

УДК 355.014: 623.522

Бірюков І.Ю., Баулін Д.С.

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРІЛЕЦЬКОГО ОЗБРОЄННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БОЄПРИПАСІВ ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ**

Джерелом енергії для найбільш масового виду озброєння – стрілецької зброї – служить 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 чисто фізичних процесів, так і фізико-хімічних процесів. Це негативно відображається на балістичних властивостях пороху, та в остаточному підсумку балістичні властивості можуть досягти таких величин, при яких практичне застосування боєприпасів стає неможливим [1].

У зв'язку із 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 здобуває першорядне значення, тому що саме вона визначає строки експлуатації боєприпасів взагалі та унітарних патронів для стрілецької зброї зокрема.

Тривалість зберігання споряджених 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 представляється важливою науково-прикладною задачею і представляє значний практичний інтерес.

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 відбувається збільшення речовин, що видаляються і зменшення речовин, що не видаляються, а можливо, при порушенні герметичності укупорці, і загальне зменшення летучих речовин, що приводить до зміни початкових швидкостей куль і максимального тиску порохових газів [2].

Спираючи на теоретичні та експериментальні дослідження в області експлуатації боєприпасів різних термінів зберігання [3-6], можна зробити висновок, що існуючі порохи володіють лише більш-менш задовільною стійкістю, у результаті чого властивості порохів з часом змінюються.

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

Для визначення кількісних показників впливу термінів зберігання боєприпасів на балістичні характеристики стрілецького озброєння були проведені експериментальні дослідження. В експериментах використовувалися боєприпаси різних термінів зберігання.

У ході експерименту були отримані значення початкових швидкостей куль при різних термінах зберігання порохових зарядів різних боєприпасів та побудовано модель експлуатації боєприпасів залежно від строку їх зберігання (рис. 1).

Використання даної моделі, що прогнозує зміну початкової швидкості кулі від тривалості зберігання боєприпасів, створює передумови для переходу експлуатації стрілецької зброї по стану, без розробки і застосування діагностичної апаратури, при використанні як діагностичний параметр початкову швидкість кулі.

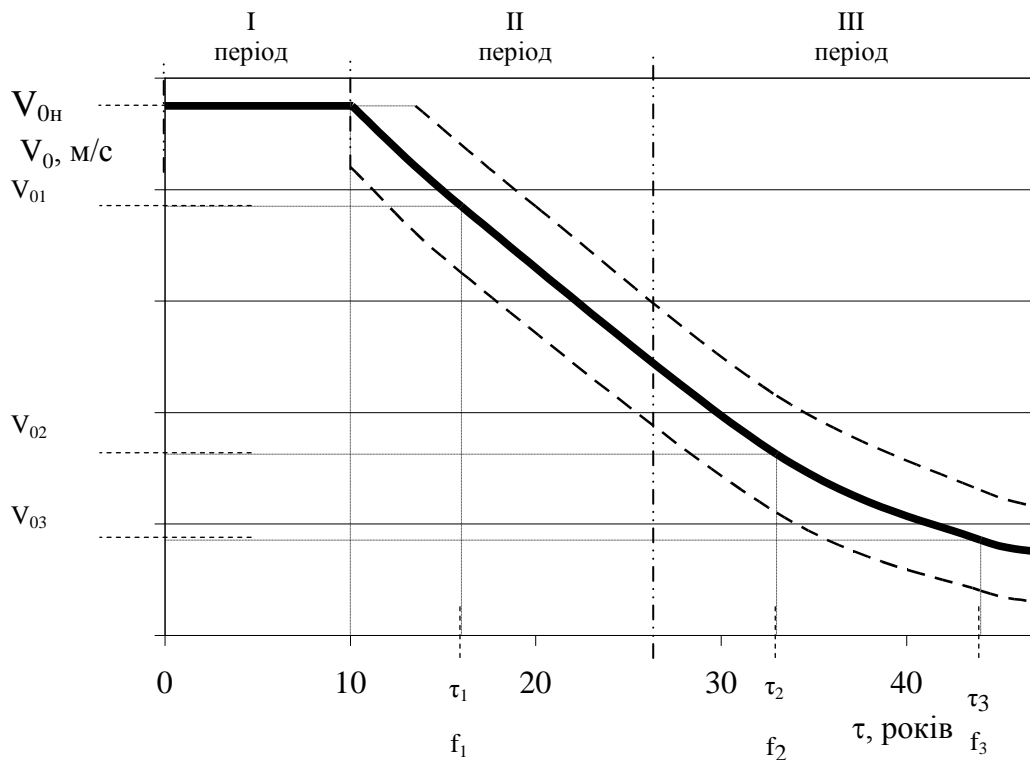


Рисунок 1 – Модель експлуатації боеприпасів залежно від строку їх зберігання  
 I період – до 10 років – гарантійний строк експлуатації, у межах якого балістичні характеристики є стабільними;

II період – 10–26 років – період зміни властивостей у припустимих межах;

III період – понад 26 років – період деградації порохових зарядів, протягом якого заряд підлягає регенерації, або боеприпаси в цілому повинні бути утилізованими

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

$$N = K \cdot \frac{(D_0^2 - d^2) \cdot (1 + \Delta_d) \cdot e^{-n_1 \cdot t_0}}{e^{2,8 \cdot n_1 \cdot p_0 + n_2 \cdot T} \cdot \omega \cdot V_0^2} \cdot \left[ \Delta_d \cdot \left( \frac{V_1}{V_d} \right)^2 + \left( \frac{0,64}{1 + \chi_n \cdot \Delta_d} \cdot \frac{1}{V_0} \right)^2 \cdot 2 \cdot g \cdot \frac{1 + \Theta}{2 + \Theta} \cdot \frac{p_d}{\gamma_d} \right], \quad (1)$$

де  $K$  – коефіцієнт, що залежить від калібру, глибини і крутості нарізів;  $D_0$  (м) – калібр по нарізам;  $d$  (м) – калібр по полям;  $\Delta_d = \frac{W_d}{W_0}$  – число об’ємів розширення газів у каналі

ствола;  $W_d = S \cdot l_d$  (м<sup>3</sup>) – повний об’єм каналу ствола;  $S$  (м<sup>2</sup>) – площа перетину каналу ствола;  $l_d$  (м) – повний путь кулі;  $W_0$  (м<sup>3</sup>) – об’єм зарядної камори;  $\omega$  (кг) – маса заряду;  $V_0$  (м/с) – початкова швидкість кулі;  $n_1 = k \cdot (1 - \lambda_1)$  – коефіцієнт [7];  $k$  – коефіцієнт [7];  $\lambda_1$  – коефіцієнт [7];  $n_2 = k \cdot \lambda_1$  – коефіцієнт [7];  $p_0$  (кг/м<sup>2</sup>) – тиск форсування;  $T$  (°C) – температура горіння пороху;  $t_0$  (°C) – температура поверхневого шару ствола до початку

врізання кулі в нарізи;  $\frac{V_1}{V_d}$  – коефіцієнт із таблиці [7];  $\chi_n = \frac{1}{\frac{1}{\chi} + 0,75 \cdot \frac{d}{l_0}}$  – коефіцієнт

[7];  $\chi$  – коефіцієнт розширення;  $l_0$  (м) – приведена довжина камори;  $g$  (м/с<sup>2</sup>) – прискорення вільного падіння;  $\Theta$  – характеристика;  $P_d$  (кг/м<sup>2</sup>) – дульний тиск;  $\Delta$  (кг/м<sup>3</sup>) – щільність заряджання  $\gamma_d = \frac{\Delta}{(1 + \Delta_d) \cdot 1000}$  (кг/м<sup>3</sup>) – коефіцієнт.

На рис. 2 показана зміна живучості ствола 7,62 мм кулемета Калашникова ПКМС у залежності від терміну зберігання використовуваних боєприпасів.

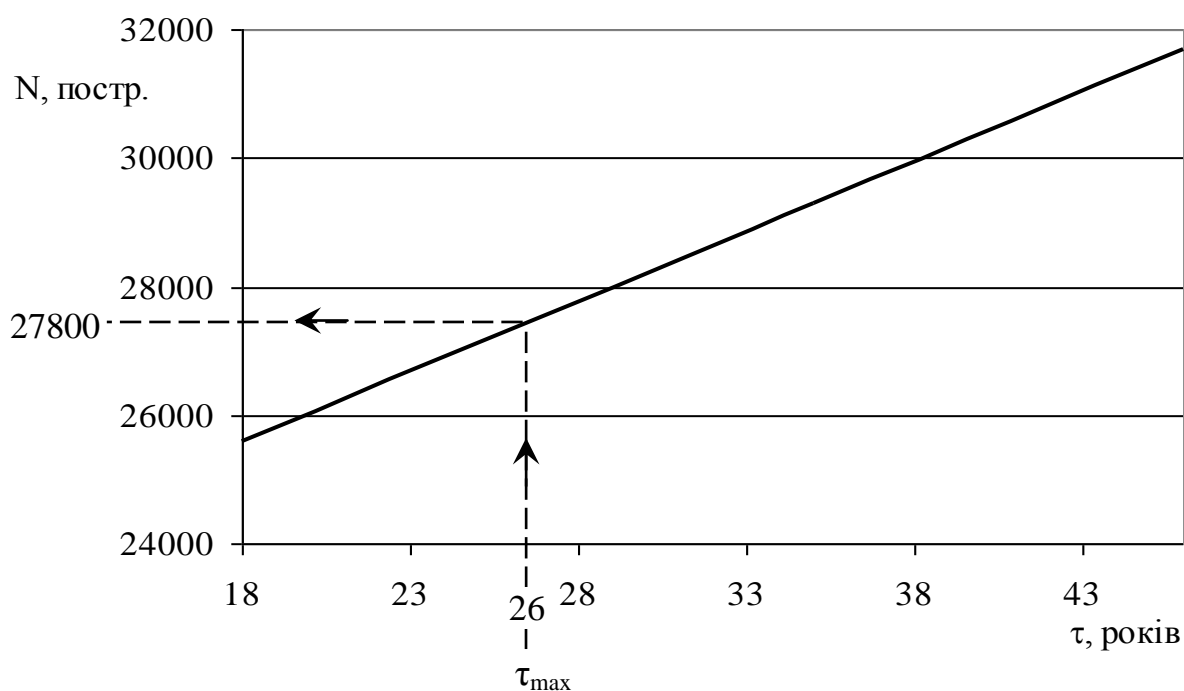


Рисунок 2 – Живучість ствола як функція від терміну зберігання боєприпасів

Як видно з графіка (рис. 2), 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 ( $V_0$ ) більш ніж на 5% від номінального значення ( $V_0^{\text{норм}}$ ) складає  $\approx 26$  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 отримані результати слід зазначити, що вираз (1) не враховує максимальний тиск порохових газів ( $p_{\text{max}}$ ), що суттєво впливає на живучість ствола стрілецької зброї. При використанні даної формули необхідно також враховувати, що на різних термінах зберігання змінюються наступні 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 тиск падає.

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

В даний час немає точних аналітичних методів рішення задачі по прогнозуванню живучості стволів стрілецької зброї.

У зв'язку з цим, була визначена зміна живучості ствола по виразу Габо-Слухоцького, але з урахуванням зміни характеристик, зазначених вище. На рис. 3 представлена зміна живучості ствола з урахуванням зміни початкової швидкості кулі, маси заряду боєприпасів, часу досягнення тиску форсування при пострілі, дульного тиску, щільності заряджання.

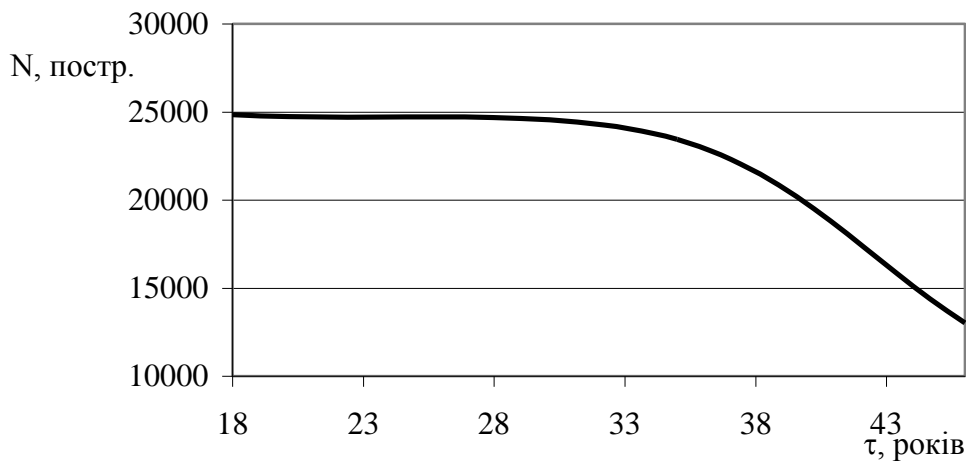


Рисунок 3 – Живучість ствола як функція від терміну зберігання боєприпасів

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

Аналізуючи отримані результати можна відзначити, що вираз Габо-Слухоцького відчутно до зміни балістичних характеристик порохів і може бути застосовано для відносного аналізу стану і прогнозування живучості стволів стрілецької зброї, але воно орієнтовано на нові боєприпаси зі свіжими порохами. Виходячи з цього, застосовуючи метод оцінки і прогнозування фізико-хімічних властивостей порохів, запропонований у роботі [9], а звідси і живучості стволів, по величині початкової швидкості кулі дозволить використовувати його у військових полігонних умовах, що є суттєвою перевагою в порівнянні з застосуванням манометричної бомби.

При експлуатації стрілецької зброї необхідно враховувати терміни зберігання боєприпасів і, відповідно до цього, визначити додаткові терміни перевірки зносу каналів стволів і проводити коректування прицільних пристосувань по дальності.

Отримані результати можуть бути використані для прогнозування балістичних властивостей порохів і боєприпасів у залежності від тривалості їх зберігання, а також для вироблення рекомендацій щодо можливості застосування боєприпасів різних термінів 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 стрільбових випробувань 7,62 мм кулеметів ПКТ, які устано­влюються на нових і модернізованих зразках бронетанкової техніки.

#### Література

1. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. – М.: Машиностроение, 1972. – 208 с.
2. Будников М.А., Левкович Н.А., Быстров И.В., Сиротинский В.Ф., Шахтер Б.И. Взрывчатые вещества и пороха. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1955. – 364 с.
3. Баулін Д.С. Експериментальне дослідження впливу конструктивних характеристик боеприпасів на початкову швидкість куль // Збірник наукових праць “НАДПС України ім. Б.Хмельницького”. – 2004. – №31. С. 5–7.
4. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Методы термодинамики, тепло- и массопереноса для решения обратной задачи внутренней баллистики // Интегровані технології та енергозбереження. – Х. 2005. – №2. С. 63–68.
5. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю., Баулин Д.С. Модель массопереноса при хранении пороховых зарядов с учетом изменения температуры окружающей среды // Збірник наукових праць ХУПС. – 2006. – 2 (8). – С. 50–54.
6. Бирюков И.Ю. Пороховые заряды длительных сроков хранения: проблемы, задачи и пути их решения // Интегровані технології та енергозбереження. – Х. 2006. – №2. – С. 50–55.
7. Чуев Ю.В. Проектирование ствольных комплексов. – М.: Машиностроение, 1976. – 216 с.
8. Буллер М.Ф., Межевич Г.В. Методы испытания утилизируемых порохов. – К.: Изд-во ООО “ДИА”, 2005. – 94 с.
9. Анипко О.Б., Баулин Д.С., Бусяк Ю.М. Обратная задача внутренней баллистики для прогнозирования свойств порохов при длительном их хранении // Интегровані технології та енергозбереження. Харьков, НТУ“ХПИ” – 2005. – №4. С. 109–114.

УДК 355.014: 623.522

Бирюков И.Ю., Баулин Д.С.

#### **ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БОЕПРИПАСОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ**

В статье рассмотрено влияние сроков хранения боеприпасов на эксплуатационные характеристики стрелкового оружия. Предложены модель эксплуатации боеприпасов на различных этапах хранения и практические рекомендации по дальнейшему их использованию.