

Ю. В. Шабатура¹
А. С. Міщенко¹

ІНТЕГРОВАНА В АВТОМАТИЗОВАНУ СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ВОГНЕМ НАЗЕМНОЇ АРТИЛЕРІЇ ПІДСИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ЗАРЯДІВ

¹Національна академія сухопутних військ
імені гетьмана Петра Сагайдачного

Анотація

Об'єктом даного дослідження є процес визначення температури заряду артилерійських боєприпасу безконтактним методом

Ключові слова: артилерія, температура заряду, вимірювання температури

Abstract

The object of this study is determination of the artillery ammunition charges temperature by the contactless method

Keywords: artillery, charge temperature, temperature measurement

Аналіз збройних конфліктів сучасності та тенденцій розвитку сучасних артилерійських систем свідчить про те, що розвиток артилерійських комплексів спрямований на підвищення вогневої продуктивності дальності та точності стрільби, зменшення уразливості від вогневих ударів артилерії противника. [1]

Одним із основних підходів до покращення зазначених характеристик є автоматизація процесу підготовки до виконання бойового завдання та обладнання артилерійських комплексів системами управління вогнем, навігаційними системами, датчиками, які точно і об'єктивно визначають балістичні та метеорологічні умови стрільби. [1, 2]

Автоматизація артилерійських систем, на думку експертів [3], повинна відбуватися за допомогою приладів вимірювання стану ствола, температури зарядів, системи автоматичного обліку снарядів і зарядів. Артилерійські системи повинні бути оснащені індивідуальними засобами балістичної підготовки, інтегрованої до системи управління вогнем.

В той же час, засоби вимірювання температури заряду, які використовуються на даний час в Збройних Силах України характеризуються наступними середніми помилками: для металюного заряду – 2-3°C, реактивного заряду – 4-5°C [5] та не відповідають вимогам щодо точності та оперативності вимірювань.

При проведенні вимірювання температури зарядів в ствольній артилерії термометр поміщають між гільзами боєприпасів для пострілів

унітарного заряджання або між пучками порошу для пострілів роздільного заряджання на 10-15 хв [4], однак дослідження [5] показують, що навіть при знаходженні термометру в температурному полі заряду 20-25 хв., розбіг показань термометра у порівнянні з показаннями "контрольного" термометра, що знаходився в тій же області заряду тривалий час, може досягати 4°C.

Вплив температури заряду на початкову швидкість снаряду проілюстровано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вплив зміни температури заряду δt_z на зміну початкової швидкості снаряду δV_0 .

Джерело даних	Оцінка величини впливу
Поправочні формули випробувальної комісії Охтенського порохового заводу (1895-1910 р.) [6]	$\delta V_0 = V_0 \cdot 0,0011 \cdot \delta t_z$ відносно $t_z = +15^\circ\text{C}$
Дослідження проведені в Китайському університеті науки та технологій (2013 р.) [7]	$\delta V_0 = V_0 \cdot (0,0007 \div 0,001) \cdot \delta t_z$ відносно $t_z = +15^\circ\text{C}$
Експериментальні коефіцієнти отримані в результаті досліджень у Бельгійській лабораторії енергетичних матеріалів (2015 р.) [8]	при підвищенні температури: $\delta V_0 = 1,72 \cdot \delta t_z$ при пониженні температури: $\delta V_0 = 0,666 \cdot \delta t_z$ відносно $t_z = +21^\circ\text{C}$
Експериментальні коефіцієнти отримані в результаті досліджень у Бельгійській військовій академії (2016 р.) [9]	при підвищенні температури: $\delta V_0 = V_0 \cdot 0,00177 \cdot \delta t_z$ при пониженні температури: $\delta V_0 = V_0 \cdot 0,00075 \cdot \delta t_z$ відносно $t_z = +21^\circ\text{C}$

З метою забезпечення точного та оперативного визначення температури зарядів артилерійських боєприпасів, з одночасною можливістю автоматичного введення значення температури заряду до системи управління вогнем, пропонується новий метод визначення температури заряду за зміною температури на поверхні гільзи [10]. Для визначення середньооб'ємної температури заряду за даним методом необхідно двічі, через проміжок часу Δt , якій відповідає умові (1), виміряти температуру поверхні гільзи в певній точці на поверхні заряду, потім за залежністю (2) визначити темп охолодження (нагрівання) системи m .

$$\Delta\tau \geq \frac{0,3l^2}{\alpha}, \quad (1)$$

де $\Delta\tau$ – проміжок часу між вимірюваннями; l – довжина артилерійського заряду; α – коефіцієнт температуропровідності пороху в заряді.

$$m = \frac{\ln t_{p1} - \ln t_{p2}}{\Delta\tau}, \quad (2)$$

де m – темп охолодження; t_{p1} , t_{p2} – температура першого та другого вимірювань відповідно.

При відомому значенні темпу охолодження m середньооб'ємна температура заряду визначатиметься за залежністю:

$$t_{z2} = \frac{(t_{p1} - t_{p2}) \sum_{i=1}^{i=n} c_i \rho_i V_i (m + 1)}{c_z \rho_z V_z (e^{-m\Delta\tau} - 1)} e^{-m\Delta\tau}, \quad (3)$$

де c_i – питома масова теплоємність матеріалу частини боєприпасу; ρ_i – густина матеріалу частини боєприпасу; V_i – об'єм частини боєприпасу; індекс z відповідає параметрам порохового заряду.

Таким чином, інтегрування до автоматизованої системи управління вогнем такої підсистеми визначення температури артилерійських зарядів, дозволяє значно збільшити точність та оперативність визначення температури зарядів, крім того вона дозволяє в автоматичному режимі вводити вимірювані значення температури зарядів в обчислювальний процес підготовки даних для стрільби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

1. Беляєв М. І. Моніторинг стану самохідної артилерії сухопутних військ Збройних Сил України та визначення напрямків її розвитку / М. І. Беляєв, О. М. Толмачов // Системи озброєння і військова техніка. Сумський державний університет, Суми. – 2015. – № 3(43).

2. Трофименко П.Є. Напрями удосконалення вітчизняних реактивних систем залпового вогню / П.Є. Трофименко, Л.С. Демидко, Д.Л. Демидко // Системи озброєння і військова техніка. Сумський державний університет, Суми. – 2015. – № 1(41) – с. 75-78.

3. Кривошеев А. М. Напрямки використання балістичної інформації провідними виробниками артилерійських систем / Системи озброєння і

військова техніка. Сумський державний університет, Суми — 2009. — № 1(17) – с. 49-63.

4. Бойова робота вогневих підрозділів: навчальний посібник / О. П. Красюк, М. В. Бахмат, П. Є. Трофименко та ін. – Львів: АСВ, 2012. – 280 с.

5. Трофименко П. Є. Шляхи підвищення точності вимірювання температури зарядів у наземній артилерії / П. Є. Трофименко, В. І. Макеєв, А. Ф. Раскошний // Системи озброєння і військова техніка. Сумський державний університет, Суми. – 2011. – № 1(25). – С. 58-60.

6. Поправочные формулы внутренней баллистики (под ред. Чернова В. П.) – Москва, Воениздат. – 1956. – 368 с.

7. Xin Lu, Yanhuang Zhou, Jincuo Chen Design and development of automatic temperature measurement device based on can bus technology / Information technology journal 12(20). – 2013. – P. 5460-5465

8. Boulkadid, Karim Moulai, et al. Influence of Firing Temperature on Properties of Gun Propellants – J. Chem 9. – 2015. – P. 415-427

9. Temperature Sensitivity of Propellant Combustion and Temperature Coefficients of Gun Performance Cent. Eur. J. Energ. Mater., 2016, 13(4), Moulai Karim Boulkadid, Michel H. Lefebvre, Laurence Jeunieau, Alain Dejeaifve

10. Шабатура Ю. В. Визначення температури заряду артилерійського боєприпасу на основі застосування теорії регулярного теплового режиму / Ю. В. Шабатура, А. С. Міщенко // Військово-технічний збірник АСВ. Львів. – 2015. – №2.

Міщенко Антон Сергійович, ад'юнкт штатний науково-організаційного відділу, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м Львів, e-mail: mishchenko_as@ukr.net

Шабатура Юрій Васильович, доктор технічних наук, професор завідувач кафедри ЕМЕ, Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, e-mail: shabaturayuriy@gmail.com

Mishchenko Anton, adjunct of scientific organization department, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, e-mail: mishchenko_as@ukr.net

Shabatura Yuriy, Sc. D., professor, head of EME department, Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy, Lviv, e-mail: shabaturayuriy@gmail.com