

УДК 355.014:623.522

Д. С. Баулін, І. Ю. Бірюков

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРІЛЕЦЬКОГО ОЗБРОЄННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БОЄПРИПАСІВ ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

Розглянуто вплив строків зберігання боєприпасів на експлуатаційні характеристики стрілецької зброї. Запропоновано модель експлуатації боєприпасів на різних етапах зберігання та практичні рекомендації щодо подальшого їх використання.

Постановка проблеми. Джерелом енергії для найбільш масового виду озброєння – стрілецької зброї – є порох. Фізико-хімічні властивості піроксилінових порохів, які застосовуються у вітчизняних боєприпасах до стрілецької зброї, при зберіганні змінюються. Їх зміна може мати місце як у результаті фізичних, так і фізико-хімічних процесів. Це негативно відображається на балістичних властивостях пороху, які можуть досягти таких величин, при яких практичне застосування боєприпасів стає неможливим [1].

У зв'язку з цим однією з основних вимог, що визначають придатність порохів до застосування, є достатня стійкість, тобто здатність протягом тривалого часу зберігати незмінними свої фізико-хімічні властивості. Тому питання про стійкість порохів набуває першорядного значення, бо саме вона визначає строки експлуатації боєприпасів узагалі та унітарних патронів для стрілецької зброї зокрема.

Тривалість зберігання патронів має винятково велике значення для визначення необхідних обсягів зберігання боєприпасів на базах і складах, тому що з цим пов'язані питання необхідних виробничих потужностей порохових заводів і питання системи контролю за станом порохів. Таким чином, визначення зміни властивостей порохів і боєприпасів залежно від строків їх зберігання є важливим науково-прикладним завданням і становить значний практичний інтерес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При тривалому зберіганні порохів відбуваються процеси їх старіння, у результаті чого можливе послаблення зв'язку між нітратами целюлози і розчинниками. Унаслідок цього в піроксилінових порохів при зберіганні виникає збільшення речовин, які видаляються, і зменшення речовин, що не видаляються. Однак при порушенні герметичності упаковки відбувається загальне зменшення летучих речовин, що призводить до зміни початкових швидкостей куль і максимального тиску порохових газів [2].

Спираючись на теоретичні та експериментальні дослідження в області експлуатації боєприпасів різних строків зберігання [3 – 6], можна зробити висновок, що існуючі пороху володіють лише задовільною стійкістю, у результаті чого властивості порохів з часом змінюються.

Метою статті є визначення зміни балістичних характеристик боєприпасів стрілецької зброї на різних етапах їх зберігання та їх вплив на балістичні й експлуатаційні характеристики зразків стрілецької зброї.

Виклад основного матеріалу. Для визначення кількісних показників впливу строків зберігання боєприпасів на балістичні характеристики стрілецького озброєння були проведені експериментальні дослідження. В експериментах використовували:

- 7,62-мм гвинтівкові патрони (термін зберігання – 16; 33; 46 років);
- 7,62-мм револьверні патрони зі зменшеним зарядом (термін зберігання – 26; 38 років);
- 9-мм пістолетні патрони ПМ (термін зберігання – 2; 38 років).

Метою експерименту було визначення початкової швидкості кулі залежно від строків зберігання боєприпасів.

У процесі експерименту були отримані значення початкових швидкостей куль при різних строках зберігання порохових зарядів різних боєприпасів.

Стрільба здійснювалася по одному пострілу через блокувальні пристрої з виміром часу проходження кулею відстані між ними (див. рис. 1).

Після оброблення експериментальних даних були побудовані апроксимуюча крива зміни відносної величини початкової швидкості кулі залежно від строків зберігання боєприпасів і границі довірчих інтервалів (див. рис. 2).

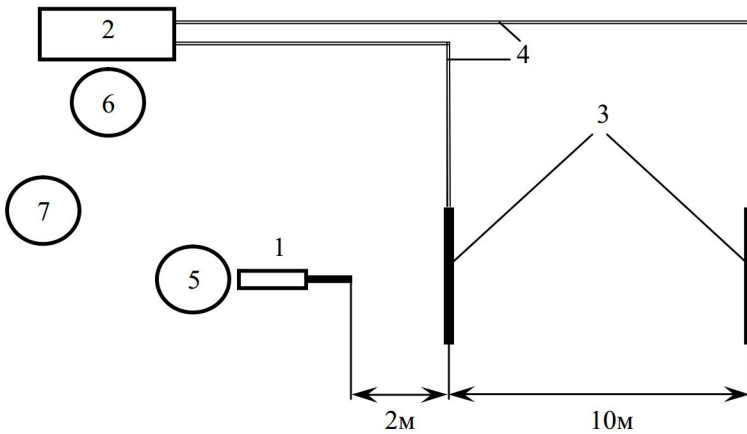


Рис. 1. Схема експерименту:

1 – зброя; 2 – хронометр; 3 – пристрої, що блокують; 4 – з'єднувальні проводи; 5 – стрілок; 6 – оператор на хронометрі; 7 – керівник експерименту.

При зменшенні початкової швидкості кулі більше ніж на 5 % зброя вважається непридатною для бойового застосування. З урахуванням цього можливо спрогнозувати гарантований час, протягом якого застосування боєприпасів відбуватиметься без погіршення балістичних характеристик зброї.

На рис. 2 подано модель експлуатації боєприпасів:

I період (до 10 років) – гарантійний термін експлуатації, у межах якого балістичні характеристики є стабільними;

II період (10 – 25 років) – період зміни властивостей у припустимих межах;

III період (понад 26 років) – період деградації порохових зарядів, протягом якого заряд підлягає регенерації або боєприпаси в цілому повинні бути утилізовані.

Застосовуючи метод найменших квадратів, знайдено апроксимуюче рівняння для строків зберігання боєприпасів – $10 \leq \tau \leq 46$ років:

$$V_0(\tau) = 0,6 \cdot 10^{-4} \tau^2 - 0,69 \cdot 10^{-3} \tau + 1,06.$$

Використання цієї моделі, що прогнозує зміну початкової швидкості кулі від тривалості зберігання боєприпасів, створює передумови для переходу експлуатації стрілецької зброї за станом, без розроблення і застосування діагностичної апаратури, при використанні початкової швидкості кулі як діагностичний параметр.

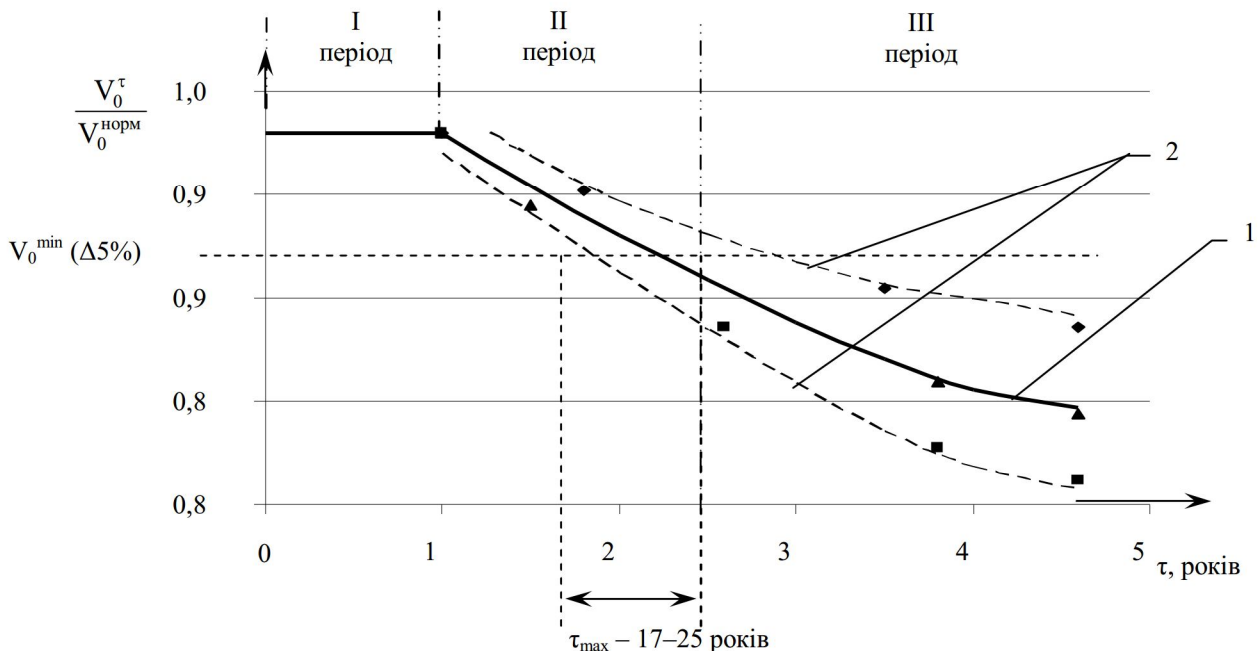


Рис. 2. Зміна початкової швидкості кулі залежно від тривалості зберігання боєприпасів:

◆ – 7,62-мм гвинтівкові патрони; ▲ – 9-мм пістолетні патрони ПМ; ■ – 7,62-мм револьверні патрони зі зменшеним зарядом; 1 – апроксимуюча крива; 2 – довірчі інтервали.

Для дослідження впливу боєприпасів з різними строками зберігання на експлуатаційні характеристики стрілецької зброї була визначена зміна живучості ствола 7,62-мм кулемета Калашникова ПКМС за виразом Габо-Слухоцького [7]:

$$N = K \cdot \frac{(D_0^2 - d^2) \cdot (1 + \Delta_\delta) \cdot e^{-n_1 \cdot t_0}}{e^{2,8 \cdot n_1 \cdot p_0 + n_2 \cdot T} \cdot \omega \cdot V_0^2} \cdot \left[\Delta_\delta \cdot \left(\frac{V_1}{V_\delta} \right)^2 + \left(\frac{0,64}{1 + \chi_n \cdot \Delta_\delta} \cdot \frac{1}{V_0} \right)^2 \cdot 2 \cdot g \cdot \frac{1 + \Theta}{2 + \Theta} \cdot \frac{p_\delta}{\gamma_\delta} \right],$$

де K – коефіцієнт, що залежить від калібру, глибини і крутості нарізів; D_0 – калібр по нарізах, м; d – калібр по полях, м; $\Delta_\delta = \frac{W_\delta}{W_0}$ – число об’ємів розширення газів у каналі ствола; $W_\delta = S \cdot l_\delta$ – повний об’єм каналу ствола, м³; S – площа перетину каналу ствола, м²; l_δ – повний шлях кулі, м; W_0 – об’єм зарядної камори, м³; ω – маса заряду, кг; V_0 – початкова швидкість кулі, м/с; $n_1 = k \cdot (1 - \lambda_1)$ – коефіцієнт [7]; k – коефіцієнт [7]; λ_1 – коефіцієнт [7]; $n_2 = k \cdot \lambda_1$ – коефіцієнт [7]; p_0 – тиск форсування, кг/м²; T – температура горіння пороху, °С; t_0 – температура поверхневого шару ствола до початку врізання кулі в нарізи, °С; $\frac{V_1}{V_\delta}$ – коефіцієнт із таблиці [7]; $\chi_n = \frac{1}{\frac{1}{\chi} + 0,75 \cdot \frac{d}{l_0}}$ – коефіцієнт [7]; χ – коефіцієнт розширення; l_0 – приведена довжина камори, м; g – прискорення вільного падіння, м/с²; Θ – характеристика; p_δ – дульний тиск, кг/м²; $\gamma_\delta = \frac{\Delta}{(1 + \Delta_\delta) \cdot 1000}$ – коефіцієнт, кг/м³; Δ – щільність заряджання, кг/м³.

На рис. 3 показано зміну живучості ствола 7,62-мм кулемета Калашникова ПКМС залежно від строку зберігання використовуваних боєприпасів.

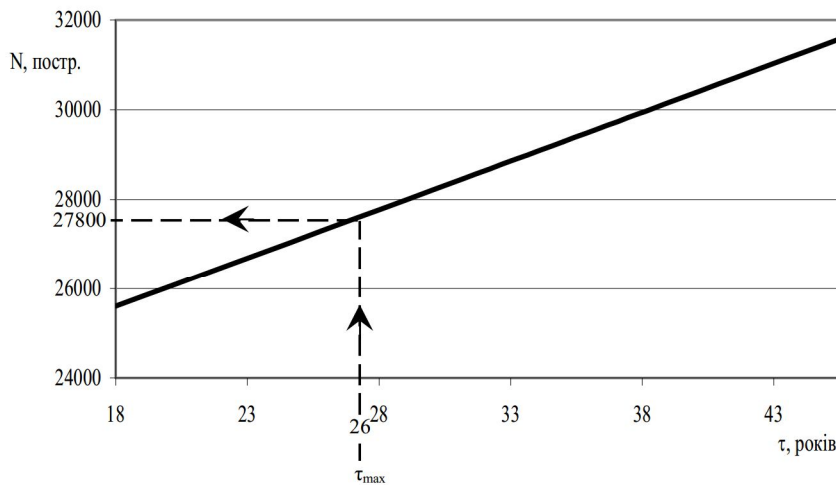


Рис. 3. Живучість ствола залежно від строку зберігання боєприпасів

Як видно з графіка (див. рис. 3), живучість ствола підвищується, але це збільшення відбувається головним чином через зменшення маси заряду в результаті тривалого зберігання боєприпасів і може досягти величини в 27800 пострілів. З огляду на те, що максимальний термін зберігання боєприпасів без зниження початкової швидкості кулі (V_0) більше ніж на 5 % від номінального значення ($V_0^{номін}$) складає ≈ 26 років [8], подальше підвищення живучості ствола за рахунок застосування

боєприпасів понад цей термін зберігання не може бути використано, тому що при цьому різко погіршуються балістичні характеристики зброї, а саме початкова швидкість кулі.

Оцінюючи одержані результати, слід зазначити, що вираз Габо-Слухоцького не враховує максимального тиску порохових газів (p_{max}), що суттєво впливає на живучість ствола стрілецької зброї. При використанні цієї формули необхідно також враховувати, що на різних строках зберігання змінюються такі характеристики:

- початкова швидкість кулі;
- маса заряду боєприпасів;
- час досягнення тиску форсування при пострілі;
- дульний тиск;
- щільність заряджання.

У роботах [5, 9] експериментально встановлено, що при тривалому зберіганні боєприпасів максимальний тиск зростає, а дульний – падає.

Таким чином, вираз Габо-Слухоцького безпосередньо не може застосовуватися для прогнозування надійності стволів при використанні боєприпасів тривалих строків зберігання.

На сьогодні немає точних аналітичних методів вирішення завдання з прогнозування живучості стволів стрілецької зброї. У зв'язку з цим була визначена зміна живучості ствола за виразом Габо-Слухоцького, але з урахуванням зміни характеристик, зазначених вище. На рис. 4 подано зміну живучості ствола з урахуванням зміни початкової швидкості кулі, маси заряду боєприпасів, часу досягнення тиску форсування при пострілі, дульного тиску, щільності заряджання, а також її аналітичний вираз.

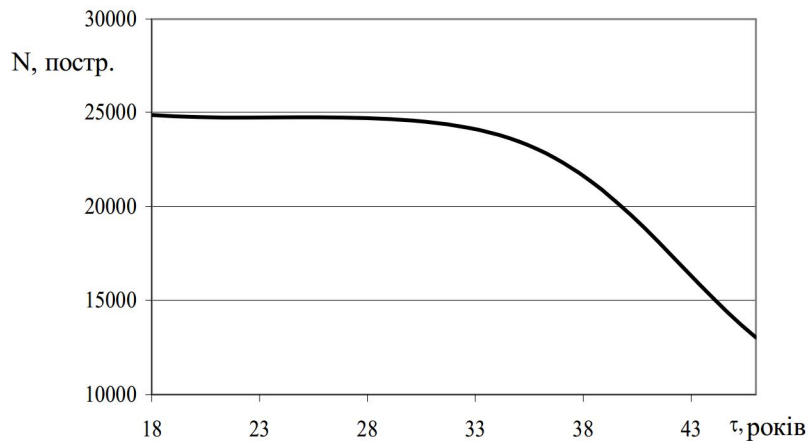


Рис. 4. Живучість ствола залежно від строку зберігання боєприпасів

$$N(\tau) = -30,8\tau^2 + 1552,1\tau + 6908,4.$$

Аналізуючи одержані результати, можна зазначити, що вираз Габо-Слухоцького чутливий до зміни балістичних характеристик порохів і може бути застосований для відносного аналізу стану і прогнозування живучості стволів стрілецької зброї, але він орієнтований на нові боєприпаси зі свіжими порохами. На підставі цього метод оцінки і прогнозування фізико-хімічних властивостей порохів за величиною початкової швидкості кулі можна використовувати у військових полігонних умовах, що є суттєвою перевагою порівняно із

застосуванням манометричної бомби.

При експлуатації стрілецької зброї необхідно враховувати строки зберігання боєприпасів і відповідно до цього визначити додаткові строки перевірки зношення каналів стволів та проводити коректування прицільних пристроїв за дальністю.

Висновки. Одержані результати можуть бути використані для прогнозування балістичних властивостей порохів і боєприпасів залежно від тривалості їх зберігання, а також для вироблення рекомендацій щодо можливості застосування боєприпасів різних строків зберігання для виконання службово-бойових задач, бойової підготовки.

Методика прогнозування властивостей порохового заряду залежно від строку їх експлуатації впроваджена в КП ХКБМ ім. О.О. Морозова та застосовується для підготовки і проведення стрільних випробувань 7,62-мм кулеметів ПКТ, які встановлюються на нових і модернізованих зразках бронетанкової техніки.

Список використаних джерел

1. Горст А. Г. Пороха и взрывчатые вещества / А. Г. Горст. – М.: Машиностроение, 1972. – 208 с.
2. Взрывчатые вещества и пороха / М. А. Будников, Н. А. Левкович, И. В. Быстров и др. – М.: Гос. изд-во оборон. пром-сти, 1955. – 364 с.
3. Баулін Д. С. Експериментальне дослідження впливу конструктивних характеристик боєприпасів на початкову швидкість куль / Д. С. Баулін // Зб. наук. пр. / НАДПС України ім. Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2004. – № 31. – С. 5 – 7.
4. Анипко О. Б. Методы термодинамики, тепло- и массопереноса для решения обратной задачи внутренней баллистики / О. Б. Анипко, И. Ю. Бирюков // Интегрированные технологии та энергосбережения. – Х.: НТУ «ХПИ», 2005. – № 2. – С. 63 – 68.

5. Анипко О. Б. Модель массопереноса при хранении пороховых зарядов с учетом изменения температуры окружающей среды / О. Б. Анипко, И. Ю. Бирюков, Д. С. Баулин // Зб. наук. пр. – Х.: ХУПС, 2006. – 2 (8). – С. 50 – 54.
6. Бирюков И. Ю. Пороховые заряды длительных сроков хранения: проблемы, задачи и пути их решения / И. Ю. Бирюков // Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ “ХПИ”, 2006. – № 2. – С. 50 – 55.
7. Чуев Ю. В. Проектирование ствольных комплексов / Ю. В. Чуев. – М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
8. Буллер М. Ф. Методы испытания утилизируемых порохов / М. Ф. Буллер, Г.В. Межевич. – К.: Изд-во ООО “ДИА”, 2005. – 94 с.
9. Анипко О. Б. Обратная задача внутренней баллистики для прогнозирования свойств порохов при длительном их хранении / О. Б. Анипко, Д. С. Баулин, Ю. М. Бусяк // Інтегровані технології та енергозбереження. – Х.: НТУ“ХПИ”, 2005. – № 4. – С. 109 – 114.

Стаття надійшла до редакції 19.11.2007 р.