

Вибір критерія безпеки при витяганні складових частин капсуля методом ультразвукової дії

М.О. Стеблина

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», м.Харків,
Україна

Розглянуті основні методи утилізації боєприпасів з закінченим терміном зберігання, у тому числі і унітарних патронів. Запропонований новий ультразвуковий метод утилізації капсулей-запальників. Суть методу полягає в зниженні чутливості вибухової речовини до дії тертям, ударом і наколюванням. Виведений і підрахований критерій безпеки при утилізації даним методом.

Однією з проблем промисловості України є утилізація боєприпасів із закінченим гарантійним терміном зберігання. Кількість непридатних для подальшого використання боєприпасів – сотні тисяч тонн і щорічно вона збільшується у зв'язку із закінченням терміну зберігання [1, 2].

Концепція утилізації боєприпасів побудована на ряді основних принципів таких як: комплексність переробки боєприпасів та їх компонентів; безпека ведення процесів утилізації; дані процеси повинні бути екологічно чистими; утилізація повинна здійснюватися з мінімальними економічними втратами, а при глибоких вторинних переробках одержаної сировини процеси утилізації повинні бути економічно вигідні, за винятком переробки окремих класів і видів боєприпасів [3].

Методи розборки та методи витягання вибухової речовини, які використовуються при утилізації боєприпасів, представлено у таблицях 2 і 3 відповідно. У таблиці 1 представлена класифікація боєприпасів. В основу класифікації, з позиції пристосованості боєприпасів до утилізації, покладено основний принцип: боєприпаси відносяться до одного класу за єдністю технологічного підходу і процесів при виконанні найбільш небезпечних операцій розпорядження.

Класифікація боєприпасів. Таблиця 1

№ класу	Назва класу
1	Боєприпаси роздільно-шашкового спорядження
2	Боєприпаси з розривним снарядом з тротилу
3	Боєприпаси зі сумішевим розривним снарядом з плавкою компонентною не менше 20%
4	Боєприпаси зі сумішевих розривним снарядом без плавкої компоненти або з плавкою компонентною не менше 20%
5	Боєприпаси з рідкими, пластичними, еластичними вибуховими речовинами
6	Касетні, кумулятивні та інші боєприпаси

Специфіка утилізації боєприпасів полягає у можливості випадкового вибуху на будь-якому етапі процесу зберігання, транспортування і розпорядження. Особливо гостро стоїть питання вилучення вибухових речовин при розпорядженні.

Актуальною на сьогоднішній день залишається проблема утилізації унітарних патронів, особливо капсулей-запальників, що входять до технологічної схеми спорядження патрона (рис. 1).



Рис. 1 Загальний вид унітарних патронів та особливості конструкції елементів спорядження

На рис.2, 3 представлені схеми будови капсулів-запальників.

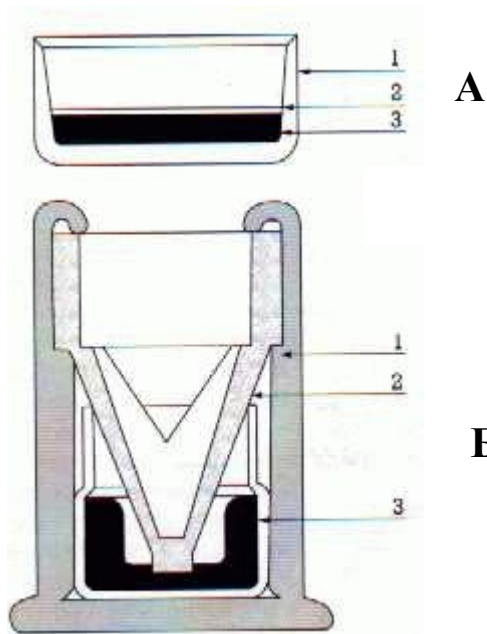


Рис.2. А-капсуль "Центробой": 1 - корпус; 2 - захисна фольга; 3 - ударний склад. Б - капсуль "Жевело": 1 - корпус; 2 - наковальня; 3 - відкритий капсуль з ударним складом.

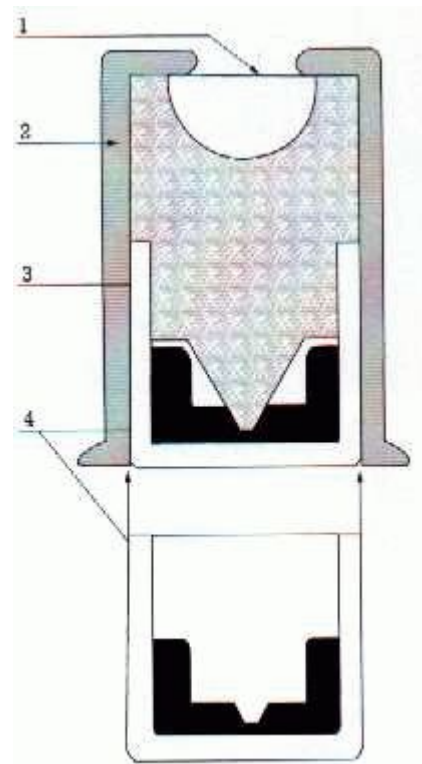


Рис. 3. Капсуль-запальник KB-22: 1 - захисна мембрана; 2 - корпус; 3 - наковальня; 4 - відкритий капсуль з ударним складом

Проблема утилізації полягає, в першу чергу, в чутливості капсуля-запальника до невеликих початкових імпульсів (удар, тертя) після чого відбувається миттєвий спалах. Також при тривалому зберіганні компоненти капсуля змінюють свої початкові хімічні та фізичні властивості, наприклад, під дією навколишнього середовища (якщо умови зберігання не відповідають нормам). Строк придатності капсуля-запальника при дотриманні умов зберігання складає від 1 до 6 років.

Методи розборки боєприпасів. Таблиця 2

Методи розборки	Застосування до класів боєприпасів
Гідрорізання високошвидкісним струменем	1,2,3,4,6
Розтин корпусів вибуховим способом чи піротехнічним складом.	2,3,4
Ультразвуковий спосіб розтину	1,4
Механічне різання	1,2,3,4,6
Механічне розбирання	5,6

Методи витягання вибухової речовини. Таблиця 3

Методи витягання вибухових речовин	Застосування до класів боєприпасів
Виплавка вибухової речовини з використанням внутрішнього обігріву гарячою водою або паром	2,6
Виплавка вибухової речовини з використанням зовнішнього обігріву гарячою водою, паром або індукційним нагрівом	1,2,3
Виплавка тротилу з використанням органічних теплоносіїв	2
Виплавка сумішевих вибухових речовин з використанням органічних теплоносіїв	2,3
Виточування зарядів технічним методом	Заряди класів 1-4 простої геометричної форми
Вимивання заряду струменем високого тиску	2,3,4
Імпульсний метод	
Контрольоване спалювання	
Механічне витягання	5,6

Капсуль-запальник, наприклад, «Жевело М» або ЦБО складається з гримучої ртуті, як основної речовини, бертолетової солі (що підвищує температуру полум'я) і антимонія (підвищує температуру полум'я і чутливість складу).

При тривалому зберіганні гримуча ртуть реагує з міддю і утворює фульмінат міді. Фульмінат міді у декілька разів підвищує чутливість капсуля до початкового імпульсу, а саме до тертя [4].

Зважаючи на вищевикладене, можна зробити висновок, що всі існуючі екологічні і ресурсозберігаючі методи не можливо застосовувати для утилізації капсулів-запальників (критерій безпеки >1).

Це завдання можливо вирішити методом ультразвукової дії на капсуль-запальник. Суть методу полягає в знаходженні необхідної інтенсивності ультразвукового випромінювання, достатнього для поступового руйнування енергій зв'язку молекул вибухової речовини в утилізованому об'єкті.

В результаті настає зниження чутливості вибухової речовини до початкового імпульсу. Подальший етап розпорядження – вилучення вибухової речовини з оболонки капсуля. На останньому етапі вилучена вибухова речовина утилізується хімічним методом після чого може використовуватися вторинно [5,6].

Потенційну небезпеку, яка може виникнути при витяганні вмісту капсуля патрона, можна описати наступною залежністю:

$$P_i = f(S_p, T_p, P_n, P_o) \quad (1)$$

де P_i – вірогідність настання небезпеки; S_p – сфера походження; T_p – час прояву; P_n – природа матеріального носія; P_o – наслідки від реалізації небезпеки.

За сферою походження потенційна небезпека має техногенний характер. За часом проявлення (T_p) вона відноситься до імпульсних, тобто небезпека реалізується миттєво або за короткий проміжок часу.

Небезпечним чинником при витяганні вмісту з капсуля є зусилля, яке може привести до ініціації капсуля [7].

Головною умовою для розробки подальшої установки для демонтажу капсулів унітарних патронів є дотримання наступного критерію безпеки. При розбиранні капсуля унітарного патрона існує вірогідність його ініціації в результаті ударних навантажень.

Тоді критерій безпеки для вибору зусилля витягання вмісту капсуля:

$$K_B = \frac{P_{in}}{P_{vive}} \leq 1 \quad (2)$$

де P_{in} – зусилля ініціації капсуля; P_{vive} – зусилля, необхідне для витягання вмісту капсуля.

На рис. 4 представлена логіко-імітаційна модель ініціації капсуля при процесі витягання його вмісту.



Рис. 4. Логіко-імітаційна модель ініціації капсуля при процесі витягання його вмісту (дерево причин і наслідків)

При невиконанні даної умови може статися ініціювання капсуля.

Шкода для здоров'я людини від дії небезпечного чинника визначається дозою дії небезпеки:

$$V = P \cdot t \quad (3)$$

де P – інтенсивність дії небезпечного чинника; t – час дії небезпечного чинника.

Можливість ініціації капсуля можна записати таким чином:

$$P_5 = P_1 \cdot P_2; P_6 = P_3 \cdot P_4; P_7 = P_5 + P_6 = P_1 \cdot P_2 + P_3 \cdot P_4$$

Вірогідність безвідмовної роботи залежить від часу експлуатації установки t і визначається:

$$P_1(t) = \exp(-t/\lambda_1) \quad (4)$$

де λ_1 – середній час роботи установки демонтажу до першої відмови.

Вірогідність безаварійної роботи визначається:

$$P_2(t) = \exp(-t/\lambda_2) \quad (5)$$

Де λ_2 – середній час безаварійної роботи установки демонтажу.

Між λ_1 та λ_2 існує залежність:

$$\lambda_2 = \lambda_1 / (1 - \varepsilon) \quad (6)$$

ε – частина відмов установки, які можливо блокувати, не допускаючи їх накопичення.

Підставляючи (6) в (5) отримуємо:

$$P_2(t) = \exp[-t(1 - \varepsilon) / \lambda_1] = P_1^{1 - \varepsilon} \quad (7)$$

Якщо приймається вірогідність безвідмовної роботи $P_1 = 0,99$, то вірогідність безаварійної роботи P_2 при $\varepsilon = 0,99$ дорівнює $0,99$. Звідси вірогідність аварії складає: $P_3 = 1 - P_2 \approx 10^{-4}$.

Висновок: запропонован критерій безпеки для проведення процесу утилізації боєприпасів з закінченим терміном зберігання (унітарних патронів) при демонтажу складових частин, а саме капсулів-запальників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Орчинський В., Гаврилук Д. Запаси для безпеки стають небезпекою. // Надзвичайна ситуація. – 2010. – №1. – С. 20.
2. Бубон Л. Утилізація боєприпасів. Проблеми, помилки та шляхи їх вирішення. // Надзвичайна ситуація. – 2008. – №3. – С. 26.
3. Взрывоопасные объекты: методы и средства поиска, обнаружения, обезвреживания и утилизации. – М.: Изд-во АСВ, 2002. – 319с.
4. Куksинский П. Иницирующие ВВ. – М., 1934. – 305с.
5. Каневский И.Н. Фокусирование звуковых и ультразвуковых волн. – М.: Изд-во «Наука», 1977. – 336с.
6. Шутилов В.А. Основы физики ультразвука. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1980. – 280с.
7. Зорич С.Д. Техника безопасности в капсульном производстве. – М. –Л., 1939. – 171с.