

Ю. В. Шабатура¹
М. В. Баландін¹

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ, ЩО РОЗСІЮЄТЬСЯ ПІД ЧАС ПОСТРІЛУ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ ГАРМАТИ

¹Національна академія сухопутних військ, м. Львів

Анотація

Об'єктом даного дослідження є розгляд можливості використання енергії, що розсіюється в процесі пострілу артилерійської гармати

Ключові слова: розсіювана енергія, постріл артилерійської гармати

Abstract

The object of this research is to examine the possibility of using the energy dissipated during firing artillery

Keywords: energy dissipation, shot artillery

Аналіз виконання завдань артилерійськими підрозділами протягом останнього часу показав значні недоліки в системі їх енергетичної незалежності, що негативно впливає на їх ефективне використання та зменшує строки його активного функціонування. У зв'язку з цим, виникла необхідність вдосконалення систем електроживлення автономних об'єктів для самохідної артилерії та створення автономних систем електроживлення для причіпної артилерії.

Одним із шляхів підвищення автономності артилерійського підрозділу є встановлення на артилерійських гарматах альтернативної системи живлення, принцип дії якої заснований на використанні енергії, що розсіюється в процесі пострілу артилерійської гармати.

Явище пострілу артилерійської гармати супроводжується складним поєднанням ряду процесів: механічних, фізико-хімічних, термодинамічних та газодинамічних. Постріл характеризується короткою тривалістю - від кількох до десятків мілісекунд, високими тисками – до 600 МПа, і достатньо високими температурами, значення яких може сягати 2000°C [1].

Повний розподіл енергії пострілу артилерійської системи залежить від типу гармати, металюного заряду та снаряду, але в цілому відповідає таким співвідношенням: 20-40% – кінетична енергія снаряду; 15-25% – теплова енергія нагріву ствола; до 5% – механічна енергія руху відкатних частин гармати. Решта (до 50%) – енергія порохових газів, яка дисипується в атмосферу (перемішування та нагрівання повітря, виникнення ударної (дульної) хвилі, догорання залишків пороху, внаслідок чого утворюється дульне полум'я).

Таким чином, кількість енергії, що безповоротно втрачається в процесі пострілу іноді може досягати 80%.

Так, наприклад, під час пострілу 122 мм самохідної гаубиці 2С1 на максимальному заряді виділяється енергія, що становить еквівалент 18050 кДж. При цьому, осколково-фугасному снаряду ОФ-462 вагою 21,76 кг надається початкова швидкість 687 м/с, на що витрачається енергія в розмірі 5135 кДж.

Аналіз співвідношення отриманої енергії внаслідок горіння порохового заряду та енергії витраченої на корисну роботу – надання поступального руху снаряду, показує, що втрачається 75,11% енергії порохового заряду. Таким чином, коефіцієнт корисної дії гармати, як теплової машини, для цього пострілу складає 24,89%.

Решта енергії витрачається на виконання другорядних робіт, тобто, по суті безповоротно втрачається.

Вказаний вище простий аналіз показує, що безповоротна втрата таких величезних обсягів енергії під час артилерійських пострілів, особливо тоді, коли артилерійські підрозділи відчувають гостру потребу в автономних джерелах енергії є неприпустимою і становить важливу і актуальну задачу.

Вирішення цієї задачі передбачає відбір енергії, що розсіюється під час пострілу, її перетворення в інші види енергії, їх накопичення, збереження і використання для потреб артилерійського підрозділу. Разом з тим, необхідно зауважити, що, оскільки розсіювана енергія має різноманітну фізичну природу, то система її відбору, перетворення і накопичення повинна мати комплексний характер. Загальна структура запропонованої системи показана на рис 1.

Рисунок 1 – Узагальнена структура комплексної системи:

- 1 – загальна енергія, яка виділяється в процесі пострілу артилерійської гармати;
- 2 – пристрої відбору розсіюваної енергії;
- 3 – пристрої перетворення енергії;
- 4 – модулі накопичення і зберігання;
- 5 – комутаційно-розподільча підсистема контролю і використання енергії;
- 6 – пристрої споживання і передачі енергії

Головною умовою стосовно застосування запропонованої комплексної системи є те, що вона не повинна погіршувати тактико-технічних характеристик артилерійського озброєння, його надійності та функціональних можливостей.

Аналіз конструктивних особливостей і доступних технічних можливостей, показує, що відбір розсіюваної енергії, її перетворення у найбільш зручну для використання – електричну енергію можливий за рахунок використання наступного: лінійного переміщення противідкатних пристроїв; нагріву ствола, внаслідок інтенсивної стрільби; дисипації порохових газів в атмосферу.

Для прикладу виконаємо простий розрахунок енергії лінійного переміщення противідкатних пристроїв. Відкатні частини 122 мм самохідної гаубиці мають масу 1440 кг, довжину відкату 600 мм та швидкість відкату 7-15 м в секунду. Тобто, при максимальних навантаженнях енергія відкату складає 162 кДж. Також в енергетичному перетворенні бере участь енергія наката гармати у вихідне положення, за рахунок чого загальна енергія руху відкатних частин досягне 300 кДж, що складає 1,66% загальної енергії, що виділяється під час пострілу.

Кінетичну енергію руху відкатних частин зручніше всього перетворювати в електричну енергію за рахунок використання лінійного електромеханічного генератора та п'єзоелектричного перетворювача.

Лінійний електромеханічний генератор не має жодних механічних зчеплень, а тому в процесі експлуатації він не зношується і має високу надійність. Конструктивно будова артилерійського лінійного електромеханічного генератора показана на рис. 2.

Рисунок 2 – Лінійний електромеханічний генератор:

- 1 – відкатні частини артилерійської гармати, 2 – статор генератору,
- 3 – постійні магніти, 4 – діамагнітна прокладка,
- 5 – нерухомі частини артилерійської гармати

П'єзоелектричний перетворювач, за характером фізичного процесу енергетичного перетворення найкраще відповідає імпульсному характеру явища пострілу. Однак його використання вже передбачає наявність механічного контакту ударної дії. Конструктивно п'єзоелектричний перетворювач являє собою п'єзоелементи, до яких під'єднані клеми для зняття напруги, пружної прокладки, яка закріплена на п'єзоелементах, та натискних роликів, які закріплені на відкатних частинах артилерійської гармати, причому при відкаті і накаті натискні ролики механічно натискають на пружну прокладку [2].

Слід зазначити, що встановлення даних перетворювачів позитивно вплине на живучість гармати через зменшення навантаження на противідкатні пристрої, за рахунок поглинання енергії відкату.

Частина теплової енергії порохових газів, що виділяється в процесі пострілу гармати переходить у стінки ствола та в ході інтенсивної стрільби призводить до нагріву ствола, що в цілому негативно впливає на балістичні характеристики. Різниця температур ствола та навколишнього середовища може бути використана для отримання електричної енергії шляхом застосування термоелектричних перетворювачів, принцип дії яких оснований на використанні ефекту Пельтьє. Застосування таких перетворювачів, крім отримання електричної енергії, додатково буде виконувати функцію охолодження ствола.

Задачу накопичення і тимчасового зберігання електричної енергії, що формується у вигляді потужних імпульсів, що надходять з вище розглянутих перетворювачів зручніше всього вирішувати за допомогою застосування батареї іоністорів, ємність яких сягатиме порядку 100 фарад.

В цілому, за рахунок встановлення на артилерійських установках системи відбору та перетворення розсіюваної енергії гарматного пострілу дозволить вирішити завдання альтернативного енергетичного забезпечення артилерійської системи, що зменшить витрату паливно-мастильних матеріалів, та в свою чергу підвищить енергетичну незалежність артилерійського підрозділу і відповідно збільшить його автономність, живучість і ефективність виконання поставлених завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лысенко Л. Н. Баллистика ствольных систем. / Лысенко Л. Н., Липанов А. М. – М. : машиностроение. 2006. – 56 с.
2. Пат. 110392 України, МПКНО2N2/18FO3G3/00. Спосіб і пристрій для отримання електричної енергії на основі використання розсіювання енергії гарматного пострілу / Ю. В.Шабатура, М. В.Баландін. заявл. 26.08.2014; опубл. 25.12.2015, Бюл. №24.

Шабатура Юрій Васильович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри електромеханіки і електроніки факультету РВіА, Національна академія сухопутних військ, м. Львів, e-mail: shabaturayuriy@gmail.com

Баландін Максим Володимирович, ад'юнкт штатний науково-організаційного відділу, Національна академія сухопутних військ, м. Львів, e-mail: maksimbalandin@ukr.net

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

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