

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.14.1.165-173>

УДК 623.45

М.М. Петрушенко, д.т.н., проф.<https://orcid.org/0000-0002-2490-9572>**О.М. Будур**<https://orcid.org/0000-0003-4193-2616>**П.П. Бордіян****В.П. Бордіян***Військова академія(м. Одеса), Україна*

ПОНЯТТЯ БЕЗПЕЧНОГО ЗБЕРІГАННЯ РАКЕТ І БОЄПРИПАСІВ

Головним завданням арсеналів, баз і складів зберігання ракет і боєприпасів Міністерства оборони України є забезпечення надійного збереження та високого рівня технічного стану ракет і боєприпасів, що зберігаються, а також їх постійної готовності до виконання робіт у будь-який час доби і за будь-яких обставин.

Діяльність арсеналів, баз та складів завжди пов'язана з підвищеним ризиком, оскільки ці об'єкти призначені для зберігання боєприпасів, що містять у своєму складі пороху й вибухові речовини. З поняттям безпеки тісно зв'язане поняття живучості арсеналів, баз та складів боєприпасів – тобто їхня здатність виконувати свої функції в обсязі не нижче заданого рівня протягом певного періоду часу в надзвичайних умовах діяльності.

Ключові слова: *арсенал, база, склад, порох, вибухова речовина, безпека, боєприпаси.*

Події останніх років, а саме вибухи на арсеналах у м. Балаклея Харківської області, м. Калинівка Вінницької області, польових складах поблизу м. Сватове Луганської області, с. Малоянісоль Донецької області, с. Стара Миколаївка Донецька область, вказують на недосконалу систему організації зберігання боєприпасів в тому числі недосконалу методику визначення безпечних відстаней між місцями зберігання боєприпасів, що приводить до значних матеріальних та людських втрат [3]. У зв'язку з цим живучість об'єктів зберігання ракет і боєприпасів вимагає насамперед перегляду питань, що пов'язані з безпечними відстанями між місцями зберігання ракет і боєприпасів, нові способи захисту місць зберігання боєприпасів.

Постановка проблеми

Чим повніше і досконаліше виконуються заходи для складської безпеки [2], зокрема, зменшення можливої кількості одночасно детонуючих вибухових речовин, тим надійніше і простіше забезпечується зовнішня безпека арсеналів [4], баз та складів, тому що радіус зовнішньої безпеки, що визначає припустиме наближення до складу будівель і інших споруд, буде мати в цьому випадку найменшу можливу величину. Якщо не створені умови складської безпеки і можливий одночасний вибух усього збереженого на складі запасу ВР, то і зовнішня безпека складу в цьому випадку дотримана не буде.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

При організації зберігання боєприпасів на арсеналах, базах та складах одночасно вирішуються два взаємозалежних завдання:

- забезпечення безпечного розміщення боєприпасів;
- забезпечення найбільш ефективного використання площ технічної території й сховищ.

Під безпечним зберіганням розуміється таке розміщення, при якому в надзвичайних (аварійних) ситуаціях виключається розповсюдження пожежі або детонації та забезпечується можливість дій особового складу по локалізації й ліквідації вогнища пожежі або вибуху [5].

Положення про арсенали, бази та склади зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України (далі – Положення) встановлює єдиний порядок організації зберігання, контролю технічного стану, технічного обслуговування і ремонту ракет і боєприпасів, їх комплектуючих елементів, запасних інструментів та приладдя на арсеналах, базах, центрах та складах Збройних Сил України, що здійснюють зберігання їх в стаціонарних умовах [6].

Неможливо визначити безпечні відстані, які були б безпечними відстанями в істинному розумінні, тобто, які гарантували б абсолютний імунітет від поширення детонаційної хвилі, пошкодження матеріалу / інфраструктури або травми/загибелі особового складу. Рекомендації, надані у стандарті НАТО включають підхід, що ґрунтується на оцінці ризику, при якому враховується ймовірність виникнення небажаної або випадкової надзвичайної події, пов'язаної з вибухом, разом з врахуванням наслідків, тобто заподіяної шкоди чи каліцтва / смерті особового складу. Отже, відстані (кількість відстаней) між потенційним вибуховим майданчиком (PES) та місцем, що попадає під вплив детонації (ES), рекомендованим у цій частині, представляють свого роду компроміс, допустимим між абсолютною безпекою та практичними міркуваннями, включаючи витрати та експлуатаційні вимоги [8].

Постановка завдання

Метою статті є розкриття основних понять щодо зберігання ракет і боєприпасів.

Виклад основного матеріалу дослідження

Допустимий ризик залежить від багатьох факторів, деякі з яких об'єктивні, такі як кількість вибухової речовини, її тип, упаковка вибухонебезпечних засобів та пристроїв, їх розміщення в сховищах або на майданчиках (платформах, під навісами), відстань, характер місцевості та її контури тощо. Інші фактори є більш суб'єктивними – наскільки сприйнятливі очікувані наслідки вибухонебезпечної події чи аварії? Наприклад, скільки смертей, скільки серйозних травм, скільки будівель зруйновано чи пошкоджено, скільки знищених боєприпасів та інших втрат допустимо? Тому явно важливо добре знати природу основної небезпеки, а саме вибуху чи пожежі, а також передбачуваний розвиток аварії: миттєву, прогресивну, раптову тощо.

Розробка стандартів відбувалася протягом багатьох десятиліть експертами з безпеки вибухових речовин. Безпечні відстані були розроблені на підставі аналізів та випробувань великої кількості вибухових речовини та даних, отриманих з надзвичайних ситуацій, які трапилися в минулому. Потенційні місця вибуху, це такі місця як будівлі, штабелі та транспортні засоби (вантажні автомобілі, причепа та залізничні вагони), що представляють очевидний ризик для особового складу та майна арсеналів, баз та складів. Такі майданчики розташовані на ретельно розрахованих відстанях один від одного та від інших будівель та установ, щоб забезпечити мінімальний ризик для життя та майна (включаючи боєприпаси).

Одним із випробувань для визначення безпечних відстаней було випробування Jarett (1968), пов'язане з Другою Світовою війною, коли на Великобританію було скинуто бомби, внаслідок чого було пошкоджено будинки. QD – на основі даних цього тесту, були основані на максимальному надлишковому тиску ($1/3$ степеневий закон). При цьому, залежність від імпульсу ($2/3$ степеневий закон) не завжди враховувалась.

Перший наслідок вибуху, про який йтиметься мова – це ударна хвиля. AASTP-1 припускає, що напівсферичний наземний вибух (наприклад, вибух на сховищі типу Igloo) є характерним для всіх ділянок сховища (PES), за винятком бокових та задніх частин обсипного сховища, для яких враховується ослаблення (гасіння) детонаційної хвилі [7]. Часто нехтують ослабленням ударної хвилі, яке відбувається за рахунок укріплення або обсипання PES та ES. У цій частині ми розглянемо масштаб поширення ударної хвилі, а також підґрунтя різних QD і FD, які, в першу чергу, засновуються на наслідках дії ударної хвилі. Добре випробувана та затверджена найсучасніша науково-технічна модель для прогнозування поширення УХ внаслідок вибуху на PES описана в DDESB TP17, 2016 і AASTP-4, 2016. Ця модель надає параметри ударної хвилі, такі як бічний надлишковий тиск (P) і визначений боковий імпульс ($i / Q1 / 3$) як залежність від обчисленої відстані ($Z = R / Q1 / 3$), причому R – відстань до центру підривного заряду, це показано на рисунку 1.

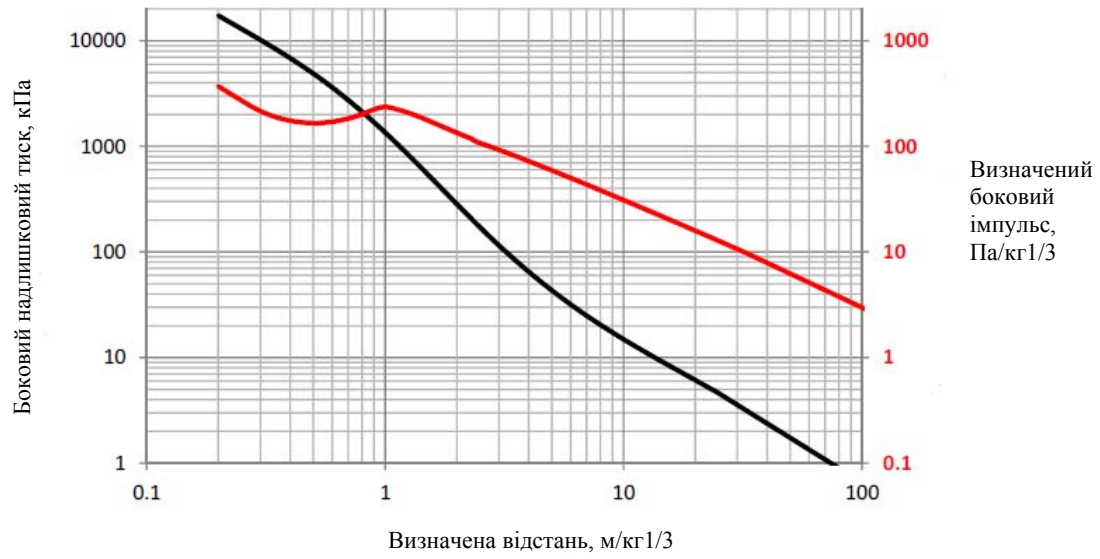


Рис. 1. Боковий надлишковий тиск і обчислений боковий імпульс як залежність від визначеної відстані для наземного напівсферичного вибуху

Спостереження за пошкодженням цегляних будинків після бомбардувань Лондона під час Другої світової війни призвели до утворення наступного рівняння для визначення середнього радіусу ураження (ACR) для різних рівнів пошкоджень:

$$ACR = \frac{RB * k_{ACR} * Q^{\frac{1}{3}}}{\left[1 + \left(\frac{Q_{ACR}}{Q}\right)^2\right]^{\frac{1}{6}}} \quad (1)$$

Рівняння 1 містить наступні константи: $k_{ACR} = 7,1 м / кг^{2/3}$ і $Q = 3,175 кг$.

У таблиці 1 наведено різні подробиці щодо рівнів пошкодження. RB – це відношення ACR (радіусу ураження) певного рівня пошкодження до ACR пошкодження рівня B. У Голландській Зеленій книзі [PGS1-2B, 2003] рівняння пошкоджень також представлені з точки зору максимального надлишкового тиску та імпульсу надали оцінку ймовірності летальних випадків, серйозних і легких травм. Слід зазначити, що модель діє для житлових будинків у епоху Другої світової війни: цегляні будинки 1900-1940 рр., однолистові стіни, дерев'яні підлоги і дах, висотою від 2 до 4 поверхів.

На рисунку 2 наведено ACR для всіх рівнів пошкоджень. В подальшому у цій статті вони вживаються як «криві Джарретта». Легко помітити, що при великих кількостях вибухової речовини ($> 4500 кг$), рівняння 1 зводиться до визначення $Q^{1/3}$ (тиску). Це квазістатичний (ступінчасте навантаження) режим. Для малих кількостей вибухової речовини ($< 2500 кг$), р.1 зводиться до обчислення $Q^{2/3}$ (імпульсу), що відповідає імпульсному режиму. Перехід називається динамічним режимом, який можна апроксимувати масштабуванням визначенням $Q^{1/2}$.

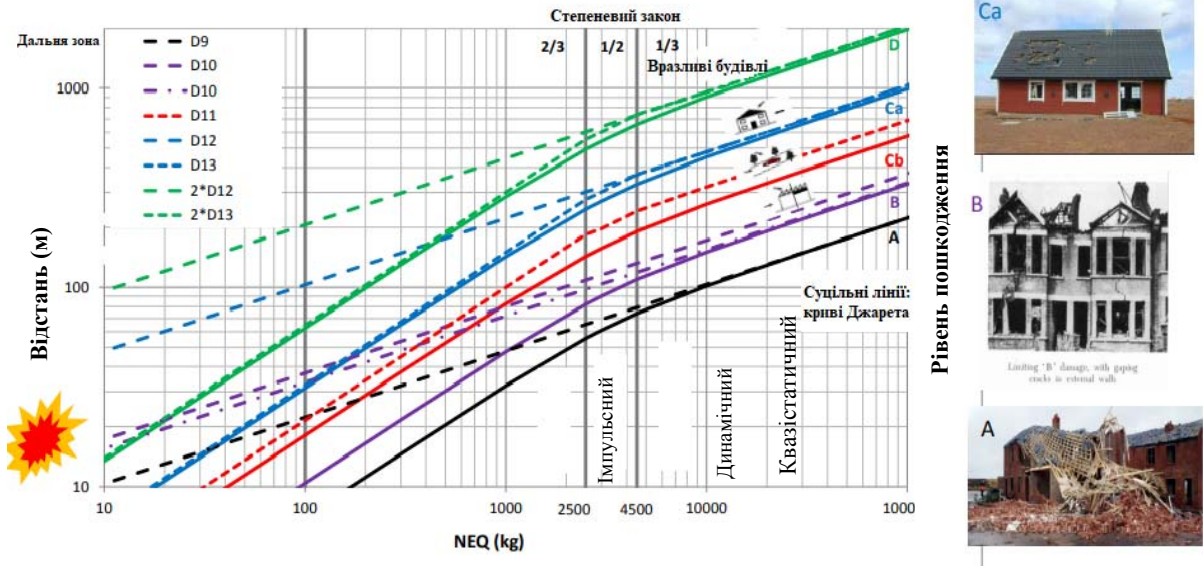


Рис. 2. Криві Джарета

У таблиці 1 вказано рівні пошкодження будівель, коефіцієнт RB, критерії бічного надлишкового тиску та імпульсу, опис і ймовірність пошкодження, травмування (K = летальний випадок, SI = серйозне поранення, LI = легке поранення).

Таблиця 1

Рівні пошкодження будівель

Рівень пошкодження (ураження)	Коефіцієнт RB	P(кПа)	I (Па.с)	Опис	Поранення(%)		
					P(K)	P(K+SI)	P(K+SI+LI)
A	0.675	7	05	Майже цілковите руйнування	56.6 до 95.5	66.4 до 100	81.5 до 100
B	1.00	24	588	50-75% зовнішньоїцегляноїкладкиз руйнованообоснебезпечни мівимагазнесення	8.6	5.2	38
Cb	1.74	11	350	Будинки не призначені для проживання – часткове або повне зруйнування даху, часткове або повне руйнування зовнішніх стін, сильне пошкодження несущих стін, що потребує заміни	0.9	4.3	13
Ca	3.0	5.6	222	Не більше, ніж незначні пошкодження конструкції, стики та перегородки вирвані з кріплень	0	0.2	0.6
D	6.0	2.2	118	Залишаються придатними для проживання після ремонту- незначні пошкодження стелі та покриття даху, більше як 10% віконного скла розбито [1]	0	0	0

На рисунку 2 також показана певна кількість безпечних відстаней у разі вибуху речовин HD 1.1. D9 крізь D13 чітко відносяться до кривих Джарретта і є, фактично, приблизними величинами. Відстань до шляхів руху транспорту (PTRD, D11) і відстань до житлових будинків (IBD, D13) формулюються як комбінація функцій для кожного з трьох режимів навантаження.

Особливості застосування стандарту НАТО ASSTP-1.

Система визначення безпечних відстаней у Збройних Силах України є застарілою та малоефективною. Проблема складається насамперед у тому, що сховища є перезавантажені. Завантаженість місць зберігання боєприпасами і ракетами (по місткості вибухових речовин) повинна бути не більш як 240 т, але не перевищувати 12 вагонів на одному місці зберігання, а максимальна відстань між ними повинна бути 200м [7]. Таке навантаження перевищує норми завантаження сховища, які є визначені у Положенні.

Максимальна відстань між місцями зберігання, визначена у Стандарті – це 400 м, при тому вибухової речовини повинно бути не більше, ніж 250 т і сховища обов'язково повинні бути захищені один від одного (укріпленнями, барикадами тощо).

У нашому випадку доцільніше було б розмістити меншу кількість боєприпасів, але в декількох місцях. У випадку диверсійних атак (які вже здійснювалися на наші арсенали та склади зберігання боєприпасів), більша кількість боєприпасів залишиться не пошкодженою.

Економічна складова відіграє важливу роль при організації безпечного зберігання. Країни-члени НАТО – це заможні країни, з бюджету яких щорічно виділяється величезна сума коштів на оборонний сектор, зокрема на підтримку живучості арсеналів, баз та складів. Країни першого світу можуть собі «дозволити» будівництво багатьох сховищ за усіма критеріями, визначеними у Стандарті з дотриманням усіх вимог щодо укріплення, захисту та розміщення на технічній території.

Організація зберігання меншої кількості боєприпасів на більшій кількості місць є економічно не вигідною та недоцільною, але у разі виникнення надзвичайної події – буде економічно менш затратною стосовно поновлення боєприпасів, утилізації боєприпасів, що не спрацювали та відбудову зруйнованої інфраструктури.

Залежність мінімальних норм віддалення від багатьох факторів, визначених стандартом НАТО ASSTP-1 є більш ретельно продуманою. Адже вони залежать від таких факторів як товщина стін сховища, матеріалу, з яких побудоване сховище/споруда, наявності обвалування навколо сховища, а також розташування воріт у сховищі і рівня захищеності даху.

Відповідно до Положення, завантаження сховища боєприпасами за масою вибухових речовин не повинно перевищувати 240 т (12 вагонів) в перерахунку на тротиловий еквівалент в одному сховищі. У підземних спорудах, розділених стінами, що не горять, з воротами або дверима на відсіки об'ємом не більше 5000 м³, завантаження боєприпасами не лімітується [7].

На відміну від положення, стандартом НАТО [ASSTP-1] визначено, що в одне сховище розміром 25x20 висотою 4-6 м можна завантажити не більше 250 т (12,5 вагонів) вибухової речовини. При тому відстань між сховищами є набагато меншою – 5-6 м. Що, в свою чергу, забезпечує економічне використання території для розміщення сховищ. У той час, у Положенні вказано, що при побудові сховищ мінімальна відстань між ними повинна бути не менше 30 м [6].

У даному випадку, сховища для зберігання боєприпасів та вибухових речовин в НАТО побудовані таким чином, аби на умовно невеликій території розмістити якомога більшу кількість боєприпасів, тим самим виконуючи одне із завдань організації зберігання боєприпасів, а саме – найбільш ефективного використання площ технічної території й сховищ. Так, для прикладу, на англійському арсеналі площею 18 га можна розмістити 200 сховищ, об'ємом зберігання до 50 000 т вибухової речовини. Це приблизно 3 164 556 пострілів до 2А65. В той час як площі арсеналів Збройних Сил України сягають від сотні і до тисячі гектарів (Рис. 3).



Рис. 3. Англійський арсенал

На прикладі англійського арсеналу, ми можемо бачити, що усі сховища зберігання боєприпасів та вибухових речовин є типу Іглу (Рис. 4) [9].



Рис. 4. Сховище типу Іглу (англійський арсенал)

В одному такому сховищі дозволяється зберігати до 250 т вибухової речовини. Відстань між сховищами становить 5-6 м, розмір сховища – 25x20 м, висота – 4-6 м.

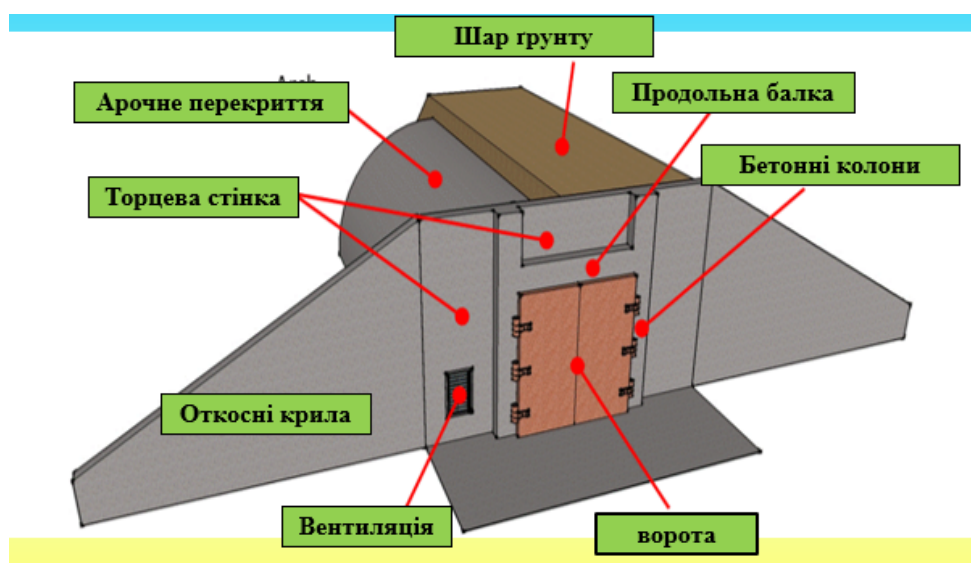


Рис. 5. Стандартне сховище для зберігання боєприпасів армії Великобританії

Вибухонебезпечні будівлі повинні бути побудовані з метою захисту від пробиття уламками, осколками з низькою швидкістю руху та боєприпасам, що розлетілися внаслідок детонації. Це досягається за рахунок забезпечення відповідних безпечних відстаней та мінімальної товщини стін конструкції, які вказані нижче (рис. 5):

1. Дах – 150 мм монолітна залізобетонна плита.
2. Стіни – 150 мм монолітна залізобетонна або 215 мм суцільна цегляна кладка.
3. Ворота – 16 мм м'яка сталь або еквівалент.

Щоб забезпечити захист від осколків високої швидкості, бажано обладнати траверс або земляний покрив. Однак якщо це неможливо, товщини матеріалів, як правило, повинно бути достатньо для запобігання ініціювання вибухових речовин на ES:

1. Стіни – 450 мм або 680 мм. Залізобетону.
2. Ворота – 50 мм м'якої сталі або еквівалента.
3. Траверс – 2400 мм землі.

Сховище типу Іглу (сховище бункерного типу) дає можливість значного зменшення безпечних відстаней між місцями зберігання, при умові їх прямокутної побудови з паралельними осями та розташуванням воріт в одному напрямку. При організації зберігання боєприпасів та вибухових речовин на арсеналі за методом побудови сховищ Іглу, потрібно уникати розміщення воріт за схемою «ворота-до-воріт», оскільки у цьому випадку, потрібно буде збільшувати відстані між сховищами.

Найголовніша перевага нових сховищ за «натівським» стандартом навіть не в залізо-бетонних «коконах», які у разі надзвичайної події не даватимуть розлітатися на велику відстань боєприпасам, а саме в облаштуванні сучасними автоматичними системами охорони, сповіщення та пожежогасіння, що зводять ймовірність негативного впливу людського фактору майже до нуля.

Неможливо визначити безпечні відстані, які були б безпечними відстанями в істинному розумінні, тобто, які гарантували б абсолютний імунітет від поширення детонаційної хвилі, пошкодження матеріалу/інфраструктури або травми/загибелі особового складу. Рекомендації, надані у стандарті НАТО включають підхід, що ґрунтується на оцінці ризику, при якому враховується ймовірність виникнення небажаної або випадкової надзвичайної події, пов'язаної з вибухом, разом з врахуванням наслідків, тобто заподіяної шкоди чи каліцтва/смерті особового складу.

Отже, відстані (кількість відстаней) між потенційним вибуховим майданчиком (PES) та місцем, що попадає під вплив детонації (ES), рекомендованим у цій частині, представляють свого роду компроміс, допустимим між абсолютною безпекою та практичними міркуваннями, включаючи витрати та експлуатаційні вимоги.

Допустимий ризик залежить від багатьох факторів, деякі з яких об'єктивні, такі як кількість вибухової речовини, її тип, упаковка вибухонебезпечних засобів та пристроїв, їх розміщення в сховищах або на майданчиках (платформах, під навісами), відстань, характер місцевості та її контури тощо. Інші фактори є більш суб'єктивними – наскільки сприйнятливі очікувані наслідки вибухонебезпечної події чи аварії? Наприклад, скільки смертей, скільки серйозних травм, скільки будівель зруйновано чи пошкоджено, скільки знищених боєприпасів та інших втрат допустимо? Тому явно важливо добре знати природу основної небезпеки, а саме вибуху чи пожежі, а також передбачуваний розвиток аварії: миттєву, прогресивну, раптову тощо.

Висновки

Спираючись на проведений аналіз, слід зробити висновок, що необхідно раціонально та прагматично підходити до впровадження стандарту НАТО AASTP-1 в нашій країні. Потрібно також брати до уваги й економічну доцільність, адже будівництво сховищ нового типу Igloo відповідно до Стандарту НАТО AASTP-1 потребує великих фінансових ресурсів.

Список використаних джерел

1. «Тимчасова настанова з логістичного забезпечення Збройних Сил України» затверджена наказом НГШ ЗСУ від 01.07.2019 № 236/дск.
2. «Про об'єкти підвищеної небезпеки»: Закон України 18.01.2001р. № 2245-III. // Відомості Верховної Ради України. – 2001. – №15.
3. «Про затвердження Інструкції з організації та порядку дій за рівнями терористичних загроз»: Наказ МОУ від 18.08.16 р. № 429.
4. «Про затвердження Порядку організації пропускового режиму на особливо важливих і режимних об'єктах Міністерства оборони України та Збройних Сил України»: Наказ МОУ від 06.06.17 р. № 5 .
5. «Про затвердження Інструкції з розробки планів діяльності функціональної підсистеми запобігання надзвичайним ситуаціям і ліквідації їх наслідків у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України»: Наказ МОУ від 29.11.17 р. № 635.
6. «Про затвердження Положення про арсенали, бази та склади зберігання ракет і боєприпасів Збройних Сил України»: Наказ НГШ від 30.05.2017 р. № 191.
7. Standard: NATO – AASTP-1, Manual of NATO safety principles for the storage of military ammunition and explosives, 2010, p. 287.
8. Standard: NATO – AASTP-3 Manual of NATO safety principles for the hazard classification of military ammunition and explosives, 1995 p.
9. Martijn Mynko Van der Voort, Eric J. Deschambault, Johan A J De Roos Experimental and theoretical basis of current NATO standards for safe storage of ammunition and explosives. Conference Military Air Blast Symposium (MABS) (September, 2016), at: Halifax, Canada

References

1. Approved by the order of the Chief of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine Temporary instruction on logistical support of the Armed Forces of Ukraine № 236/dsk. (2019, July 01). [in Ukrainian].
2. Law of Ukraine About high-risk objects № 2245-III. (2001, January 18). *Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrainy*, 15 [in Ukrainian].
3. Order of the Ministry of Defense of Ukraine on approval of the Instruction on the organization and procedure for action on the levels of terrorist threats № 429. (2016, August 18). [in Ukrainian].
4. Order of the Ministry of Defense of Ukraine About the statement of the Instruction on development of plans of activity of the functional subsystem of prevention of emergency situations and liquidation of their consequences in the Ministry of Defense of Ukraine and the Armed Forces of Ukraine № 5. (2017, June 06). [in Ukrainian].
5. Order of the Ministry of Defense of Ukraine About the statement of the Instruction on development of plans of activity of the functional subsystem of prevention of emergency situations and liquidation of their consequences in the Ministry of Defense of Ukraine and the Armed Forces of Ukraine № 635. (2017, November 29). [in Ukrainian].
6. Approved by the order of the Chief of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine About the statement of the Situation on arsenals, bases and warehouses of storage of missiles and ammunition of Armed forces of Ukraine № 191. (2017, May 30). [in Ukrainian].
7. *Standard: NATO – AASTP-1* Manual of NATO safety principles for the storage of military ammunition and explosives (2010, May). [in English].
8. *Standard: NATO – AASTP-3* Manual of NATO safety principles for the hazard classification of military ammunition and explosives (1995, January 01). [in English].
9. Martijn Mynko Van der Voort, Eric J. Deschambault, Johan A J De Roos (2016). Experimental and theoretical basis of current NATO standards for safe storage of ammunition and explosives. *Conference Military Air Blast Symposium (MABS)*, At: Halifax, Canada [in English].

ПОНЯТИЕ БЕЗОПАСНОГО ХРАНЕНИЯ РАКЕТ И БОЕПРИПАСОВ

М. Петрушенко, О. Будур, П. Бордиян, В. Бордиян

Главной задачей арсеналов, баз и складов хранения ракет и боеприпасов Министерства обороны Украины является обеспечение надежного хранения и высокого уровня технического состояния ракет и боеприпасов, хранящихся, а также их постоянной готовности к выполнению работ в любое время суток и при любых обстоятельствах. Деятельность арсеналов, баз и складов всегда связана с повышенным риском, поскольку эти объекты предназначены для хранения боеприпасов, содержащих в своем составе пороха и взрывчатые вещества. С понятием безопасности тесно связано понятие живучести арсеналов, баз и складов боеприпасов – то есть их способность выполнять свои функции в объеме не ниже заданного уровня в течение определенного периода времени в чрезвычайных условиях деятельности.

Ключевые слова: арсенал, база, состав, порох, взрывчатое вещество, безопасность, боеприпасы.

THE CONCEPT OF SAFE STORAGE OF ROCKETS AND AMMUNITION

M. Petrushenko, O. Budur, P. Bordian, V. Bordian

Events of recent years, namely explosions at arsenals in Balakleya, Kharkiv region, Kalinovka, Vinnytsia region, field depots near Svatove, Luhansk region, p. Maloyanisol, Donetsk region, village StarayaMykolayivka, Donetsk region, point to an imperfect system of ammunition storage organization, including an imperfect method of determining safe distances between ammunition storage places, which leads to significant material and human losses. Therefore, the survivability of missile and ammunition storage facilities requires, first of all, a review of issues related to the safe distances between missile and ammunition storage sites, and new ways of protecting ammunition storage sites.

The main task of arsenals, bases and warehouses for missiles and ammunition of the Ministry of Defense of Ukraine is to ensure reliable storage and a high level of technical condition of stored missiles and ammunition, as well as their constant readiness to perform work at any time of day and under any circumstances. The activities of arsenals, bases and warehouses are always associated with increased risk, as these facilities are designed to store ammunition containing gunpowder and explosives. Closely related to the concept of security is the concept of survivability of arsenals, bases and ammunition depots – that is, their ability to perform their functions in a volume not lower than a given level for a certain period of time in emergency conditions.

The allowable risk depends on many factors, some of which are objective, such as the amount of explosive, its type, packaging of explosives and devices, their placement in storage or on sites (platforms, under canopies), distance, nature of the terrain and its contours etc. Other factors are more subjective – how receptive are the expected consequences of an explosive event or accident? For example, how many deaths, how many serious injuries, how many buildings were destroyed or damaged, how many destroyed munitions and other losses are allowed? Therefore, it is clearly important to know well the nature of the main danger, namely an explosion or fire, as well as the expected development of the accident: instantaneous, progressive, sudden, and so on. Standards have been developed for decades by explosives safety experts. Safe distances have been developed on the basis of analyzes and tests of a large number of explosives and data obtained from past emergencies. Potential explosion sites are sites such as buildings, stacks and vehicles (trucks, trailers and railway cars) that pose an obvious risk to personnel and property of arsenals, bases and warehouses. Such sites are located at carefully calculated distances from each other and from other buildings and institutions to ensure minimal risk to life and property (including ammunition).

Keywords: arsenal, base, composition, gunpowder, explosive, security, ammunition.