

О. Б. Аніпко¹, д. техн. н., професор, І. Ю. Бірюков², д. техн. н., професор,
Д. С. Баулін², к. техн. н., с. н. с., О. О. Муленко², викладач кафедри

РАЦІОНАЛЬНІ ТЕРМІНИ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ ЗА УМОВИ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ НА АВТОМАТИЧНУ ЗБРОЮ ТА ЇЇ БАЛІСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

¹Харківський Національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Національна академія Національної гвардії України, Харків

Ключові слова: стрілецька зброя, ствол, раціональні терміни зберігання боєприпасів, нітроцелюлозні порохи, балістичні характеристики зброї, максимальний тиск, початкова швидкість кулі, експериментальні дослідження, інтенсивність вичерпання живучості.

Постановка проблеми. Не зважаючи на частковий перехід збройних формувань України на озброєння країн НАТО і надання боєприпасів до даних зразків, актуальною є проблема виготовлення та накопичення необхідної кількості боєприпасів до стрілецької зброї.

Серед великої розмаїтості вимог, пропонованих до сучасної стрілецької зброї, можна виділити безвідмовну роботу зразка озброєння, що досягається забезпеченням необхідної живучості деталей і механізмів автоматичної зброї. Відомо [1–3], що всі піроксилінові порохи за природою компонентів є системами хімічно нестійкими, тому в процесі експлуатації зазнають фізичні та хімічні перетворення. Однією з найважливіших проблем у комплексній оцінці властивостей порохів і зарядів є прогнозування таких змін на тривалих відрізках часу і встановлення (на цій основі) гарантійних термінів їх експлуатаційної придатності, а також призначення видів і термінів чергових перевипробувань.

Динамічний характер зусиль і напруг, що діють на деталі автоматичної зброї, утрудняє забезпечення їхньої міцності і є однією з головних причин порівняно низької живучості. У силу цієї й інших причин на розрахунковому режимі інтенсивності зниження живучості (зносу) живучість деталей автоматичної зброї не перевищує декількох десятків тисяч пострілів. Особливе значення має забезпечення достатньої живучості ствола, що грає вирішальну роль у загальній живучості зброї [4, 5]. При цьому живучість зброї оцінюється по ступеню довговічності, тобто по можливості об'єкта зберігати працездатність до настання граничного стану при встановленій системі технічного обслуговування та ремонту. У зброї, як правило, довговічність оцінюється ресурсом ствола. Критеріями граничного стану є: падіння початкової швидкості снаряда на 5 % (іноді на 10 %); збільшенню технічного розсіювання куль в 2,5 рази; втрата стійкості (влученню 50 % куль у мішень плашмя).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Живучість зброї вимірюється кількістю зроблених пострілів до суттєвої зміни балістичних якостей зброї, які визначаються за погіршенням купчастості бою, виникненню випадків зриву куль з нарізів, що призводять до неправильного польоту кулі. При загальній живучості стрілецького озброєння від 20000 до 100000 пострілів живучість стволів складає всього від 4000 до 25000 пострілів [6].

Основними причинами зношування каналу ствола є стирання його внутрішніх поверхонь у результаті:

- тиску між виступами оболонки кулі й полями нарізів, що виникає внаслідок обертового руху кулі;
- тертя при русі кулі;
- зусилля, що виникає при врзанні полів нарізів в оболонку кулі;
- ефекту розпалу ствола.

А за умови використання боеприпасів тривалого терміну зберігання підвищується тиск до 1,2–1,23 рази та температура в каналі ствола при пострілі [5, 7].

З ростом зношування погіршуються балістичні характеристики, як наслідок – спостерігається зниження початкової швидкості кулі, збільшується розсіювання, які приводять відповідно до збільшення кількості боеприпасів необхідних на виконання вогневого завдання, а також до зменшення дальності гарантованого пробиття перешкоди (або зовсім не пробиття), що вже є втратою однієї з властивостей зброї [8].

Дослідження й досвід експлуатації ствольної зброї показують, що на зношування каналу ствола впливає ряд факторів: калібр ствола і його балістичні показники, конструкція й матеріал ствола та стан порохового заряду, режим ведення вогню.

На процес зношування поверхні каналу ствола впливає велика кількість чинників: конструктивних, технологічних, балістичних, експлуатаційних. З ростом зношування погіршуються балістичні якості ствола і, як наслідок, спостерігається зниження початкової швидкості кулі, збільшується розсіювання, що призводить до збільшення кількості боеприпасів, необхідних для виконання вогневої задачі.

Розпал каналу ствола являє собою складний процес, що не вивчений ще в повному обсязі [4, 9]. Спеціальні дослідження і досвід експлуатації різноманітних видів ствольних систем показують, що на розпал каналу ствола впливає ряд факторів: калібр ствола і його балістичні показники, конструкція і матеріал ствола, стан порохового заряду. Підвищення швидкості кулі і тиску порохових газів підсилюють розпал. Для пояснення механізму розпалу низкою дослідників запропоновано кілька гіпотез [2, 10]:

- гіпотеза термічної дії порохових газів (дана гіпотеза виходить з того, що розпал каналу ствола обумовлений, головним чином, тепловим впливом порохових газів на матеріал ствола);

- гіпотеза механічної дії потоку порохових газів (у цій гіпотезі визнається, що вирішальним фактором розпалу є механічна газодинамічна дія порохових газів, причому суттєве значення надається вихрувату руху газів. Вихроутворенню сприяє зміна перерізу каналу при переході від камери до нарізної частини і наявність нарізів);

- гіпотеза хімічної дії порохових газів (у даній гіпотезі визнається, що вирішальним фактором розпалу є зміна механічних властивостей металу за рахунок хімічного впливу порохових газів на метал).

При цьому у всіх гіпотезах зазначаються тиск порохових газів і швидкість горіння порохового заряду, які безпосередньо залежать від стану порохового заряду.

З досвіду зберігання боеприпасів [11] можна судити, що їх чутливість до зовнішніх впливів з часом підвищується, що пов'язано зі зміною властивостей порохових зарядів, якими споряджені боеприпаси. Незважаючи на лакофарбові покриття поверхонь корпусів, що стикаються з зарядом, з плином часу можуть відбуватися взаємодія порохів з матеріалом корпусу боеприпасів і утворення більш чутливих у порівнянні з вихідним зарядом з'єднань, що підвищує небезпеку подальшого зберігання боеприпасів.

Визначено, що зміна фізико-хімічних властивостей порохових зарядів у процесі

зберігання суттєво впливає на показники параметрів внутрішньої балістики під час пострілу [12].

Балістичні якості піроксилінових порохів визначаються сукупністю ряду властивостей: працездатністю, формою порохових елементів, швидкістю горіння, й оцінюються величинами початкової швидкості кулі, максимального тиску порохових газів і серединного відхилення початкової швидкості під час стрільби з тієї чи іншої зброї [1, 2, 5, 13].

Здатність порохів забезпечувати сталість цих величин у процесі тривалого зберігання і при стрільбі в різних умовах – це балістична стабільність порохів. Вона тісно пов'язана з їх фізичною та хімічною стійкістю. Порохи, що відрізняються високою фізичною або хімічною стійкістю, будуть і балістично стабільними [1, 4, 5, 14].

Балістична стабільність відіграє вирішальну роль при встановленні терміну експлуатації порохів. Проблема стабілізації виникає в кожному випадку з моменту розробки та прийняття на озброєння порохів. Актуальність цього питання впливає як з вимоги забезпечення безпеки в поводженні з порохом, так і з вимог економічного характеру і забезпечення надійності функціонування зарядів боєприпасів.

З огляду на вищеподане треба особливо підкреслити, що, якщо до недавнього часу актуальною була проблема застосування боєприпасів тривалих термінів зберігання, то зараз в сучасних умовах на передній план виходить задача визначення раціональних термінів зберігання боєприпасів, які забезпечують збереження озброєння та балістичні характеристики пострілу. Це обумовлено наступним.

Тим, що аналіз інтенсивності вичерпання запасів боєприпасів, в сучасному збройному конфлікті високої інтенсивності, дуже висока. Об'єми витрачених боєприпасів за добу суттєво перевищують раніше прогнозовані значення. З іншого боку інтенсивність виробництва майже самих розвинутих країн світу не може забезпечити швидке поповнення витрат боєприпасів. Крім того останнім часом спостерігається тенденція, щодо дефіциту сировини для виготовлення нітроцелюлозних порохів, це в свою чергу може призводити як до підвищення витрат на виготовлення боєприпасів, так і до припинення виробництва. Тому для того щоб уникнути означених загроз доцільним залишається накопичення стратегічного запасу практично всієї номенклатури боєприпасів до ствольних систем, але в цьому сенсі виникає завдання визначення раціональних термінів зберігання які б забезпечили:

1. Накопичення необхідної кількості запасу
2. Гарантоване виконання вогневої задачі відповідно до зразка
3. Не пошкодження матеріальної частини вище меж передбачених розрахунковим режимом експлуатації, або інтенсивності вичерпання живучості.

Таким чином така задача виглядає у формальній постановці як зворотня, щодо задачі визначення зміни балістичних характеристик та впливу на матеріальну частину стрілецької зброї за умови використання боєприпасів тривалих термінів зберігання.

Доведено, що тривале зберігання боєприпасів приводить до зміни фізико-хімічних характеристик порохів [5]. Тому ресурс ствола визначається зміною показників внутрішньої балістики, обумовлених геронтологічними змінами порохового заряду.

На підставі даних проведених експериментів [10, 15], при постійному використанні таких боєприпасів через зростання максимального тиску можлива зміна об'єму зарядної камери (її збільшення), що спричиняє зміну щільності заряджання та тиск формування.

При цьому аналіз даних вищезгаданих досліджень дозволяє визначити погіршення живучості стволів стрілецької зброї при застосуванні боєприпасів тривалих тер-

мінів зберігання. Ці данні і є основою для вирішення означеної задачі прогнозування.

Метою статті є визначення впливу показників внутрішньої балістики на зміну інтенсивності зносу ствола та елементів автоматики стрілецької зброї під час стрільби боеприпасами післягарантійних термінів зберігання для прогнозування раціональних термінів зберігання боеприпасів.

Виклад основного матеріалу. Аналіз даних досліджень [1, 2, 3, 5, 16, 17] дозволяє прогнозувати погіршення живучості стволів стрілецької зброї при застосуванні боеприпасів тривалих термінів зберігання.

Проблема старіння порохових зарядів та погіршення, у зв'язку з цим, балістичних характеристик зброї відома і не нова. Проте дані досліджень фізико-хімічних змін у порохах охоплюють термін їх зберігання до 5 років, прогнози – до 10 років. Дані про зміни, що відбуваються в порохах за більш тривалих термінів зберігання, відсутні.

У період з 2003 по 2008 роки було проведено систематичні дослідження щодо впливу старіння порохового заряду на балістичні характеристики стрілецької зброї та живучість її стволів [5, 7, 15, 18, 19–22].

Однак ці дослідження охоплювали післягарантійний період зберігання боеприпасів (після 10 років), що не перевищує 22–28 років. В даний час після проведення цих досліджень пройшло більше 20 років, що складає весь досліджений раніше післягарантійний термін. У цьому виникає завдання перевірки застосовності отриманих раніше співвідношень початкової швидкості від терміну зберігання у разі потреби їх корекції.

Результати експериментальних досліджень щодо зміни початкової швидкості кулі 5,45 мм патронів, наведені на рис. 1.

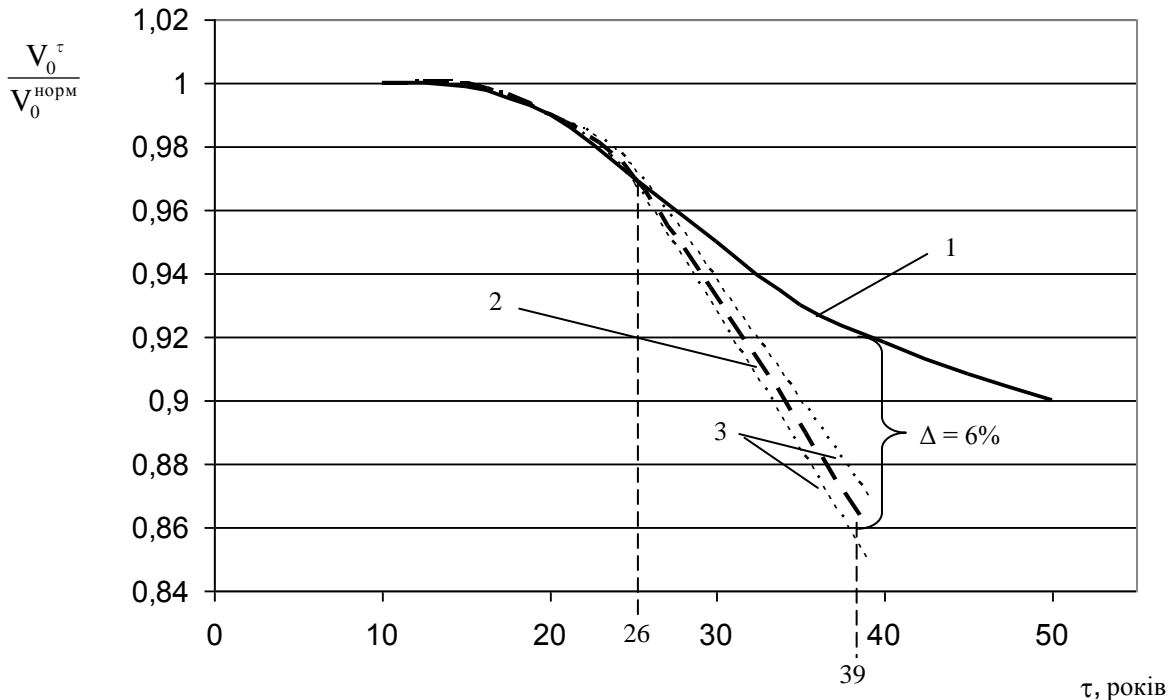


Рисунок 1 – Відносні значення змін початкової швидкості кулі боеприпасів післягарантійного терміну зберігання та раніше спрогнозовані її зміни

1 – прогноз змін початкової швидкості кулі боеприпасів післягарантійного терміну зберігання;
2, 3 – зміни початкової швидкості кулі боеприпасів з терміном зберігання 39 років та довірчі інтервали

Прогноз здійснювався на основі виразу [5] який має вигляд:

$$\frac{V_0^\tau}{V_0^{\text{норм}}} = 1,04 \cdot 10^{-7} \tau^2 - 1,05 \cdot 10^{-5} \tau + 1,36 \cdot 10^{-3}. \quad (1)$$

Як видно з представлених даних, початкова швидкість кулі 5,45-мм патронів з терміном зберігання 39 років відрізняється від існуючого прогнозу виразу (1) у бік зниження, тобто прогноз оптимістичний. Як очевидно з наведених на рис. 1 графіків, зниження початкової швидкості щодо прогнозного рівняння (чи області прогнозу) становить близько $\sim 6\%$. Це перевищує довірчий інтервал виразу 1, у зв'язку з цим виникає завдання побудови нової залежності з урахуванням даних щодо зміни початкової швидкості кулі боєприпасів з терміном зберігання 39 років. В результаті інтерполяції експериментальних даних 39-річного терміну зберігання та попередніх даних щодо зміни початкової швидкості кулі 5,45-мм патронів отримано вираз у вигляді (2):

$$\frac{V_0^\tau}{V_0^{\text{норм}}} = -2 \cdot 10^{-4} \tau^2 + 5,1 \cdot 10^{-4} \tau + 0,97. \quad (2)$$

Отриманий вираз (2) є корекцією виразу (1) і на інтервалі термінів зберігання від 10 до 45 років може застосовуватися для корекції початкової швидкості кулі при розробці початкових умов при стрільбі та прицілюванні.

Таким чином, при експлуатації стрілецької зброї необхідно брати до уваги терміни експлуатації боєприпасів і, відповідно до цього, визначити додаткові заходи щодо контролю стану каналів стволів, які б дозволили обґрунтовано вводити виправлення й проводити коректування прицільних пристосувань по дальності при стрільбі щоб уникнути перевитрати боєприпасів при виконанні вогневих завдань.

Технічний ресурс стволів стрілецької зброї (кількість пострілів) визначається і закладається в технічні характеристики зразка на етапі її розробки та проектування. Для основних зразків ці показники наведені у [6].

Проте, слід зазначити, що це значення справедливі при:

- режим стрільби – середній, без явного перегріву ствола;
- боєприпаси гарантійних термінів зберігання (параметри внутрішньої балістики – табличні).

Контроль стану стволів стрілецької зброї здійснюється, у тому числі, шляхом вимірювання початкової швидкості кулі, яка також змінюється при використанні боєприпасів післягарантійних строків зберігання [4, 5, 9, 15].

Як було встановлено раніше проведеними дослідженнями [5, 10, 12, 15, 19], при застосуванні боєприпасів післягарантійних термінів зберігання збільшується максимальний тиск у каналі ствола, а координата його максимуму зміщується у бік патронника, збільшується швидкість горіння пороху, а сила пороху зменшується.

Враховуючи дані зміни можливо припустити, що технічний ресурс ствола зміниться у зв'язку зі зміною параметрів внутрішньобалістичного процесу.

Для виявлення значень та характеру цих змін були проведені експериментальні дослідження щодо визначення початкової швидкості кулі 5,45-мм автомата Калашникова АК-74.

В експерименті використовувалися чотири нові автомати Калашникова АК-74. Використовувані боєприпаси – 5,45-мм патрони зі звичайною кулею із термінами збері-

гання 33, 30 та 26 років. Режим стрільби – рівномірний, короткими чергами без перегріву стволів.

Вимірювання початкових швидкостей куль проводилося на етапах настрілу стволів – 0, 5000, 7500 та 10000 пострілів. На кожному етапі проведено 60 вимірювань початкової швидкості кулі кожного автомата. При визначенні початкової швидкості кулі використовувалися боєприпаси з терміном зберігання 10 років, щоб уникнути впливу на початкову швидкість геронтологічних змін порохового заряду.

Отримані результати узагальнені у вигляді залежностей зміни початкових швидкостей куль від ресурсу стволів у пострілах (n), які представлені на рис. 2, і описуються такими виразами:

– для боєприпасів гарантованих термінів зберігання

$$V_0^{\text{норм}} = 900 - 5 \cdot 10^{-3} n; \tag{3}$$

– для автоматів (№№ 1, 2, 3)

$$V_0 = 900 + 12n - 5n^2; \tag{4}$$

– для автомата (№ 4)

$$V_0 = 900 + 21,85n - 7,75n^2. \tag{5}$$

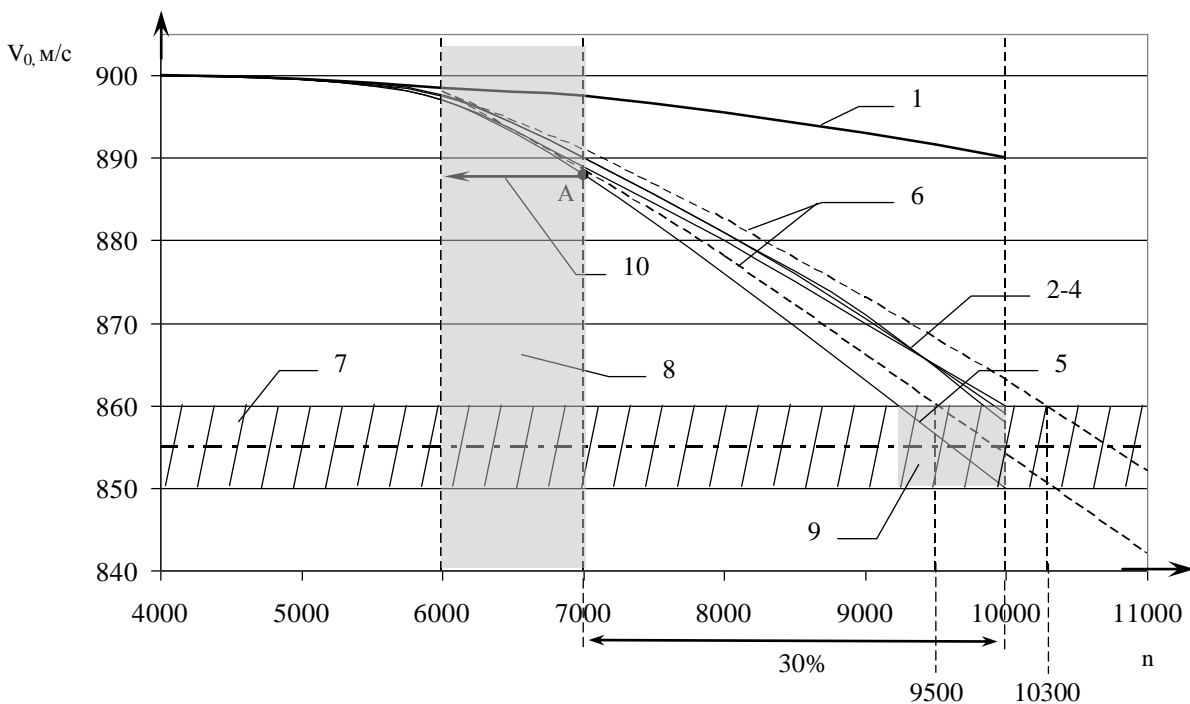


Рисунок 2 – Зміна середніх значень початкових швидкостей куль залежно від ресурсу стволів
 1 – графік зміни V_0 під час застосування нормальних боєприпасів; 2–4 – графік зміни V_0 автоматів (№ 1, 2, 3); 5 – графік зміни V_0 автомата (№ 4); 6 – смуга можливих значень V_0 з урахуванням коефіцієнта відхилення режиму стрільби; 7 – смуга можливих значень максимально допустимої величини падіння V_0 з урахуванням похибки вимірів; 8 – область початку більш інтенсивної зміни V_0 ; 9 – важко-прогнозований інтервал зносу ствола; 10 – прогнозований перехід погіршення стану ствола при введенні коефіцієнта ведення вогню

Аналіз результатів попередніх досліджень та дані експерименту дозволяють зробити такі висновки:

- лінія 1 – нормальні боєприпаси з гарантійними термінами експлуатації;
- лінії 2, 3, 4 відповідають змінам початкових швидкостей куль трьох автоматів;
- лінія 5 – четвертий автомат, що показав велику інтенсивність зміни початкової швидкості кулі.

Пунктиром відзначено лінію, яка визначає зниження початкової швидкості кулі на 5 % від табличного значення – 855 м/с. Відповідно до [6], однією з причин вибракування ствола є зниження початкової швидкості нижче цієї величини.

З даних рис. 2 видно, що зміни V_0 всіх чотирьох автоматів практично збігаються до точки, що дорівнює ~ 7000 пострілів. Ця частина графіка відрізняється від нормальної експлуатації ствола з нормальними боєприпасами на величину, що не перевищує 0,4 %.

При застосуванні боєприпасів тривалих термінів зберігання найкращим результатом є лінії 2, 3, 4 – три автомати, значення початкових швидкостей куль яких фактично на 10000 пострілів приходять до 5 % зниження. Один зразок перетинає лінію бракування ствола “недопрацьовуючи” ~ 8 % ресурсу.

Характерною точкою на графіку є координата 7000 пострілів. Враховуючи дискретний характер контролю початкової швидкості V_0 при проведенні експерименту, можна припустити, що початок інтенсивнішої зміни V_0 лежить в діапазоні ~ 5800 –7000 пострілів. Точка в 7000 пострілів – це 70 % ресурсу, тобто на залишковому ресурсі ствола в 30 % починаються суттєвіші відхилення V_0 і інтенсивність вичерпання ресурсу ствола зростає. При цьому можна припустити, що при більш інтенсивному режимі ведення вогню координата точки початку інтенсивного падіння початкової швидкості зміщуватиметься до 6000 пострілів.

Аналіз даних рис. 2 показує, що на розрахованому режимі експлуатації при 10000 пострілів нормальними боєприпасами, без перевищення гарантійних строків зберігання, початкова швидкість кулі повинна складати ~ 890 м/с. При застосуванні боєприпасів 30 років зберігання на 10000 пострілах мається фактично встановлене для 75 % випробуваної стрілецької зброї початкова швидкість кулі 860 м/с, при цьому допустиме 5% відхилення початкової швидкості кулі складає 855 м/с. Таким чином при застосуванні боєприпасів 30 років зберігання мається запас в ΔV_0 5 м/с який слід розглядати як той, що знаходиться в межах похибки визначення V_0 фактичного.

У результаті візуального контролю та із застосуванням калібрів встановлено:

1. Розпал газової трубки і газової камери (рис. 3).



Рисунок 3 – Раковини розпалу на елементах газового тракту використаних автоматів

2. Затримки під час стрільби – осічки та уतिकання патрона після 6500 пострілів. Припустимий фактор, який впливає – знос кульного входу, через що відбувається “провал” патрона і внаслідок цього недостатнє наколювання капсуля бойком ударника.

3. Випадання осі спускового механізму припустимий фактор, який впливає – осадка пружини автоспуску з-за збільшеної швидкості руху затворної рами внаслідок підвищення тиску порохових газів на ділянці газовідвідного отвору.

За нормативом, що на 500 пострілів одного автомата допускається 1 затримка, що пов’язана з роботою автоматики [4, 20], початок різкого підвищення інтенсивності затримок під час стрільби й прояв несправностей розташовується саме в діапазоні перегину –5800–7000 пострілів.

В експерименті момент початку підвищення інтенсивності зносу ствола в 70% отримали на певній вибірці, таким чином експериментальну групу автоматів можна розділити за роками виробництва наступним чином (рис. 4).

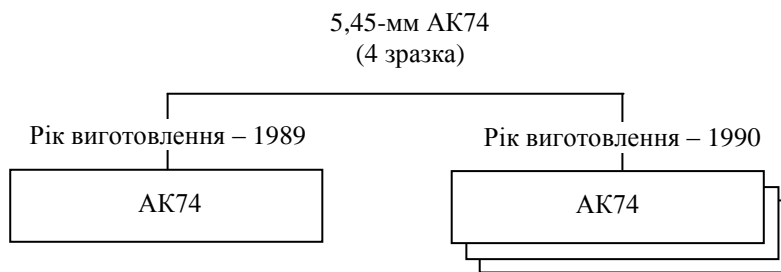


Рисунок 4 – Група автоматів за роками виробництва

Один автомат 1989 року та два автомати 1990-го року показали більшу стійкість стволів до впливу внутрібалістичних чинників, викликаних геронтологічними змінами в пороховому заряді, а один автомат 1990-го року, що відповідає тій же технології виробництва, що й решта, показав підвищену інтенсивність зносу ствола. Можна очікувати, що 25 % зразків будуть показувати такі результати. Таким чином ця картина характерна тим, що після 9300 пострілів (93 % ресурсу) починається важкопрогнозований інтервал зносу, який характеризується некоригованою стрільбою. Якщо показники V_0 трьох автоматів розташовані в діапазоні 5-відсоткового зниження й можна за допомогою пристрілки та введення поправок говорити про можливість подальшої експлуатації даних зразків, то з четвертим зразком за допомогою корекції важко домогтися позитивних результатів під час стрільби. Такі данні треба брати до уваги, щодо прогнозування даних рис. 2 з огляду на те, що приблизно 25 % зразків стрілецької зброї можуть давати більш песимістичний прогноз щодо початкової швидкості кулі та зношування. Причини такого стану потребують подальших досліджень.

Основним результатом експериментальних досліджень слід вважати виявлену закономірність зміни початкової швидкості кулі, пов’язану з розстрілом ствола та його зносом, а також елементів автоматики й газового тракту, що викликано застосуванням боєприпасів тривалих термінів зберігання та факторів внутрішньої балістики, які впливають на це.

Що і стало підставою для визначення раціональних термінів зберігання боєприпасів для стрілецької зброї.

Таким чином, проблема забезпечення ресурсу стволів і система забезпечення

якості боеприпасів при експлуатації ствольних систем може бути вирішена на основі отриманих залежностей (3–5) зносу ствола від кількості пострілів.

Таким чином аналіз наведених даних дозволяє спрогнозувати раціональний термін зберігання боеприпасів до стрілецької зброї, який складає 17–21 рік, а кількість пострілів якою слід обмежувати для відповідної партії боеприпасів такою, що залежить від режиму ведення вогню. При суттєвій зміні інтенсивності ведення вогню залишковий ресурс ствола необхідно оцінювати окремо відповідно до наведеної методики. Однак в умовах бойового застосування стрілецької зброї майже неможливо відстежувати такі відхилення, тому доцільним є застосування відповідних маркерів на стволах [23, 24], які інформували про перегрів ствола, який є основним критерієм щодо підвищення інтенсивності вичерпання ресурсу ствола.

Висновки. У результаті комплексного теоретичного й експериментального дослідження вирішена важлива для Збройних Сил та Оборонно-промислового комплексу України науково-технічна та військово-прикладна задача щодо раціональних термінів зберігання боеприпасів за умови мінімізації впливу на автоматичну зброю та її балістичні характеристики.

Отримані залежності зміни показників зносу ствола й елементів автоматики стрілецької зброї від терміну експлуатації боеприпасів дають можливість визначати зміни початкової швидкості кулі, пов'язані з розстрілом ствола та його зносом, а також елементів автоматики, що викликано застосуванням боеприпасів тривалих термінів зберігання.

На основі проведених досліджень можливе обґрунтування раціональних термінів зберігання боеприпасів до стрілецької зброї, що забезпечують виконання тактико-технічних вимог для конкретного зразка озброєння й переведення їх до групи для вирішення навчальних завдань з відповідною корекцією дальності стрільби.

Експериментально визначено кількість пострілів (≈ 7000), після чого починається більш інтенсивний знос каналу ствола.

Необхідно переглянути норми забезпечення ремонтних органів запасними частинами зі зміною їх кількісного складу ($\approx + 25\%$) та розширенням номенклатури (повний комплект автоматики, газова трубка).

Література

1. Буллер М.Ф., Межевич Г.В. Методы испытания утилизируемых порохов. К.: Изд-во ООО “ДИА”, 2005. 94 с.
2. Ассовский И.Г. Физика горения и внутренняя баллистика. М.: Наука. 2005. 357 с.
3. Анипко О.Б., Тараненко С.В., Хайков В.Л. Система мониторинга пороховых зарядов боеприпасов корабельной артиллерии // Зб. наукових праць АВМС. – Севастополь. 2010. Вип.4(4). С. 11–18.
4. Саукум С. Суть оружия. Ствол. Одесса: Изд-во “Печатный дом”. 2009. 214 с.
5. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М. Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов длительных сроков хранения. Монография. Х.: АВВ МВД Украины, 2010. 128 с.
6. Інструкція про порядок категорювання ракетно-артилерійського озброєння.

Наказ МВС України від 08.11.2017 № 912. К.: 2017.

7. Аніпко О.Б., Баулін Д.С., Горелишев С.А. Геронтологічні властивості порохових зарядів боеприпасів та їх вплив на показники живучості стрілецької зброї. Монографія. Х.: Національна академія НГУ, 2019. 119 с.

8. Оцінка живучості ствольних систем озброєння при використанні боеприпасів довготривалих термінів зберігання [Текст] : звіт про НДР / Акад. внутрішніх військ МВС України; керівн. О.Б. Аніпко; викон. : Д.С. Баулін, О.О. Муленко.– Х., 2010.– 51 с.

9. Анипко О.Б. Экспериментальное исследование износа ствола 5,45 мм автомата Калашникова АК-74 при стрельбе боеприпасами длительных сроков хранения / О.Б. Анипко, А.О. Муленко, Д.С. Баулин // Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Изд-во НТУ “ХПІ”, 2013. №2. С. 121–125.

10. Рекомендації щодо аналізу стану та бойового і навчально-бойового використання боеприпасів, строк експлуатації яких закінчився (більш 15 років) до стрілецької зброї та артилерійського озброєння [Текст] : звіт про НДР / Акад. внутрішніх військ МВС України; керівн. О.Б. Аніпко; викон. : Д.С. Баулін [та ін.]. Х. 2007. 91 с.

11. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Методы термодинамики, тепло- и массопереноса для решения обратной задачи внутренней баллистики // Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Изд-во НТУ “ХПІ”, 2005. №2. С. 63–68.

12. Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Зависимость начальной скорости снаряда от максимального давления в канале ствола при выстреле артиллерийскими зарядами длительных сроков хранения // Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Изд-во НТУ “ХПІ”, 2006. №1. С. 83–86.

13. Бирюков И.Ю. Пороховые заряды длительных сроков хранения: проблемы, задачи и пути их решения // Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Изд-во НТУ “ХПІ”, 2006. №2. С. 50–55.

14. Анипко О.Б., Хайков В.Л. Анализ методов оценки состояния пороховых зарядов как элемент системы мониторинга артиллерийских боеприпасов // Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Национальный технический университет “ХПИ”. 2012. №3. С. 60–71.

15. Особливості характеристик внутрішньої балістики порохових зарядів боеприпасів, які знаходяться за межами гарантійних строків зберігання : навчально-методичний посібник [для вищ. навч. закл.] / О.Б. Аніпко, І.Ю. Бірюков, Д.С. Баулін, В.І. Воробйов. – Х.: Акад. внутрішніх військ МВС України. 2008. 40 с.

16. 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. Х.: Изд-во НТУ “ХПІ”, 2005. №4. С. 109–114.

17. Анипко О.Б., Муленко А.О., Баулин Д.С., Хань С.П. Коррекция зависимости начальной скорости пули 7,62-мм винтовочного патрона по результатам экспериментальных стрельб // Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Изд-во НТУ “ХПІ”, 2012. №2. С. 21–23.

18. 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 ім. І Кожедуба. 2006. №2 (8). С. 50–54.

19. Анипко О.Б., Баулин Д.С., Бирюков И.Ю. Влияние длительности хранения боеприпасов на баллистические характеристики стрелкового оружия // Интегровані технології та енергозбереження. Х.: Изд-во НТУ “ХПІ”, 2007. №2. С. 97–100.

20. Баулін Д.С., Бірюков І.Ю. Експлуатаційні характеристики стрілецького озброєння при використанні боєприпасів довготривалого зберігання // Інтегровані технології та енергозбереження. Х.: Ізд-во НТУ “ХП”, 2008. №2. С. 113–117.

21. Баулін Д.С. Експериментальне дослідження впливу конструктивних характеристик боєприпасів на початкову швидкість куль // Збірник наукових праць “НАДПС України ім. Б.Хмельницького”. 2004. №31. Частина II. С. 5–7.

22. Муленко О.О., Павленко А.М. Боєприпаси післягарантійних термінів зберігання: їх вплив на живучість стволів стрілецької зброї. Збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної конференції “Актуальні проблеми діяльності складових сектору безпеки і оборони України в умовах особливих правових режимів: поточний стан та шляхи вирішення”, Харків: НАНГУ, 28 березня 2024 р., С. 42–43.

23. Биленко А.И. О влиянии теплового состояния ствола оружия на начальную скорость пули // Системы обработки информации. 2002. №2(18). С. 28–32.

24. Приходько І.М., Черніченко Ю.М., Біленко О.І. Підвищення ефективності бойового використання автоматичної стрілецької зброї за рахунок контролю температури нагріву стволів. Щоквартальний науково-практичний журнал ВВ МВС України “Честь і закон”. – Харків: ВІ ВВ МВС України, 2002. №3. С. 39–41.

Bibliography (transliterated)

1. Buller M.F., Mezhevich G.V. Metody ispytaniya utiliziruyemykh porokhov. K.: Ízd-vo ООО “DÍA”, 2005. 94 p.

2. Assovskiy I.G. Fizika goreniya i vnutrennyaya bal listika. M.: Nauka. 2005. 357 p.

3. Anipko O.B., Taranenko S.V., Khaykov V.L. Sistema monitoringa porokhovyykh zaryadov boyepripasov korabel'noy artillerii // Zb. nakovikh prats' AVMS. – Sevastopol'. 2010. Vip.4(4). P. 11–18.

4. Saukum S. Sut' oruzhiya. Stvol. Odessa: Ízd-vo “Pechatnyy dom”. 2009. 214 p.

5. Anipko O.B., Busyak YU.M. Vnutrennyaya ballistika stvol'nykh sistem pri primenenií boyepripasov dlitel'nykh srokov khraneniya. Monografiya. KH.: AVV MVD Ukrainy, 2010. 128 p.

6. Ínstruktsiya pro poryadok kategoruvannya raketno-artileríys'kogo ozbroënnya. Nakaz MVS Ukraïni víd 08.11.2017 № 912. K.: 2017.

7. Anipko O.B., Baulin D.S., Gorelishhev S.A. Gerontologíchní vlastivostí porokhovikh zaryadiv bopripasiv ta íkh vpliv na pokazniki zhivuchostí strílets'koï zbroï. Monografiya. KH.: Natsional'na akademiya NGU, 2019. 119 p.

8. Otsínka zhivuchostí stvol'nykh sistem ozbroënnya pri vikoristanni boèpripasiv dovgotrivalikh termíniv zberigannya [Tekst] : zvit pro NDR / Akad. vnutrúshnikh víys'k MVS Ukraïni; kerívn. O.B. Anipko; vikon. : D.S. Baulin, O.O. Mulenko. – KH., 2010. – 51 p.

9. Anipko O.B. Eksperimental'noye issledovaniye iznosa stvola 5,45 mm avtomata Kalashnikova AK-74 pri strel'be boyepripasami dlitel'nykh srokov khraneniya / O.B. Anipko, A.O. Mulenko, D.S. Baulin // Íntegrovani tekhnologíi ta yenergozberzhennya. KH.: Ízd-vo NTU “KHPÍ”, 2013. №2. P. 121–125.

10. Rekomendatsii shchodo analízu stanu ta boyovogo í navchal'no-boyovogo vikoristannya boèpripasiv, strok yekspluatatsii yakikh zakínchivsya (bíl'sh 15 rokiv) do strílets'koï zbroï ta artileríys'kogo ozbroënnya [Tekst] : zvit pro NDR / Akad. vnutrúshnikh víys'k MVS Ukraïni; kerívn. O.B. Anipko; vikon. : D.S. Baulin [ta ín.]. KH. 2007. 91 p.

11. Anipko O.B., Biryukov I.Yu. Metody termodinamiki, teplo- i massoperenosa dlya

resheniya obratnoy zadachi vnutrenney ballistiki // *Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya*. KH.: Ízd-vo NTU “KHPÍ”, 2005. №2. P. 63–68.

12. Anipko O.B., Biryukov I.Yu. Zavisimost' nachal'noy skorosti snaryada ot maksimal'nogo davleniya v kanale stvola pri vystrele artilleriyskimi zaryadami dlitel'nykh srokov khraneniya // *Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya*. KH.: Ízd-vo NTU “KHPÍ”, 2006. №1. P. 83–86.

13. Biryukov I.Yu. Porokhovyye zaryady dlitel'nykh srokov khraneniya: problemy, zadachi i puti ikh resheniya // *Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya*. KH.: Ízd-vo NTU “KHPÍ”, 2006. №2. P. 50–55.

14. Anipko O.B., Khaykov V.L. Analiz metodov otsenki sostoyaniya porokhovyykh zaryadov kak element sistemy monitoringa artilleriyskikh boyepripasov // *Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya*. KH.: Natsional'nyy tekhnicheskyy universitet “KHPÍ”. 2012. №3. P. 60–71.

15. Osoblivostí kharakteristik vnutrishn'oi balistiki porokhovikh zaryadiv boëpripasiv, yakí znakhodyat'sya za mezhami garantiynikh strokiv zberigannya : navchal'no-metodichniy posibnik [dlya vishch. navch. zakl.] / O.B. Anipko, I.Yu. Biryukov, D.S. Baulin, V.I. Vorobyov. – KH.: Akad. vnutrishnikh vís'k MVS Ukraïni. 2008. 40 p.

16. Anipko O.B., Baulin D.S., Busyak YU.M. Obratnaya zadacha vnutrenney ballistiki dlya prognozirovaniya svoystv porokhov pri dlitel'nom ikh khranenni // *Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya*. KH.: Ízd-vo NTU “KHPÍ”, 2005. №4. P. 109–114.

17. Anipko O.B., Mulenko A.O., Baulin D.S., Khan' S.P. Korrektsiya zavisimosti nachal'noy skorosti puli 7,62-mm vintovochnogo patrona po rezul'tatam eksperimental'nykh strel'eb // *Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya*. KH.: Ízd-vo NTU “KHPÍ”, 2012. №2. P. 21–23.

18. Anipko O.B., Biryukov I.Yu., Baulin D.S. Model' massoperenosa pri khranenni porokhovyykh zaryadov s uchetom izmeneniya temperatury okruzhayushchey sredy // *Zbírnik naukovikh prats' KHUPS ím. Í Kozheduba*. 2006. №2 (8). P. 50–54.

19. Anipko O.B., Baulin D.S., Biryukov I.Yu. Vliyanie dlitel'nosti khraneniya boyepripasov na ballisticheskoye kharakteristiki strelkovogo oruzhiya // *Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya*. KH.: Ízd-vo NTU “KHPÍ”, 2007. №2. P. 97–100.

20. Baulin D.S., Biryukov I.Yu. Yekspluatatsiyní kharakteristiki strílets'kogo ozbroënnya pri vikoristanni boëpripasiv dovgotrivalogo zberigannya // *Íntegrovaní tekhnologíi ta yenergozberezhennya*. KH.: Ízd-vo NTU “KHPÍ”, 2008. №2. P. 113–117.

21. Baulin D.S. Eksperymental'ne doslidzhennya vplyvu konstruktyvnykh kharakterystyk boyepripasiv na pochatkovu shvydkist' kul' // *Zbírnyk naukovykh prats' “NADPS Ukrayiny im. B. Khmel'nyts'koho”*. 2004. №31. Chastyna II. P. 5–7.

22. Mulenko O.O., Pavlenko A.M. Boyepripasy pisyaharantiynykh terminiv zberihannya: yikh vplyv na zhyvuchist' stvoliv strílets'koyi zbroyi. *Zbírnyk tez dopovidey Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi “Aktual'ni problemy diyal'nosti skladovykh sektoru bezpeky i oborony Ukrayiny v umovakh osoblyvykh pravovykh rezhymiv: potochnyy stan ta shlyakhy vyrishennya”*, Kharkiv: NANHU, 28 bereznya 2024 r., P. 42–43.

23. Bylenko A.Y. O vlyanyy teplovoho sostoyaniya stvola oruzhyya na nachal'nyuy skorost' puly // *Systemy obrobky informatsiyi*. 2002. №2(18). P. 28–32.

24. Prykhod'ko I.M., Chernichenko YU.M., Bilenko O.I. Pidvyshchennya efektyvnosti boyovoho vykorystannya avtomatychnoyi strílets'koyi zbroyi za rakhunok kontrolyu temperatury nahrivu stvoliv. *Shchokvartal'nyy naukovo-praktychnyy zhurnal VV MVS Ukrayiny “Chest' i zakon”*. – Kharkiv: VI VV MVS Ukrayiny, 2002. №3. P. 39–41.

УДК 623.522

О. Б. Аніпко, д. техн. н., професор, І. Ю. Бірюков, д. техн. н., професор,
Д. С. Баулін, к. техн. н., с. н. с., О. О. Муленко, викладач кафедри

РАЦІОНАЛЬНІ ТЕРМІНИ ЗБЕРІГАННЯ БОЄПРИПАСІВ ЗА УМОВИ МІНІМІЗАЦІЇ ВПЛИВУ НА АВТОМАТИЧНУ ЗБРОЮ ТА ЇЇ БАЛІСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Серед великої розмаїтості вимог, пропонованих до сучасної стрілецької зброї, можна виділити безвідмовну роботу зразка озброєння, що досягається забезпеченням необхідної живучості деталей і механізмів автоматичної зброї.

Динамічний характер зусиль і напруг, що діють на деталі автоматичної зброї, утрудняє забезпечення їхньої міцності і є однією з головних причин порівняно низької живучості. Особливе значення має забезпечення достатньої живучості ствола, що грає вирішальну роль у загальній живучості зброї.

Показано основні причини зношування каналу ствола. Доведено, що з ростом зношування погіршуються балістичні характеристики, які приводять відповідно до збільшення кількості боєприпасів необхідних на виконання вогневого завдання, а також до зменшення дальності гарантованого пробиття перешкоди.

Доведено, що тривале зберігання боєприпасів приводить до зміни фізико-хімічних характеристик порохів. Визначено, що такі зміни суттєво впливають на показники параметрів внутрішньої балістики під час пострілу. Тому ресурс ствола визначається зміною показників внутрішньої балістики, обумовлених геронтологічними змінами порохового заряду.

Представлено результати експериментальних досліджень щодо впливу старіння порохового заряду на балістичні характеристики стрілецької зброї та живучість її стволів.

Аналіз отриманих даних досліджень дозволяє спрогнозувати раціональний термін зберігання боєприпасів до стрілецької зброї, який складає 17–21 рік, а кількість пострілів якою слід обмежувати для відповідної партії боєприпасів такою, що залежить від режиму ведення вогню. Отримані залежності дають можливість визначати зміни початкової швидкості кулі, пов'язані з розстрілом ствола та його зносом, а також елементів автоматики, що викликано застосуванням боєприпасів тривалих термінів зберігання.

На основі проведених досліджень можливе обґрунтування раціональних термінів зберігання боєприпасів до стрілецької зброї, що забезпечують виконання тактико-технічних вимог для конкретного зразка озброєння.

Ключові слова: стрілецька зброя, ствол, раціональні терміни зберігання боєприпасів, нітроцелюлозні пороху, балістичні характеристики зброї, максимальний тиск, початкова швидкість кулі, експериментальні дослідження, інтенсивність вичерпання живучості.

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

RATIONAL TERMS OF STORAGE OF AMMUNITION UNDER THE CONDITIONS OF MINIMIZING THE IMPACT ON THE AUTOMATIC WEAPON AND ITS BALLISTIC CHARACTERISTICS

Among the wide variety of requirements proposed for modern small arms, it is possible to single out the trouble-free operation of a sample of weapons, which is achieved by ensuring the necessary survivability of parts and mechanisms of automatic weapons.

The dynamic nature of the forces and stresses acting on the parts of automatic weapons makes it difficult to ensure their strength and is one of the main reasons for the relatively low survivability. Of particular importance is the provision of sufficient survivability of the barrel, which plays a decisive role in the overall survivability of the weapon.

The main causes of barrel bore wear are shown. It has been proven that with the growth of wear and tear, the ballistic characteristics deteriorate, which leads, accordingly, to an increase in the amount of ammunition required to perform a firing task, as well as to a decrease in the range of guaranteed penetration of an obstacle.

It has been proven that long-term storage of ammunition leads to changes in the physical and chemical characteristics of gunpowder. It was determined that such changes significantly affect the parameters of internal ballistics during a shot. Therefore, the resource of the barrel is determined by the change in internal ballistics indicators caused by gerontological changes in the powder charge.

The results of experimental studies on the effect of powder charge aging on the ballistic characteristics of small arms and the survivability of their barrels are presented.

The analysis of the obtained research data allows us to predict the rational storage period of ammunition for small arms, which is 17–21 years, and the number of shots that should be limited for the corresponding batch of ammunition depends on the mode of firing. The resulting dependencies make it possible to determine changes in the initial velocity of the bullet associated with the firing of the barrel and its wear, as well as automation elements caused by the use of ammunition with long storage periods.

Keywords: small arms, barrel, rational terms of storage of ammunition, nitrocellulose powders, ballistic characteristics of weapons, maximum pressure, initial speed of the bullet, experimental studies, intensity of depletion of survivability.