

Євгеній Добринін, Максим Максимов, д.т.н., проф., Віктор Болтънков, к.т.н., доц.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗНОСУ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СТВОЛІВ ЗА АКУСТИЧНИМИ ПОЛЯМИ ПОСТРІЛІВ

Контроль рівня зносу артилерійських стволів є необхідною процедурою, що забезпечує боездатність і ефективність застосування артилерії як складової частини збройних сил. Поступова руйнація внутрішньої поверхні каналу ствола приводить до необхідності припинення його використання. Це може трапитись у будь-який момент часу, у тім числі, й при виконання бойових завдань. Тому стволи гармат потребують оперативності в контролі за їх станом [1]. Існуючі методи діагностики стану гарматного ствола для цього недостатньо пристосовані і потребують створення спеціальних умов, високовартісного обладнання та значного витрат часу при проведенні вимірювань параметрів, або ж надають достатньо приблизні результати. В [2] було запропоновано простий і досить точний метод контролю рівня зносу стволів гармат за акустичними полями, що утворюються при пострілі. Запропонований метод вимагає практичної реалізації. Тому завдання створення автоматизованої системи контролю стволів за акустичними полями пострілів є **достатньо актуальною**.

Постановка задачі. Необхідно розробити і випробувати автоматизовану систему контролю стану стволів артилерійських гармат за акустичними полями пострілів.

Для вирішення задачі досліджено часові і спектральні характеристики балістичної і дульної хвиль, які супроводжують постріли з незношених стволів і стволів з високим рівнем зносу (більше 10%). Встановлено, що ці показники суттєво відрізняються. На цій підставі було сформовано ознаковий опис з 15 ознак акустичних полів для пострілів зі стволів з зносом і без зносу. Проведено обчислювальний експеримент на реальних записах акустичних сигналів від пострілів 155 мм самохідної гаубиці типу М109 (200 класифікованих за класами «зношений ствол»/«незношений ствол» записів). Для автоматизованої класифікації стволів був застосований SVM-класифікатор з гаусовим ядром лінеаризації [3]. Класифікатор навчений на навчальній вибірці обсягом 100 записів і протестований на тестовій вибірці обсягом 40 записів. Для підвищення показників якості класифікації були оптимізовані його гіперпараметри C і γ . Для оптимізації гіперпараметрів застосований метод крос-валідації [3]. В результаті отримано показник правильної класифікації, що дорівнює 0,93.

На підставі проведеного обчислювального експерименту було побудовано прототип автоматизованої системи контролю зносу артилерійських стволів, що складається з набору вимірювальних конденсаторних мікрофонів, що розміщуються на відстані 100-300 м від вогневої позиції, кабельної лінії зв'язку, багатоканального АЦП і комп'ютера в польовому виконанні з навченою програмою SVM-класифікатора. Польові випробування системи під час навчальних стрільб з 152 мм причіпної гармати 2А36 "Гіацінт-Б" підтвердили правильність основних наукових і технічних рішень, покладених в основу автоматизованої системи .

Висновки. Розроблено простий і точний метод класифікації артилерійських стовбурів за рівнем зносу, заснований на аналізі акустичних сигналів, що утворюються при артилерійському пострілі. На базі розробленого методу створено та апробовано в реальних умовах прототип автоматизованої системи, що забезпечує вірну класифікацію стволів з ймовірністю 0,93. Запропонований новий метод контролю є достатньо оперативним. Він дозволяє проводити контроль зносу стволів без необхідності припинення артилерійським підрозділом завдань з вогневого ураження противника.

Література

1. Цибуляк Б.В. Деградація параметрів стволів артилерійського озброєння в процесі експлуатації. – Військово-технічний збірник – 2016. – №14, с.121-126.
2. Dobrynin E. Development of a Method for Determining the Wear of Artillery Barrels by / Dobrynin E., Maksymov M., Boltchenk V. – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies – 2020. – Vol 3, No 5 (105), p.6–18.
3. Awad M. Support Vector Machines for Classification / Awad M., Khanna R. In book: Efficient Learning Machines. Berkeley: APress. 2015. – P. 39–66.