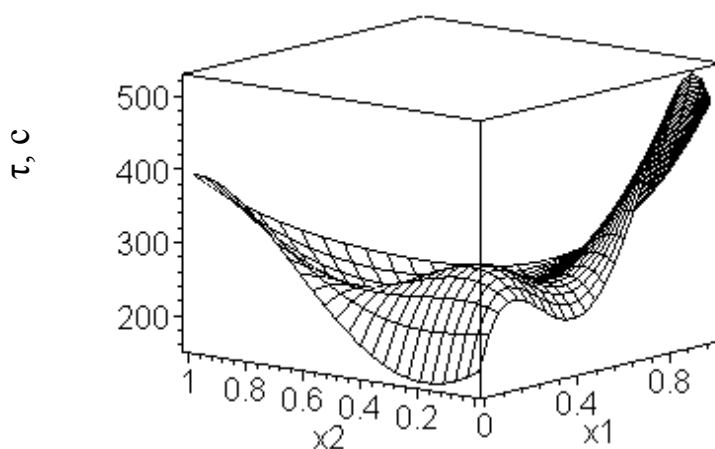
Принципова схема досліду наведена на рис. 1.



**Рис. 1. Принципова схема дослідження теплозахисної дії ГУС (а – схема установки зразка для дослідження; б – схема влаштування термопар (ТХА) у зразку)**

1 – зразок; 2 – термопара; 3 - вогнева камера; 4 – пальник.

За результатами дослідження встановлено, що середній час досягнення критичної температури необроблених зразків деревини становить 106 с, зразків оброблених водою методом занурення (час занурення 1 хвилина) – 230 с, а нанесення ГУС на зразки, дозволило збільшити час досягнення температури  $200^{\circ}\text{C}$  до 470 с (рис. 2.).



**Рис. 2. Поверхня відклику за результатами дослідження часу теплозахисної дії від масового вмісту каталізатора гелеутворення ( $x_1$ ) та гелеутворювача ( $x_2$ ) для системи  $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,95\text{SiO}_2 - \text{CaCl}_2$**

Слід відмітити, що гексоген ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ ) – вторинна (бризантна) вибухова речовина, що входить до складу найбільш небезпечних боеприпасів представлених в табл. 2, має температуру спалаху  $230^{\circ}\text{C}$ . Для тротилу (Тринітротолуол –  $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6$ ) температура спалаху  $290^{\circ}\text{C}$  [7]. А враховуючи фізико-хімічні характеристики та температуру плавлення гексогену ( $204,1^{\circ}\text{C}$ ) значення критичної температури для боеприпасів складає  $190\text{-}200^{\circ}\text{C}$ .

Отже, під час пожежі, крім недопущення займання дерев'яної тари, необхідно унеможливити досягнення боєприпасами критичних температур.

Використання ГУС дозволяє збільшити час прогріву деревини більше ніж у 2 рази у порівнянні з водою. Слід відмітити, що у розглянутому експерименті використання води проводилось, фактично, за ідеальних умов – методом занурення зразка у воду на 1 хвилину. Для забезпечення таких умов на практиці, воду на вертикальні стінки тари для боєприпасів необхідно подавати без зупинки, що є неможливим. У той же час, при необхідності товщину шару гелю можна збільшувати (експериментально до 40 мм), що буде приводити до збільшення часу теплозахисної дії.

За результатами аналізу можна стверджувати про достатньо високу ефективність використання ГУС при ліквідації загорянь на складах зберігання боєприпасів. А проведення лабораторних експериментів на зразках з тари для боєприпасів, оболонках снарядів, а також натурних випробувань дозволить розробити нові тактичні прийоми для ліквідації пожеж, на складах та арсеналах зберігання боєприпасів.

**Висновки.** Виявлено найбільш небезпечні види боєприпасів за кількістю зберігання на складах та можливими наслідками. Проведений аналіз свідчить про перспективність використання ГУС для оперативного захисту тари для зберігання артилерійських боєприпасів, від теплового впливу пожежі. Проведення додаткових лабораторних досліджень, та натурних випробувань, дозволить розробити нові тактичні прийоми, для гасіння пожеж на складах зберігання боєприпасів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Технологія тимчасового зберігання боєприпасів на території 275 артилерійської бази ракет і боєприпасів Міністерства оборони на період ліквідації наслідків надзвичайної ситуації. Схвалено Урядовою комісією з розслідування причин виникнення надзвичайної ситуації на території 275 артилерійської бази ракет та боєприпасів (рішення від 23 листопада 2006 року), 2006. – 24 с.

2. Технічне рішення на здійснення тимчасового зберігання боєприпасів на технічній території 61 арсеналу Міноборони. Погоджено з Міністерством оборони України, Міністерством охорони навколишнього природного середовища, Державним науково-дослідним інститутом хімічних продуктів, Державним комітетом з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2006. – 20 с.

3. Технічне рішення на здійснення тимчасового зберігання боєприпасів на технічній території 61 арсеналу Міноборони. Погоджено з Міністерством оборони України, Міністерством охорони навколиш-

нього природного середовища, Державним науково-дослідним інститутом хімічних продуктів, Державним комітетом з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду, 2013. – 13 с.

4. Киреев А.А. Пути совершенствования методов тушения пожаров в жилом секторе / А.А. Киреев, А.В. Савченко, О.Н. Щербина // Проблемы пожарной безопасности: сб. науч. тр. – Харьков, 2004. – Вып 16.– С. 90 – 94.

5. Савченко О.В. Використання гелеутворюючих систем для оперативного захисту конструкцій та матеріалів при гасінні пожеж / О.В. Савченко, О.О. Островерх, О.М. Семків, С.В. Волков // Проблемы пожарной безопасности: сб. науч. тр. – Харьков, 2012. – Вып. 32. – С. 180 – 188.

6. Кіреєв О.О. Дослідження теплозахисної дії гелевих плівок / О.О. Кіреєв, О.В. Савченко, Г.В. Тарасова, О.В. Александров // Проблемы пожарной безопасности: сб. науч. тр. АГЗ Украины. – Вып. 18 – Харьков: Фолио, 2005. – С. 82-86.

7. Орлова Е.Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. Учебник для вузов / Орлова Е.Ю. – Изд. 3-е, перераб. – Л.: Химия, ленинградское отделение, 1981. – 312 с.

А.В. Савченко, Е.И. Стецюк, О.А. Островерх, Г.В. Иванец

**Теоретическое обоснование использования гелеобразующих систем для предупреждения чрезвычайных ситуаций на складах хранения артиллерийских боеприпасов**

В работе проведен анализ, основных проблем хранения боеприпасов. Выявлены наиболее опасные, по количеству хранимых на складах и возможным последствиям, виды боеприпасов. Обоснованна возможность использования гелеобразующих систем для оперативной защиты тары для хранения артиллерийских боеприпасов, от теплового воздействия пожара.

**Ключевые слова:** артиллерийские боеприпасы, гелеобразующая система, ликвидация чрезвычайной ситуации.

A.V. Savchenko, Y.I. Stetsiuk, O.A. Ostroverx, G.V. Ivanets

**The theoretical justification for the use of gelling systems for the prevention of emergency situations in warehouses storing artillery munitions**

In the analysis, the main problems of storage of ammunition. The most dangerous, the number stored in the warehouses and the possible consequences, the types of ammunition. Rationale for the use of gelling systems for operational protection of containers for storing artillery munitions against heat of fire.

**Keywords:** artillery ammunition, a gelling system, the elimination of emergency.