

¹Аніпко О.Б., д.т.н., професор, професор кафедри

²Баулін Д.С., к.т.н., с.н.с., старший науковий співробітник науково-дослідного центру

²Бірюков І.Ю., д.т.н., доцент, професор кафедри ракетно-артилерійського озброєння

³Гунько О.О., начальник відділення озброєння Секції озброєння і техніки

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН БАЛІСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСТРІЛІВ РОЗДІЛЬНО-ГІЛЬЗОВОГО ЗАРЯДЖАННЯ ІЗ ЗАРЯДАМИ ТРИВАЛИХ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

¹Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Національна академія Національної гвардії України, Харків

³Східне оперативно-територіальне об'єднання Національної гвардії України, Харків

Ключові слова: пороховий заряд, балістичні характеристики озброєння, гарантійні терміни експлуатації, геронтологічні зміни, піроксилінові порохи, регенерація зарядів, дальність пострілу, початкова швидкість снаряда.

Постановка проблеми та аналіз публікацій

В даний час в Україні є великі запаси різних боєприпасів, які набагато перевищують потреби силових структур. Але термін їх експлуатації становлять 30 і більше років і збільшуються з кожним роком. Проведені в період 2001–2015 років дослідження [1–7] показали, що вже після 15 років експлуатації через зміни характеристик порохового заряду відбуваються зміни балістичних характеристик зброї, які неможливо відкоригувати прицільними пристосуваннями. Виникає питання доцільності застосування таких боєприпасів, як у сфері безпеки особового складу, так і точності виконання вогневих завдань та експлуатації озброєння загалом.

Така ситуація склалася через те, що заряди боєприпасів складаються з піроксилінового порошу. Властивості піроксилінових порохів змінюються в залежності від терміну їх експлуатації. При тривалому зберіганні піроксилінові порохи зарядів боєприпасів зазнають фізико-хімічних перетворень, внаслідок чого застосування таких боєприпасів стає не лише неможливим, а й небезпечним [8, 9]. Порохи втрачають свої характеристики та не забезпечують бойові властивості озброєння.

У минулому планова ротация боєприпасів забезпечувала підтримання їх необхідних властивостей та, відповідно, озброєння. При цьому термін експлуатації не перевищував 10 років. На даний час в Україні відсутнє виробництво боєприпасів, а наявні знаходяться далеко за межами гарантійних термінів експлуатації. Закупівлі нових боєприпасів не провадяться. У зв'язку з цим неможливо уникнути негативної дії геронтологічних змін у порохових зарядах боєприпасів [1].

Описати проблему з боєприпасами на даний момент можна так [10]:

- весь боєзапас перебуває на післягарантійних термінах експлуатації;
- застосування боєприпасів за призначенням пов'язане з загрозою для особового складу та озброєння;
- обсяги боєзапасу боєприпасів, що зберігаються, набагато перевищують необхідні потреби в них силових структур;

– використання озброєння з боеприпасами тривалих термінів експлуатації є малоефективним.

Одним із завдань, пов'язаних із проблемою експлуатації боеприпасів, є можливість прогнозування зміни їх властивостей на різних термінах зберігання. Найважливішим показником зміни властивостей порохів є зниження початкової швидкості вражаючого елемента. За цим показником оцінюється зміна балістичних показників озброєння.

Аналіз літератури свідчить, що останнім часом з'явилися публікації [1, 2, 5, 6, 10], пов'язані з обґрунтуванням термінів експлуатації боеприпасів. Проведені експериментальні дослідження [1, 5] підтверджують ефект зниження маси порохового заряду при його тривалому зберіганні. Проте у літературі немає відомостей у тому, як впливає зміна маси порохового заряду на показник початкової швидкості. Також немає обґрунтованого прогнозу змін балістичних характеристик порохових зарядів та озброєння. У роботі [11] подано дані про можливе відновлення властивостей порохових зарядів тривалих термінів експлуатації. Проте не визначено часові терміни проведення регенерації порохових зарядів для отримання найкращого ефекту.

В умовах експлуатації боеприпасів з післягарантійними термінами зберігання прогнозування зміни властивостей порохових зарядів є важливим науково-технічним завданням.

У зв'язку з цим **метою статті** є виявлення змін характеристик, що відбуваються у порохових зарядах післягарантійних періодів експлуатації та прогнозування термінів можливого проведення регенерації зарядів піроксилінових порохів для отримання найкращого ефекту.

Виклад основного матеріалу

Для досягнення поставленої мети проведено дослідження результатів стрільби із 122-мм гаубиці Д-30. Експеримент із бойовою стрільбою проведено з використанням боеприпасів різних років виготовлення та відповідає 21, 32, 38, 45 рокам експлуатації.

У табл. 1 наведено результати середньої дальності стрільби у відносній величині. За одиницю прийнято табличні дані [12, 13].

Таблиця 1 – Дальність стрільби при використанні порохових зарядів різних років виготовлення

	Табличні дані	Термін експлуатації (років)			
		21	32	38	45
Дальність стрільби	1	0,965	0,951	0,944	0,939

Усі експериментальні дослідження проводилися за однакових умов:

- вихідні дані стрільби – єдині для всіх повторів експерименту;
- заряд – заряд № 2;
- снаряд – ОФ-462Ж.

Вважаючи, що зміна (зменшення) дальності стрільби (L) відбувається через зменшення початкової швидкості (V_0), для кожної дальності було визначено V_0 із відношення горизонтальної дальності [14]:

$$L = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}, \quad (1)$$

де L – горизонтальна дальність; V_0 – початкова швидкість снаряда; α – кут кидання; g – прискорення вільного падіння.

З (1) отримаємо вираз початкової швидкості через дальність стрільби

$$V_{0\tau} = \sqrt{\frac{L_\tau \cdot V_{0T}^2}{L_{0T}}}, \quad (2)$$

де $V_{0\tau}$ – початкова швидкість снаряда за певного терміну експлуатації; L_τ – дальність пострілу за $V_{0\tau}$; V_{0T} – початкова швидкість снаряда (таблична); L_{0T} – дальність пострілу за V_{0T} .

На графіках (рис 1, 2) представлені залежності зміни горизонтальної дальності пострілу та початкової швидкості снаряда від терміну експлуатації боєприпасів. Дані залежності справедливі при використанні нового ствола та боєприпасів післягарантійних термінів експлуатації.

Аналітичний вираз залежності горизонтальної дальності пострілу від терміну експлуатації порохового заряду виглядає так

$$L_\tau = 2 \cdot 10^{-5} \tau^2 - 0,0022\tau + 1,0042. \quad (3)$$

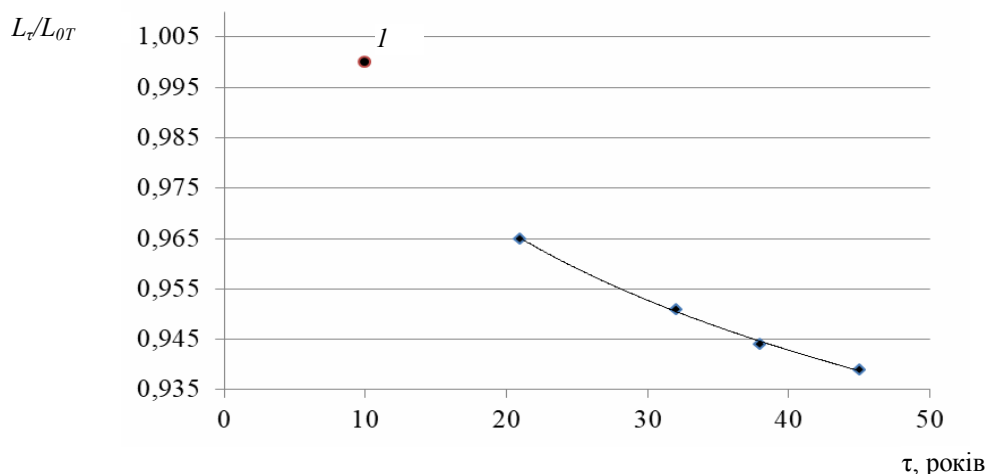


Рисунок 1 – Зміна відносного показника горизонтальної дальності пострілу від терміну експлуатації порохового заряду

Точка 1 на графіках відповідають табличному значенню дальності пострілу (рис. 1) та початковій швидкості снаряда (рис. 2) в умовах проведеного експерименту.

Пунктирна горизонтальна лінія позначає граничне значення допустимого зниження початкової швидкості снаряда (-5 %) від табличного [15]. Точка А показує максимальний термін експлуатації порохового заряду, на якому ще можливе

коригування дальності стрільби шляхом внесення поправок у вихідні дані для стрільби. Згідно з отриманими експериментальними даними такий термін може бути оцінений у 25–27 років.

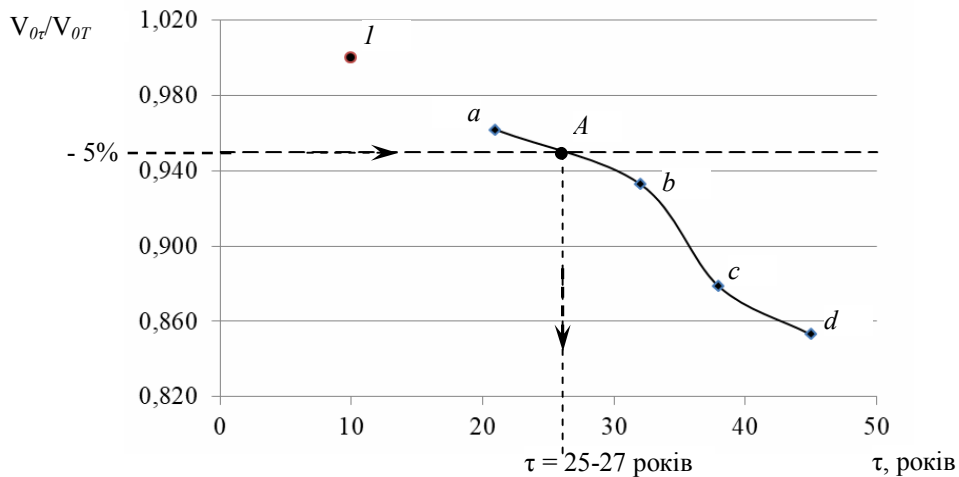


Рисунок 2 – Зміна відносного показника початкової швидкості снаряда від терміну експлуатації порохового заряду

У роботах [5, 16, 17] пропонувався прогноз зміни початкової швидкості снаряда, залежно від терміну експлуатації боєприпасів. З огляду на це, а також оцінюючи графік залежності (рис. 2) можна припустити, що:

- відрізок *a-b* – період експлуатації порохового заряду, у якому, за допомогою корекції, зберігаються балістичні характеристики озброєння;
- відрізок *b-c* – період інтенсивної втрати порохом зарядом своїх балістичних та енергетичних характеристик, що супроводжується падінням початкової швидкості снаряда;
- відрізок *c-d* – подальше розкладання пороху та після ~45 років – період повної деградації заряду із втратою своїх енергетичних характеристик.

Відомо [1, 5, 18], що співвідношення зміни маси заряду $\left(\frac{\Delta\omega}{\omega_T}\right)$ та зниження початкової швидкості $\left(\frac{\Delta V_0}{V_{0T}}\right)$ пов'язані таким чином:

$$\frac{\Delta\omega}{\omega_T} = k \frac{\Delta V_0}{V_{0T}}, \quad (4)$$

де $\Delta\omega$ – зміна маси заряду; ω_T – маса заряду таблична; k – коефіцієнт пропорційності; ΔV_0 – зміна початкової швидкості; V_{0T} – початкова швидкість снаряда таблична.

Коефіцієнт пропорційності з цього співвідношення визначається на основі експериментальних даних про зміну маси заряду та відповідне зниження V_0 . Як

показано на рис. 2 $\left(\frac{\Delta V_0}{V_{0T}}\right)$ являє собою функцію часу, для якої характерні відповідні періоди і тому стає зрозумілим, що k – це не постійний коефіцієнт, а також функція від часу $k = f(\tau)$. З огляду на це вираз (4) перепишемо у вигляді

$$\frac{\Delta \omega}{\omega_T} = \left(0,0005\tau^2 - 0,0504\tau + 1,4576\right) \frac{\Delta V_0}{V_{0T}}. \quad (5)$$

На точність прогнозу за виразом (5) впливають похибки визначення $\Delta \omega$ і ΔV_0 .

Однак є дані, що в умовах нестачі нових боєприпасів експлуатація озброєння та боєприпасів продовжується і після встановленого терміну 25–27 років. Таким чином, для коректного та ефективного використання боєприпасів необхідні дані щодо характеристик порохових зарядів, час експлуатації яких перевищує цей термін.

Враховуючи, що умови проведення експериментальних стрільб незмінні, припускаємо, що на зміну початкової швидкості впливає маса заряду (ω). Визначимо масу заряду для кожної отриманої дальності та швидкості, використовуючи залежність [19]

$$V_0 = \sqrt{\frac{2g f \omega}{\varphi \theta q}}, \quad (6)$$

де V_0 – початкова швидкість снаряда; g – прискорення вільного падіння; f – сила пороху; ω – маса заряду; φ – коефіцієнт урахування другорядних робіт; θ – коефіцієнт $= 0,2$; q – маса снаряда.

Тоді з (6) отримаємо

$$\omega = \frac{V^2 \varphi \theta q}{2gf}. \quad (7)$$

У табл. 2 представлені результати обробки експериментальних даних щодо визначення маси порохових зарядів боєприпасів відповідних років експлуатації. Дані, наведені у табл. 2 є розрахунковими, шляхом вирішення зворотної задачі через дальність стрільби і представлені у вигляді відносної величини.

Таблиця 2 – Прогноз зміни маси порохових зарядів (відносні величини)

	Табличні дані (гарантійний термін)	Термін експлуатації (років)			
		21	32	38	45
Відносна величина маси порохового заряду (ω_T/ω_T)	1	0,976	0,973	0,964	0,960

Для відновлення властивостей порохового заряду у роботі [11] запропоновано метод регенерації порошу шляхом обробки його перекисом водню. Цей метод дає можливість відновлення маси заряду до 3 %.

На рис. 3 графічно представлений процес відновлення властивостей порошу (A-B).

Подальша його експлуатація відбувається за тим самим законом (рис. 3), але з точки B. Як видно, після регенерації час експлуатації порохового заряду (ефект регенерації) продовжується на строк до ~40–42 років. Такий варіант відповідає випадку, коли регенерація починається в момент зниження початкової швидкості на 5 % від табличного значення. За таких умов ефект регенерації (+ 3 %) можна вважати максимально можливим у сучасних умовах, спираючись на наявну технологію.

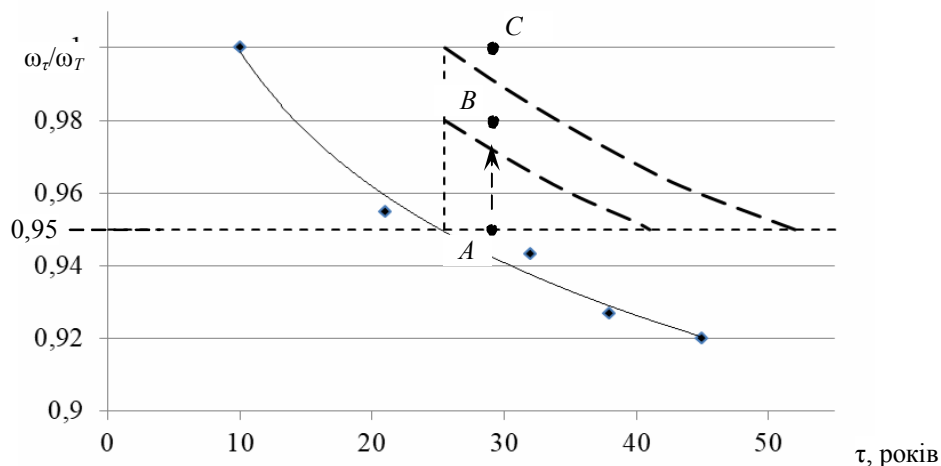


Рисунок 3 – Залежність зміни маси порохового заряду після відновлення

Але в момент, коли втрата властивостей порохового заряду оцінюється у 5 %, інтерес викликає можливість технологічно довести ефект від регенерації також до 5 %, що відповідає відновленню властивостей на рівень гарантійної експлуатації (A-C). Подальша експлуатація порохових зарядів графічно представлена з точки C (рис. 3) і може бути продовжена до ~ 50–52 років.

Висновки

1. На основі експериментальних даних отримано співвідношення (4), що дозволяє прогнозувати зміни у часі початкової швидкості снаряда, залежно від зміни маси заряду.

2. Відновлення властивостей порохових зарядів доцільно проводити у момент терміну експлуатації (зберігання) заряду, що відповідає зниженню початкової швидкості на 5 % від табличного значення. При цьому заявлений 3 % ефект підвищення маси заряду від регенерації збільшує термін їх експлуатації на період до 40–42 років. Якщо довести ефект підвищення маси заряду від регенерації до 5 %, то в цьому випадку можливе отримання максимального ефекту за часом експлуатації боєприпасів до ~ 50–52 років.

3. Виділено періоди експлуатації боєприпасів (рис. 2) та визначено, що швидкість зміни маси порохових зарядів різна на кожному з періодів.

4. Для 122-мм пострілу із зарядом №2 отримано функцію (3), що дозволяє визначати в діапазоні термінів експлуатації боеприпасів 10–45 років фактичну дальність стрільби, зниження якої обумовлено зміною властивостей порохового заряду. Це, у свою чергу, дозволяє, при застосуванні зарядів зазначеного діапазону термінів експлуатації, вносити поправку у вихідні дані для стрільби, а також визначати принципову можливість виконання вогневого завдання, оскільки задана дальність стрільби може бути вже недосяжною для заряду відповідного терміну експлуатації.

Література

1. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М. Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов длительных сроков хранения. Монография. Х.: АБВ МВД Украины, 2010 – 128 с.
2. Гончаренко П.Д. Интегральная поправка в начальную скорость на износ ствола и геронтологические изменения порохового заряда // Збірник наукових праць Академії військово-морських сил імені П.С. Нахімова. 2011. №1 (5). С. 11–14.
3. Анипко О.Б., Муленко А.О., Баулин Д.С. Экспериментальное исследование износа ствола 5,45 мм автомата Калашникова АК-74 при стрельбе боеприпасами длительных сроков хранения // Інтегровані технології та енергозбереження. 2013. №2. С. 121–125.
4. Баулін Д.С. Експериментальне дослідження впливу конструктивних характеристик боеприпасів на початкову швидкість куль // Збірник наукових праць «НАДПС України ім. Б.Хмельницького». 2004. №31. Частина II. С. 5–7.
5. Аніпко О.Б., Баулін Д.С., Горелишев С.А. Геронтологічні властивості порохових зарядів боеприпасів та їх вплив на показники живучості стрілецької зброї: Монографія. Харків: Вид-во Національної академії Національної гвардії України, 2019. 119 с.
6. Анипко О.Б., Муленко А.О., Баулин Д.С., Черкашин А.Д. Проблема живучести стволов стрелкового оружия при применении боеприпасов послегарантийных сроков хранения // Інтегровані технології та енергозбереження. 2010. №3. С. 80–83.
7. Анипко О.Б., Хайков В.Л. Цветометрия пороховых элементов метательных зарядов артиллерийских боеприпасов // Артиллерийское и стрелковое вооружение. 2011. №1. С. 28–35.
8. Анипко О.Б., Гончаренко П.Д., Хайков В.Л. Преждевременные разрывы снарядов корабельной артиллерии и методы их предупреждения. Зарубежный опыт. // Збірник наукових праць Академії військово-морських сил імені П.С. Нахімова. – 2011. – №4(48). – С. 6–16.
9. Dale G.F. Stability of nitrocellulose based powder. Warship international. XVII №4. 1980. P. 23–28.
10. Анипко О.Б., Хайков В.Л. Анализ методов оценки состояния пороховых зарядов как элемент системы мониторинга артиллерийских боеприпасов // Інтегровані технології та енергозбереження. 2012. №3. С. 60–71.
11. Анипко О.Б. Результаты экспериментального исследования воздействия перекиси водорода на нитроцеллюлозные высокомолекулярные соединения // Інтегровані технології та енергозбереження. 2014. № 2. С. 50–55.

12. 122-мм гаубица Д-30 (2А18). Части I и II. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Под ред. Шадловского А.И. М.: Воениздат. 1972. 232 с.
13. 122-мм гаубица Д-30 (2А18). Часть III. Боеприпасы. Под ред. Казаковой А.П. М.: Воениздат. 1979. 61 с.
14. Коротков Е.Н., Таныгин М.Н. Баллистика. М.: Военное издательство. 1972. 188 с.
15. Наказ «Про введення в дію Інструкції про порядок категорювання ракетно-артилерійського озброєння» від 11.01.2013 №19 [Копія] /МО України. К.
16. Вертелецкий В.Ф. Прогнозирование изменения физико-химических свойств порохового заряда и начальной скорости 30 мм артиллерийских боеприпасов морской номенклатуры // Інтегровані технології та енергозбереження. 2012. №2. С. 24–31.
17. Черкашин А.Д. Проверка достоверности прогноза и коррекция зависимости изменения начальной скорости пули 9 мм пистолетного патрона ПМ // Системи озброєння і військова техніка. 2010. № 3. С. 90–92.
18. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М., Гончаренко П.Д., Хайков В.Л. Живучесть нарезных и гладких стволов при использовании боеприпасов послегарантийных сроков хранения. Севастополь: Академия военно-морских сил имени П.С. Нахимова, 2012. 208 с.
19. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика. М.: Оборонгиз. 1949. 670 с.

Bibliography (transliterated)

1. Anipko O.B., Busyak YU.M. Vnutrennyaya ballistika stvol'nykh sistem pri primeneniі boyepripasov dlitel'nykh srokov khraneniya. Monografiya. KH.: AVV MVD Ukrainy, 2010. 128 p.
2. Goncharenko P.D. Integral'naya popravka v nachal'nuyu skorost' na iznos stvola i gerontologicheskiye izmeneniya porokhovogo zaryada // Zbіrnik naukovikh prats' Akademії vіys'kovo-mors'kikh sil іmenі P.S. Nakhimova. 2011. №1 (5). P. 11–14.
3. Anipko O.B., Mulenko A.O., Baulin D.S. Eksperimental'noye issledovaniye iznosa stvola 5,45 mm avtomata Kalashnikova AK-74 pri strel'be boyepripasami dlitel'nykh srokov khraneniya // Інтегровані технології та енергозбереження. 2013. №2. P. 121–125.
4. Baulin D.S. Yeksperimental'ne doslіdzhennya vplivu konstruktivnikh kharakteristik boēpripasiv na pochatkovu shvidkіst' kul' // Zbіrnik naukovikh prats' «NADPS Ukraїni іm. V.Khmel'nits'kogo». 2004. №31. Chastina ІІ. P. 5–7.
5. Anipko O.B., Baulin D.S., Gorіlishev S.A. Gerontologіchnі vlastivostі porokhovikh zaryadiv boēpripasiv ta іkh vpliv na pokazniki zhivuchostі strіlets'koї zbroї: Monografiya. Kharkiv: Vid-vo Natsіonal'noї akademії Natsіonal'noї gvardії Ukraїni, 2019. 119 p.
6. Anipko O.B., Mulenko AO., Baulin D.S., Cherkashin A.D. Problema zhivuchesti stvolov strelkovogo oruzhiya pri primeneniі boyepripasov poslegarantiynykh srokov khraneniya // Інтегровані технології та енергозбереження. 2010. №3. P. 80–83.
7. Anipko O.B., Khaykov V.L. Tsvetometriya porokhovoykh elementov metatel'nykh zaryadov artilleriyskikh boyepripasov // Artilleriyskoye i strelkovoye vooruzheniye. 2011. №1. P. 28–35.
8. Anipko O.B., Goncharenko P.D., Khaykov V.L. Prezhdevremennyye razryvy snaryadov korabel'noy artillerii i metody ikh preduprezhdeniya. Zarubezhnyy opyt. // Zbіrnik naukovikh prats' Akademії vіys'kovo-mors'kikh sil іmenі P.S. Nakhimova. – 2011. – №4(48). – P. 6–16.

9. Dale G.F. Stability of nitrocellulose based powder. Warship international. XVII №4. 1980. P. 23–28.
10. Anipko O.B., Khaykov V.L. Analiz metodov otsenki sostoyaniya porokhovykh zaryadov kak element sistemy monitoringa artilleriyskikh boyepripasov // *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2012. №3. P. 60–71.
11. Anipko O.B. Rezul'taty eksperimental'nogo issledovaniya vozdeystviya perekisi vodoroda na nitrotsellyuloznyye vysokomolekulyarnyye soyedineniya // *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2014. № 2. P. 50–55.
12. 122-mm gaubitsa D-30 (2A18). Chasti I i II. Tekhnicheskoye opisaniye i instruktsiya po ekspluatatsii. Pod red. Shadlovskogo A.I. M.: Voenizdat. 1972. 232 p.
13. 122-mm gaubitsa D-30 (2A18). Chast' III. Boyepripasy. Pod red. Kazakovoy A.P. M.: Voenizdat. 1979. 61 p.
14. Korotkov Ye.N., Tanygin M.N. Ballistika. M.: Voennoye izdatel'stvo. 1972. 188 p.
15. Nakaz «Pro vvedennya v díyu Ínstruktsíi pro poryadok kategoruvannya raketno-artileriy'skogo ozbroënnya» víd 11.01.2013 №19 [Kopíya] /MO Ukraїni. K.
16. Verteletskiy V.F. Prognozirovaniye izmeneniya fiziko-khimicheskikh svoystv porokhovogo zaryada i nachal'noy skorosti 30 mm artilleriyskikh boyepripasov morskoy nomenklatury // *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2012. №2. P. 24–31.
17. Cherkashin A.D. Proverka dostovernosti prognoza i korrektsiya zavisimosti izmeneniya nachal'noy skorosti puli 9 mm pistoletnogo patrona PM // *Sistemi ozbroënnya í víys'kova tekhnika*. 2010. № 3. P. 90–92.
18. Anipko O.B., Busyak YU.M., Goncharenko P.D., Khaykov V.L. Zhivuchest' nareznykh i gladkikh stvolov pri ispol'zovanii boyepripasov poslegarantiynykh srokov khraneniya. Sevastopol': Akademiya voyenno-morskikh sil imeni P.S. Nakhimova, 2012. 208 p.
19. Serebryakov M.Ye. Vnutrennyaya ballistika. M.: Oborongiz. 1949. 670 p.

УДК 355.014: 623.522

Аніпко О.Б., д.т.н., професор, Баулін Д.С., к.т.н., с.н.с., Бірюков І.Ю., д.т.н., доцент,
Гунько О.О.

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН БАЛІСТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСТРІЛІВ РОЗДІЛЬНО-ГЛІЗОВОГО ЗАРЯДЖАННЯ ІЗ ЗАРЯДАМИ ТРИВАЛИХ ТЕРМІНІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В даний час проблемою багатьох країн світу, зокрема України, є наявність в арсеналах, базах та складах великої кількості різноманітних боєприпасів, які знаходяться за межами гарантійних термінів зберігання. Відсутність в Україні виробничих потужностей з виготовлення боєприпасів призвела до того, що в даний час в експлуатації є боєприпаси, час зберігання яких перевищує 30 років.

Як показують результати досліджень, при тривалому зберіганні порохи на основі нітроцелюлози, які використовуються в боєприпасах, зазнають різних фізико-хімічних перетворень, що призводить до змін їх властивостей і, в свою чергу, негативних наслідків застосування таких боєприпасів.

У цій статті проаналізовано публікації, присвячені науковим дослідженням щодо

проблем експлуатації боєприпасів тривалих термінів зберігання, їх впливу на балістичні характеристики озброєння та доцільності застосування таких боєприпасів, як у питаннях безпеки особового складу, так і точності виконання вогневих завдань та експлуатації озброєння в цілому.

Подано загальну проблему експлуатації боєприпасів післягарантійних термінів зберігання, а також одне із завдань, пов'язане з можливістю прогнозування зміни властивостей порохових зарядів на різних термінах зберігання.

Наведено узагальнюючі дані стрільбового експерименту з використанням 122-мм гаубиці Д-30 та пострілів різних років виготовлення. Показано зміну дальності стрільби залежно від терміну експлуатації боєприпасів, а також зміну деяких балістичних характеристик. На основі експерименту отримано співвідношення, що дозволяє прогнозувати зміни початкової швидкості снаряда, залежно від маси заряду.

Показано можливість відновлення властивостей порохових зарядів шляхом обробки їх перекисом водню, а також прогнозу оцінку доцільних термінів проведення регенерації нітроцелюлозних порохових зарядів для омології балістичних та енергетичних характеристик боєприпасів.

Ключові слова: пороховий заряд, балістичні характеристики озброєння, гарантійні терміни експлуатації, геронтологічні зміни, піроксилінові порохи, регенерація зарядів, дальність пострілу, початкова швидкість снаряда

Анипко О.Б., д.т.н., професор, Баулин Д.С., к.т.н., с.н.с., Бирюков І.Ю., д.т.н., доцент,
Гулько О.А.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСТРЕЛОВ РАЗДЕЛЬНО-ГИЛЬЗОВОГО ЗАРЯЖАНИЯ С ЗАРЯДАМИ ДЛИТЕЛЬНЫХ СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В настоящее время проблемой многих стран мира, в том числе Украины, является наличие в арсеналах, базах и складах большого количества разнообразных боеприпасов, которые находятся за границами гарантийных сроков хранения. Отсутствие в Украине производственных мощностей по изготовлению боеприпасов привело к тому, что в настоящее время в эксплуатации находятся боеприпасы, время хранения которых превышает 30 лет.

Как показывают результаты исследований, при длительном хранении используемые в боеприпасах пороха на основе нитроцеллюлозы претерпевают различные физико-химические превращения, что приводит к изменениям их свойств и, в свою очередь, негативным последствиям применения таких боеприпасов.

В данной статье проанализированы публикации, посвященные научным исследованиям, касающимся проблем эксплуатации боеприпасов длительных сроков хранения, их влияния на баллистические характеристики вооружения и целесообразности применения таких боеприпасов, как в вопросах безопасности личного состава, так и точности выполнения огневых задач и эксплуатации вооружения в целом.

Представлена общая проблема эксплуатации боеприпасов послегарантійних термінів зберігання, а також одна із задач, зв'язана з можливістю прогнозування зміни властивостей порохових зарядів на різних термінах зберігання.

Приведены обобщающие данные стрельбового эксперимента с использованием

122-мм гаубиці Д-30 и выстрелов различных годов изготовления. Показано изменение дальности стрельбы в зависимости от срока эксплуатации боеприпасов, а также изменение некоторых баллистических характеристик. На основе эксперимента получено соотношение, позволяющее прогнозировать изменения начальной скорости снаряда в зависимости от массы заряда.

Показана возможность восстановления свойств пороховых зарядов путем обработки их перекисью водорода, а также прогнозная оценка целесообразных сроков проведения регенерации нитроцеллюлозных пороховых зарядов для омологации баллистических и энергетических характеристик боеприпасов.

Ключевые слова: пороховой заряд, баллистические характеристики вооружения, гарантийные сроки эксплуатации, геронтологические изменения, пироксилиновые пороха, регенерация зарядов, дальность выстрела, начальная скорость снаряда.

Anipko O., Baulin D., Biryukov I., Gunko O.

PREDICTION OF CHANGES IN THE BALLISTIC CHARACTERISTICS OF SHOTS OF SEPARATE-SLEEVE LOADING WITH LONG-TERM CHARGES

Currently, the problem of many countries of the world, including Ukraine, is the presence in arsenals, bases and warehouses of a large number of various ammunition that are beyond the boundaries of the guaranteed storage periods. The lack of production capacity in Ukraine for the manufacture of ammunition has led to the fact that ammunition is currently in operation, the storage time of which exceeds 30 years.

As the results of studies show, during long-term storage, nitrocellulose-based gunpowders used in ammunition undergo various physical and chemical transformations, which leads to changes in their properties and, in turn, to the negative consequences of the use of such ammunition.

This article analyzes publications devoted to scientific research on the problems of operating long-term ammunition, their impact on the ballistic characteristics of weapons and the feasibility of using such ammunition, both in terms of personnel safety, and the accuracy of performing fire missions and the operation of weapons in general.

The general problem of the operation of ammunition with post-warranty storage periods is presented, as well as one of the tasks associated with the possibility of predicting changes in the properties of powder charges at different storage periods.

The generalizing data of the shooting experiment with the use of the 122-mm D-30 howitzer and shots of various years of manufacture are given. A change in the firing range depending on the life of the ammunition is shown, as well as a change in some ballistic characteristics. On the basis of the experiment, a relation has been obtained that makes it possible to predict changes in the initial velocity of the projectile depending on the mass of the charge.

The possibility of restoring the properties of powder charges by treating them with hydrogen peroxide is shown, as well as a predictive assessment of the appropriate timing for the regeneration of nitrocellulose powder charges for homologation of the ballistic and energy characteristics of ammunition.

Keywords: powder charge, ballistic characteristics of weapons, warranty periods of operation, gerontological changes, pyroxylin powders, regeneration of charges, firing range, muzzle velocity of the projectile.