

АВІАЦІЙНА ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНА ТЕХНІКА

УДК 629.735.4

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2020.1-1/02>

Березанський В.Г.

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПРИЦІЛЬНИХ ПОПРАВОК СТРІЛЬБИ З УРАХУВАННЯМ ЗМІНИ МАСИ АВІАЦІЙНИХ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПАТРОНІВ ПІД ЧАС ЇХНЬОГО ТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ В УМОВАХ АВІАЦІЙНИХ БРИГАД

Стаття знайомить із дослідженням впливу балістичних характеристик авіаційних артилерійських патронів на балістичні елементи траєкторії снайдів при їх тривалому зберіганні в умовах авіаційних бригад. Відсутність у державі власного виробництва авіаційних артилерійських патронів спонукає до експлуатації авіаційних артилерійських патронів за знову призначеним ресурсом або продовженим строком зберігання.

Під час тривалого зберігання патронів балістичні характеристики змінюються внаслідок зміни фізико-хімічних властивостей пороху патронів. Старіння пороху приводить до зменшення ефективності ураження цілі: збільшення дульного тиску та зменшення дульної швидкості у каналі ствола авіаційної артилерійської зброї і як наслідок, збільшення пониження снаряду.

Мета статті – розробка методики оцінки прицільних поправок стрільби з урахуванням зміни маси порохових зарядів авіаційних артилерійських патронів при їх тривалому зберіганні в умовах авіаційних бригад. Особливу увагу у статті приділено взаємозв'язку між масою патрона, початковою швидкістю та балістичними елементами траєкторії снаряду. Зміна початкової швидкості снаряду, звичайно, впливає на такі балістичні елементи траєкторії снаряду як час польоту, зниження та швидкість зустрічі снаряда з ціллю. Усунення протиріч можливе за рахунок урахування прицільних поправок стрільби при зміні маси авіаційних артилерійських патронів при їх тривалому зберіганні в умовах авіаційних бригад.

Одним із шляхів контролю зміни технічного стану авіаційних артилерійських патронів – це зважування патронів на протязі довготривалого часу зберігання. За статистичними даними зберігання патронів визначено інтервальні оцінки відхилення маси патронів та встановлено діапазон відхилення початкової швидкості. Встановлено залежності визначення кута упередження з урахуванням зміни маси патронів, які доцільно використовувати при обґрунтуванні груп авіаційних патронів.

Для моніторингу технічного стану патронів при тривалому зберіганні в умовах авіаційних бригад пропонується метод відносної оцінки маси патронів при їх зважуванні за представленим алгоритмом. Запропонована методика визначення прицільних поправок стрільби з урахуванням зміни маси патронів під час тривалого зберігання дозволить оцінювати тенденцію зміни значень поправок при стрільбі, які необхідно враховувати льотному складу для ефективного застосування авіаційної артилерійської зброї, та в умовах бойового застосування за знову призначеним ресурсом авіаційних артилерійських патронів.

Ключові слова: початкова швидкість, патрон, балістичні характеристики, кут упередження, маса порохового заряду, поправка, тривале зберігання.

Постановка проблеми. Балістичні характеристики авіаційного артилерійського патрона впливають на основні тактичні характеристики авіаційної артилерійської зброї (далі – ААЗ) такі як дальність польоту та початкову швидкість снаряду. З часом балістичні характеристики авіаційних артилерійських патронів змінюються, що приводить до збільшення розсіювання снарядів для визначених ефективних дальностей стрільби,

внаслідок зміни фізико-хімічних властивостей пороху патронів під час тривалого зберігання. Старіння пороху приводить до зменшення ефективності ураження цілі: збільшення дульного тиску та зменшення дульної швидкості у каналі ствола ААЗ і як наслідок, збільшення пониження снаряду.

Наразі на арсеналах і складах Повітряних Сил зберігається найбільша кількість авіаційних арти-

лерійських патронів калібру 30 мм з вичерпаним гарантійним строком зберігання. За умови відсутності власного виробництва авіаційних артилерійських патронів калібру 30 мм виникає необхідність продовження післягарантійного ресурсу патронів з обов'язковим випробуванням таких патронів на відповідність їх балістичним характеристикам.

Варто зазначити, що збільшення терміну зберігання боєприпасів сприяє посиленню негативної тенденції у процесі бойового застосування ААЗ і надає негативний вплив на авіаційну артилерійську установку за рахунок погіршення балістичних характеристик ствола при зміні технічних характеристик порохового заряду під час тривалого зберігання [1, с. 11].

Негативна тенденція, яка склалася при тривалому зберіганні авіаційних патронів, свідчить про відсутність державної системи нагляду та моніторингу технічного стану як авіаційних артилерійських патронів, так і авіаційних боєприпасів у цілому.

З цих причин у 2019 році розпочато виконання науково-дослідних робіт з шифрами «Ресурс-30-24» та «Ресурс-23-24» щодо продовження призначених ресурсних показників (строку служби, строку зберігання) авіаційних артилерійських патронів.

В умовах експлуатації авіаційних артилерійських патронів за знову призначеним ресурсом або продовженим строком зберігання авіаційних засобів ураження важливими характеристиками залишаються балістична стабільність порохових зарядів патронів та балістичні характеристики снарядів. У зв'язку з цим актуальним науково-технічним завданням для Повітряних Сил Збройних Сил України є дослідження балістичних характеристик авіаційних артилерійських патронів тривалого терміну зберігання в умовах авіаційних бригад у напрямку забезпечення заданих балістичних елементів пострілів при стрільбі та безпечної експлуатації авіаційних патронів під час бойового застосування та їх зберігання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У науково-технічних виданнях опубліковано значна кількість праць, що присвячені питанням балістичної нестабільності порохових зарядів при довготривалому зберіганні артилерійських боєприпасів на арсеналах і складах та методам оцінки технічного стану порохових зарядів [2–8].

Так, у праці [2, с. 158] розглядається структура сучасної системи моніторингу боєприпасів і обґрунтовується доцільність застосування

експрес-методів неруйнівного контролю, які не потребують розпатронювання для дослідження характеристик порошу.

В іншому випадку автори приводять масу артилерійського патрона у вигляді системи мас елементів та стверджують, що основним джерелом втрати маси патрона є втрата маси порохового заряду. Відсутність узгоджень по стандартизації з країнами НАТО не регулюють питання оцінки балістичних властивостей патронів [3, с. 66].

Автори у роботі [4, с. 215] приводять залежність впливу навколишнього середовища на небезпеку від втрати хімічної стійкості піроксилінового порошу при зберіганні, яка дозволяє визначити граничні діапазони температур для забезпечення хімічної стійкості.

Суттєвими негативними аспектами довготривалого зберігання боєприпасів з післягарантійними строками зберігання є невідповідність їх балістичним характеристикам, небезпека спонтанного загоряння та вибуху при їх застосуванні за призначенням [5, с. 24].

У роботі [6, с. 113] автори розглядають початкову швидкість кулі як діагностичний параметр у моделі прогнозування зміни початкової швидкості, однак модель не враховує максимальний тиск порохових газів, а збільшення тиску порохових газів негативно впливає на зношування каналу ствола.

Автори [7, с. 156] піднімають питання забезпечення процесів фізико-хімічної стабільності матеріалів спеціальної хімії в умовах відсутності авторського супроводження. Для продовження установлених призначених ресурсних показників (строку служби, строку зберігання) запропонована методика оцінки технічного стану матеріалів спеціальної хімії в умовах лабораторних випробувань.

Одним із шляхів контролю зміни технічного стану авіаційних артилерійських патронів – це зважування патронів на протязі довготривалого часу зберігання. Однак під час встановлення відповідності балістичних характеристик патронів паспортним вимогам необхідно також враховувати складову безпеки під час бойового застосування таких патронів, а саме – їхню балістичну стабільність [8, с. 121].

Відсутність методик прогнозування прицільних поправок стрільби патронів при їх тривалому зберіганні в умовах авіаційних бригад та за знову призначеним ресурсом ставить питання дослідження балістичних характеристик патронів та їх вплив на прицільні характеристики у ряд першочергових.

Постановка завдання. Мета статті – розроблення методики оцінки прицільних поправок стрільби з урахуванням зміни маси порохових зарядів авіаційних артилерійських патронів під час їхнього тривалого зберігання в умовах авіаційних бригад.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити ряд взаємопов'язаних задач: оцінка діапазонів відхилення маси та початкової швидкості авіаційних патронів калібру 30 мм; оцінка впливу зміни маси патронів на балістичні елементи траєкторії снаряду; сформувати діагностичні параметри та критерій оцінки доцільності використання патронів під час їхнього тривалого зберігання в умовах авіаційних бригад.

Виклад основного матеріалу дослідження. Умови зберігання авіаційних артилерійських патронів суттєво впливають на ефективність їхнього бойового застосування. Недотримання умов зберігання авіаційних артилерійських патронів приводить до зміни фізико-хімічних властивостей пороху патронів, його прискореного розкладання та передчасного старіння. При довготривалому зберіганні патронів відбувається зміна сили пороху, швидкості його горіння та щільності, а отже, і маси заряду [5, с. 26].

Серед значної номенклатури авіаційних патронів калібру 30 мм значна кількість припадає на осколково-фугасні патрони – ОФЗ-30 ГШ. Патрони мають дві вибухові речовини: пороховий заряд, що має масу 117 г з урахуванням навіски пороху; ініціююча вибухова речовина – вибухова суміш А-ІХ-2, що представляє собою флегматизований гексоген масою 48 г, гарантований термін зберігання якого складає 30 років [9, с. 55].

У роботі [3, с. 66] встановлено, що основні втрати маси патрона відбуваються за рахунок зміни маси порохового заряду за рахунок хімічних перетворень. Тому змінним елементом в унітарному авіаційному артилерійському патроні типу ОФЗ-30 ГШ під час тривалої експлуатації в умовах дії навколишнього середовища може бути лише пороховий заряд. Для дослідження тенденцій зміни маси порохових зарядів патронів калібру 30 мм, а звідси балістичних характеристик, обрано патрон ОФЗ-30 ГШ, враховуючи що всі патрони калібру 30 мм мають однакову масу порохового заряду.

Для визначення впливу зміни маси порохових зарядів патронів при тривалому зберіганні без гермоупорки в умовах авіаційних бригад на їх балістичні характеристики використані статистичні дані зберігання 200 осколково-фугасних

патронів (ОФЗ-30 ГШ), які зберігалися у патронних ящиках на ПС більше трьох років.

Відхилення маси порохового заряду патронів від паспортного значення визначалось шляхом проведення зважувань 200 патронів калібру 30 мм типу ОФЗ-30 ГШ. Під час вимірювання маси авіаційних артилерійських патронів були використані повірені ваги лабораторні електронні типу CERTUS 04–02.00.00.НЕ.

Усі результати вимірювань маси патронів ОФЗ-30 ГШ, які зберігалися понад три роки без гермоупорки в умовах авіаційних бригад, наведені на рис. 1 у вигляді кругової діаграми з кроком 1 г.

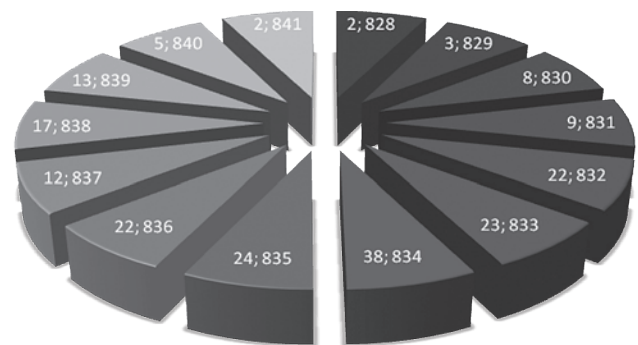


Рис. 1. Кругова діаграма розподілу кількості патронів у інтервалах відхилення маси для заданої вибірки

З рис. 1 видно, що кожному інтервалу маси патрона відповідає кількість патронів, яка потрапила в кожен інтервал.

Задача визначення балістичних характеристик снарядів та зміни їх властивостей, у результаті зміни маси патрона, може бути вирішена на основі комплексного застосування теоретичних методів з вирішенням задач внутрішньої балістики.

Відхилення маси порохового заряду патрона під час тривалого зберігання приводить до зміни балістичних характеристик у каналі ствола гармати ГШ-30-1 і, як наслідок, до відхилення характеристик початкової швидкості від паспортних значень. Для визначення зміни початкової швидкості снаряду скористаємося залежністю [10, с. 77].

Для статистичної вибірки, з урахуванням зміни маси авіаційних патронів ОФЗ-30 ГШ, розраховано різницю відхилення початкової швидкості (ΔV_0) патронів, результати приведені у табл. 1.

Для оцінки достовірності прийнятого рішення розрахуємо інтервальні оцінки масових характеристик та встановимо поле допуску для значень параметрів вибірки. У табл. 2 наведені оцінки математичного очікування та середньоквадратичного відхилення для визначеної вибірки.

Таблиця 1

Відхилення початкової швидкості у залежності від зміни маси патронів

Маса патронів, г	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841
Різниця (ΔV_0), м/с	26	19,5	13	6,5	0,3	6,5	13	19,5	26	32,5	39	45,5	52	58,5

Таблиця 2

Оцінки масових характеристик патронів вибірки

Кількість патронів, шт.	Статистичні величини відхилення маси патрону				
	m_{\min} , г	m_{\max} , г	Δm , г	m_x , г	σ_x , г
200	829	842	13	835,8	2,36

Гіпотезу щодо закону розподілу мас патронів для вибірки проведено з використанням критерію згоди Колмогорова-Смірнова. Отриманий результат – нульова гіпотеза, підтверджує про нормальний розподіл вибірки.

Характер розсіювання значень параметрів маси патронів для приведеної вибірки представлено у вигляді гістограми (рис. 2).

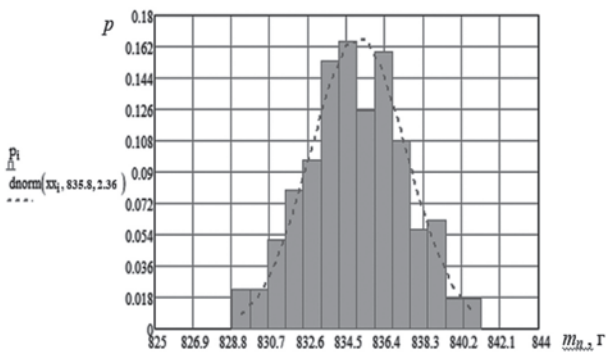


Рис. 2. Гістограма розподілу маси патронів за імовірністю їх появи у інтервалах

Для довірчої імовірності $\rho = 0,9$ визначена точність оцінки математичного очікування маси патронів вибірки при $\varepsilon_\rho = 0,33$, яка складає: $835,47 \text{ " } m_x \text{ " } 836,13 \text{ г}$ та довірчий інтервал для середньоквадратичного відхилення маси патронів з використанням розподілення χ^2 : $I_\rho = (5,1 \text{ г}; 7,9 \text{ г})$.

Тоді граничний інтервал по відхиленню маси патронів можливо представити у вигляді:

$$m_{\text{гр}} = m_x \pm 2\sigma_x, \quad (1)$$

де m_x – математичне сподівання маси патронів; σ_x – середньоквадратичне відхилення маси патронів.

З урахуванням (1) граничні інтервали по відхиленню маси патронів дорівнюють: $831,08 - 840,52 \text{ г}$.

Проведемо оцінку впливу відхилення початкової швидкості снарядів у визначеному діапазоні на балістичні елементи пострілу при стрільбі. Зміна початкової швидкості снаряду, звичайно, впливає на такі балістичні елементи траєкторії снаряду як час польоту, зниження та швидкість зустрічі снаряда з ціллю. Для аналізу цього впливу скористаємося математичною моделлю руху гарматного снаряду в косокутній системі координат для поправок [11, с. 56]. Кінцева система диференціальних рівнянь для поправок має вид:

$$\begin{cases} \frac{df_v}{dz} = -\frac{\pi \rho_{NO}}{8000} f_v C_{XE} \left(\frac{V_{01}}{a_{NO}} f_v \right), \\ \frac{d(f_{zP})}{dz} = \frac{1}{f_v^2}, \\ \frac{d(f_{z\eta})}{dz} = \frac{1}{f_v}, \\ \frac{d(f_{z\eta})}{dz} = 2f_{zP}. \end{cases} \quad (2)$$

З точки зору організації обчислювального процесу в системі (2) зручно ввести тимчасові змінні:

$$f_{zP} = Zf_p; \quad f_{z\eta} = Zf_i; \quad f_{z\eta} = Zf_i. \quad (3)$$

де f_{zP} , $f_{z\eta}$, $f_{z\eta}$ – мультиплікативні поправки відповідно до параметра вертикальної складової швидкості, часу та зниження снаряду.

Поправка f_v – для кінцевої швидкості снаряду, яка отримується з системи (2), з напрямку.

Система диференціальних рівнянь (2) обчислюється шляхом чисельного інтегрування при наступних початкових умовах: $z = 0, f_v = 1, f_{zP} = f_{z\eta} = f_{z\eta} = 0$. При виконанні кінцевої умови на дальності до цілі D , тобто при $z = c_H D$ інтегрування закінчується із урахуванням (3) обчислюються поправки:

$$\begin{cases} f_i = \frac{f_{z\eta}}{c_H D}; \\ f_\eta = \frac{f_{z\eta}}{(c_H D)^2}. \end{cases} \quad (4)$$

Отримані поправки (4), є результатом вирішення системи (2), яка являється двох параметричною, що залежать тільки від $c_H D$ та V_0 .

Кінцеві елементи траєкторії снаряду розраховуються за такими рівняннями:

$$V_c = V_0 \cdot f_v - \text{швидкість зустрічі снаряда з ціллю};$$

$$t_c = \frac{D}{V_0} \cdot f_t - \text{час польоту снаряда};$$

$$\eta_c = \frac{g_0 D^2}{2V_0} \cdot f_\eta - \text{зниження снаряда};$$

$$\alpha_n = \frac{g_0 D}{2V_0} \cdot \cos \varepsilon \cdot f_\alpha - \text{кут прицілювання}.$$

Для отримання чисельних характеристик відхилень кінцевих елементів траєкторії гарматних снарядів у залежності від змін деяких балістичних характеристик у результаті тривалого зберігання в умовах авіаційних бригад, побудована програма розрахунку елементів траєкторії авіаційних артилерійських патронів у математичному середовищі MathCad, за таких умов стрільби:

– швидкість повітряного судна $V_1=600-1300$ км/год;

– висота стрільби $H=0-18500$ м.

Балістичні характеристики снаряду (ОФЗ-30 ГШ):

– балістичний коефіцієнт снаряда по Сіаччі $C_S=1,23$;

– початкова швидкість снаряду $V_0 = 860 \pm 15$ м/с;

– діапазон відхилення початкової швидкості снаряду у наслідок старіння пороху складає: $V_0=801,5-853,5$ м/с.

Розрахунки поправок для авіаційних патронів ОФЗ-30 ГШ з тривалим терміном зберіганням для даних умов застосування вказують на те, що відхилення маси порохового заряду патрона є наслідком

утворення помилок у визначенні кута прицілювання від 0,2 до 1,5 тисячних, що незначно впливає на точність застосування артилерійської зброї, особливо по наземній цілі, і не перевищує технічного розсіювання снарядів. Однак, помилки у визначенні кута упередження складають від 6 до 31 тисячних.

Внаслідок цього у процесі прицілювання по повітряним цілях помилки визначення кута упередження необхідно враховувати відповідно до рис. 3–5, залежно від зміни швидкості цілі і повітряного судна та висоти польоту повітряного судна під час стрільби із гармати.

На основі розрахунків було встановлено, що при прицілюванні по повітряній цілі основну частину сумарної кутової поправки складає кут упередження, помилки у визначенні якого приведуть до промахів, що неприпустимо. Крім того, розрахунки помилок кута упередження для патронів з терміном зберігання до 30 років дають результати помилок у 50–60 тисячних.

Запропоновані залежності визначення помилок кута упередження більш доцільно використовувати при обґрунтуванні ефективності бойового застосування ААЗ під час стрільби авіаційними патронами тривалого терміну зберігання та у якості рекомендацій льотному складу щодо умов бойового застосування для сформованих груп авіаційних патронів залежно від відхилення маси патрона.

На практиці для оцінки технічного стану (ТС) авіаційних патронів калібру 30 мм під час тривалого зберігання без гермоупорки в умовах

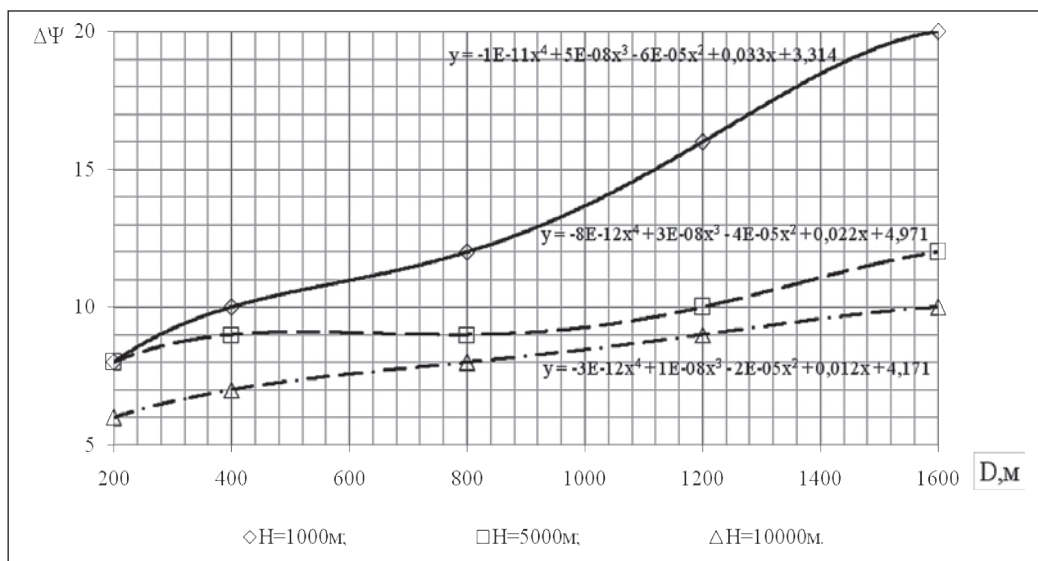


Рис. 3. Помилки визначення кута упередження для $V_1=1000$ км/год, $V_{ц}=600$ км/год, $q=90^\circ$

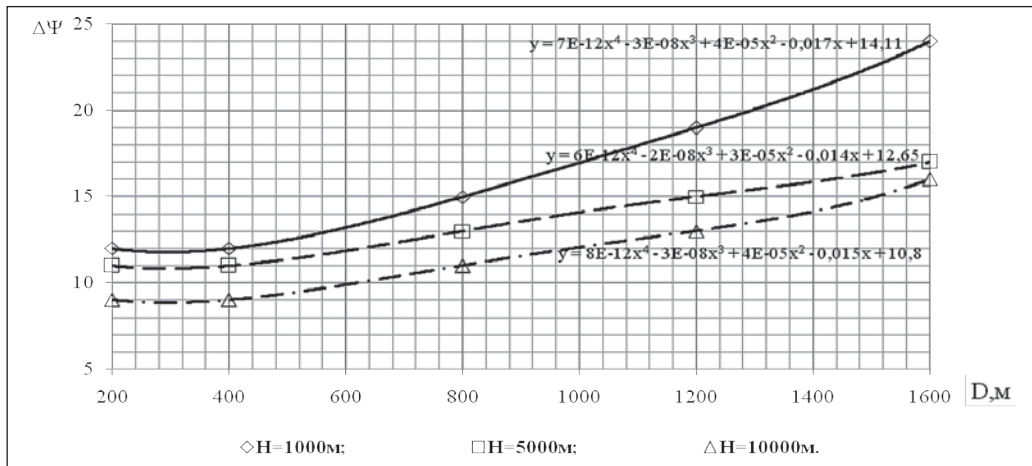


Рис. 4. Помилки визначення кута упередження для $V_I=1000$ км/год, $V_{II}=800$ км/год, $q=90^\circ$

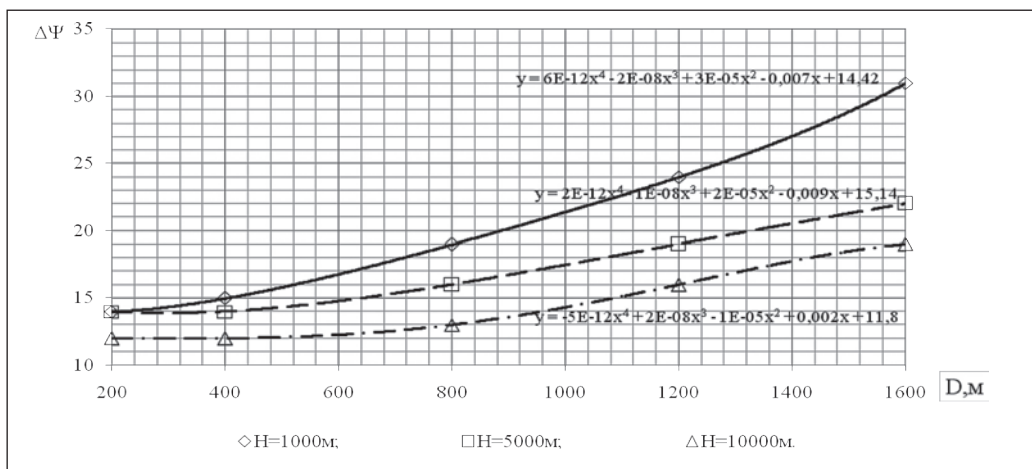


Рис. 5. Помилки визначення кута упередження для $V_I=1000$ км/год, $V_{II}=1000$ км/год, $q=90^\circ$

авіаційних бригад виникає необхідність у використанні більш швидких і простих у застосуванні підходів – експрес методик [2, с. 158], які під час діагностування одного варіанта виробів мають незначні питомі витрати і врахують глибину контролю.

Для моніторингу ТС авіаційних патронів калібру 30 мм тривалого терміну зберігання в умовах авіаційних бригад пропонується метод відносної оцінки для отримання чисельного значення діагностичного параметра за трьома граничними станами. У задачах технічної діагностики стан системи описується за допомогою комплексу параметрів:

$$P = (m_{n_1}, m_{n_2}, \dots, m_{n_j}), \quad (5)$$

де m_{n_j} – діагностичний параметр, що характеризує масу j -го унітарного патрона.

Тоді розпізнавання ТС патрона за діагностичним параметром m_{n_j} проводиться за трьома розрядами параметра. Кожному розряду k_j від-

повідає технічний стан патрону: k_1 – «справний стан патрона», k_2 – «працездатний стан патрона», k_3 – «несправний стан патрона».

Звідси, задача оцінки ТС патронів калібру 30 мм довготривалого терміну зберігання зводиться до вирішення задачі допускового контролю.

Для оцінки ТС порохових зарядів унітарних авіаційних патронів без їх розпатрунювання, що зберігаються на авіаційних складах, необхідно визначити сукупність діагностичних параметрів. Сукупність діагностичних параметрів для об'єктивної оцінки технічного стану патронів повинна включати як зовнішні, так і внутрішні параметри патрона.

Внутрішньою ознакою розкладання піроксилінових порохів є поява на поверхні порохового елемента окремих синіх, темно-синіх, або чорних плям, які вказують на початковий період розкладання. Поява таких плям супроводжується виділенням окисів азоту і викликає корозію поверхні боеприпаси (снаряду, кулі) та стінок гільзи [9, с. 61].

До зовнішніх параметрів слід віднести масо-габаритні характеристики патрона та ознаку наявності (відсутності) корозії на зовнішніх елементах конструкції патрона, яка виявляється під час зовнішнього огляду патронів.

Однак, за умови заборони розпатронювання патронів в умовах авіаційних бригад, пропонується проводити зважування авіаційних патронів, використовуючи відносну оцінку маси патронів. Прийняття рішення щодо ТС патронів пропонується за алгоритмом:

$$\begin{cases} m_{nj} = m_{n_n}, & \text{то } m_{nj} \rightarrow k_1; \\ \bar{m}_{n_j, \text{ГРmin}} \leq m_{nj} \leq \bar{m}_{n_j, \text{ГРmax}}, & \text{то } m_{nj} \rightarrow k_2; \\ m_{nj} > \bar{m}_{n_j, \text{ГРmax}} \cup m_{nj} < \bar{m}_{n_j, \text{ГРmin}}, & \text{то } m_{nj} \rightarrow k_3, \end{cases} \quad (6)$$

де m_{n_n} – номінальне значення параметра маси унітарного патрону; $\bar{m}_{n_j, \text{ГРmin}}$, $\bar{m}_{n_j, \text{ГРmax}}$ – відносні мінімальне і максимальне гранично-допустимі значення контрольованого параметра маси j -го унітарного патрона (експлуатаційний допуск відхилення маси патронів).

Отримані відносні значення маси патронів за (6) класифікуються за показниками, що наведено в табл. 3.

За представленим методом проведено класифікацію ТС патронів при зберіганні в умовах авіаційних бригад з урахуванням допуску відхилення V_p . Отримані результати свідчать, що близько 46%

патронів відповідають працездатному ТС. Для інших умовно працездатних патронів (входять до граничного інтервалу але мають відхилення V_0) близько 44% формуються групи, для яких визначаються прицільні поправки стрільби за рис. 3-5.

Таблиця 3

Оцінка технічного стану патронів за відносним значенням маси патронів

Характеристика патрона	Розряди технічного стану патронів		
	k_1	k_2	k_3
Відносне значення маси патронів	1	0,9985...1,0020	0,9985 <, < 1,0020

Висновки. Запропонована методика визначення прицільних поправок стрільби з урахуванням зміни маси патронів під час тривалого зберігання дозволить оцінювати тенденцію зміни значень поправок при стрільбі, які необхідно враховувати льотному складу для ефективного застосування ААЗ, та в умовах бойового застосування за знову призначеним ресурсом авіаційних артилерійських патронів.

Патрони, які явно втратили балістичну стабільність, вилучати із бойового комплексу, забезпечуючи при цьому допустимі значення кута упередження та безпеку бойового застосування зброї.

Список літератури:

1. Проблема живучості стрілецької зброї при використанні боєприпасів після гарантійних строків зберігання / Аніпко О.Б., Баулін Д.С., Муленко О.О. // *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України*. 2010. Вип. 2 (16). С. 11–13.
2. Аніпко О.Б., Хайков В.Л. Система моніторингу артилерійських боєприпасів и анализ ее возможных структур по степени рациональности. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2013. Вип. 2. С. 148–159.
3. Аніпко О.Б., Хайков В.Л. Анализ методов оценки состояния пороховых зарядов как элемент системы мониторинга артиллерийских боеприпасов. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2012. Вип. 3. С. 60–71.
4. Буллер М.Ф., Романько Т.В. Химическая стойкость и безопасное хранение пироксилиновых порохов. *Вестник КрНУ имени М. Остроградского*. 2013. Вип. 3. С. 211–216.
5. Аніпко О.Б., Баулін Д.С. Теоретичні основи впливу термінів зберігання боєприпасів на їх балістичні характеристики. *Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України*. 2009. Вип. 2 (14). С. 24–31.
6. Бірюков І.Ю., Баулін Д.С. Експлуатаційні характеристики стрілецького озброєння при використанні боєприпасів довготривалого зберігання. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2008. Вип. 2. С. 113–117.
7. Методика дослідження технічного стану піротехнічних засобів / Д.В. Довжук, А.М. Шатров, О.В. Ільїна. Київ : ДНДІА. 2012. Вип. 15. С. 153–156.
8. Комплекс мероприятий по контролю массы артиллерийских выстрелов унитарного заряжания как элемент системы мониторинга их пороховых зарядов при длительном хранении / О.Б. Аніпко, В.Л. Хайков, В.Ф. Вертелецький // *Сборник научных трудов Академии ВМС имени П.С. Нахимова*. 2013. Вип. 4 (21). С. 121–128.
9. Гончаренко П.Д., Котасонов Ю.І., Хайков В.Л. Модулювання процесів вражаючої дії артилерійських боєприпасів з використанням комп'ютерного обчислювального експерименту : навч. посіб. Севастополь : Академія ВМС ім. П.С. Нахімова, 2012. 216 с.

10. Анипко О.Б., Вертелецкий В.Ф. Изменение физико-химических свойств порохового заряда и начальной скорости артиллерийских боеприпасов морской номенклатуры калибров 25/80 и 30/54. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2013. Вип. 2. С. 74–80.

11. Константинов А.О., Васильченко Д.О., Ключніков І.М. Зовнішня балістика. Ч. 2. Балістичне забезпечення авіаційних засобів ураження : навч. посіб. Харків : ХНУПС, 2016. 150 с.

Berezanskyi V.G. METHOD OF DETERMINATION OF SIZE AMENDMENTS FOR SHOOTING TAKING INTO ACCOUNT OF THE CHANGE IN THE WEIGHT OF AVIATION ARTILLERY SHOES AT THEIR DURATION IN THE CONDITIONS

The article introduces the study of the influence of the ballistic characteristics of aviation artillery cartridges on the ballistic elements of the trajectory of snacks during their long-term storage in the conditions of aviation crews. The absence in the country of its own production of aviation artillery cartridges causes the operation of aviation artillery cartridges for a newly assigned resource or extended shelf life.

With long-term storage of cartridges ballistic characteristics change, due to changes in the physical and chemical properties of the powder cartridge. The aging of gunpowder leads to a reduction in the effectiveness of the target: an increase in muzzle pressure and a decrease in muzzle velocity in the bore of the aircraft artillery and, as a consequence, an increase in the projectile.

The purpose of the article is to develop a method for evaluating the aiming of firing, taking into account the change in the mass of powder charges of aviation artillery cartridges during their long-term storage in the conditions of aviation crews. Particular attention is given in the article to the relationship between the mass of the cartridge, the initial velocity and the ballistic elements of the trajectory of the projectile. Changing the initial velocity of a projectile, of course, affects such ballistic elements of the projectile trajectory as the flight time, the reduction and the velocity of meeting the projectile with the target. The elimination of contradictions is possible by taking into account the aiming of firing when the mass of aviation artillery cartridges is changed during their long-term storage in the conditions of aviation crews.

One way to control the change in the technical condition of aviation artillery cartridges is to weigh cartridges over a long storage time. According to the statistics of cartridge storage interval estimates of the deviation of the mass of cartridges were determined and the range of deviation of the initial velocity was set. Dependences of determination of a bias angle are considered taking into account change of weight of cartridges which it is expedient to use at justification of groups of aviation cartridges.

To monitor the technical condition of the cartridges during long-term storage in terms of aviation crews, a method of relative estimation of the mass of cartridges during their weighing according to the presented algorithm is proposed. The proposed method of determining the aim of firing corrections taking into account the change in the mass of ammunition during long-term storage will allow to estimate the tendency of change of values of firing corrections, which must be taken into account for the effective use of aviation artillery weapons, and in the conditions of combat use of the newly assigned recruiting resource of aviation

Key words: *initial velocity, cartridge, ballistic characteristics, angle of bias, powder charge mass, correction.*