

## **ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ ПІДРОЗДІЛІВ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ**

*У статті розглянуто принципи функціонування і теоретичні обґрунтування можливості створення технічної системи, яка, не погіршуючи тактико-технічних характеристик артилерійської гармати, дозволить вирішити завдання альтернативного енергозабезпечення артилерійського підрозділу за рахунок енергії, яка розсіюється в процесі пострілу артилерійської гармати.*

**Ключові слова:** *розсіювана енергія, постріл артилерійської гармати, бойова ефективність, додаткове джерело енергії.*

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Широке застосування в усіх сферах людської діяльності, у тому числі й у військовій галузі, телекомунікаційних та інформаційних систем, різноманітних засобів автоматизації та робототехнічних комплексів тощо, які для свого функціонування потребують електричної енергії, зумовлює актуальну і в багатьох аспектах досить складну проблему їх енергетичного забезпечення. Необхідно зауважити, що вона є однією з ключових, оскільки від успішності її вирішення залежать перспективи розвитку практично усіх технічних систем. Особливої актуальності для нашої держави зазначена проблема набуває у військово-оборонній сфері.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** показав, що дослідження, пов'язані з розробкою і використанням нових енергетичних джерел у військовій сфері, є актуальними. Зокрема, у Сполучених Штатах Америки проблему підвищення енергетичної незалежності військових розглядають як питання національної безпеки. Для її вирішення сьогодні розроблено програму, яка передбачає використання джерел відновлювальної енергії (сонячної та вітрової), застосування альтернативних видів палива, скорочення витрат енергоресурсів за рахунок використання інноваційних технологій, а також використання електромобілів та гібридних енергетичних установок у військовій техніці [1].

У рамках зазначеної програми велика увага приділяється підвищенню енергонезалежності бойових підрозділів, особливо тих, які виконують бойові завдання на віддалі від основних баз та шляхів постачання. Для збільшення автономності їх дій, крім традиційних джерел відновлювальної енергії, планується використовувати також й інноваційні джерела альтернативної енергії: на основі використання водню [2]; паливних елементів для електрохімічної генерації струму [3] тощо. Для прикладу, у Збройних силах США згідно з даною програмою заплановано до 2025 року для підвищення енергонезалежності військових об'єктів збільшити частку використання альтернативних джерел живлення до 25% від загальних енерговитрат [4].

Як показав досвід антитерористичної операції [5], для артилерійських підрозділів проблема автономного енергетичного забезпечення була, є і залишається надзвичайно актуальною. Одним з перспективних шляхів отримання альтернативних джерел живлення для них є використання енергії, яка розсіюється в процесі пострілу артилерійської системи [6, 7]. Створення і застосування таких додаткових джерел енергії очевидно буде впливати на бойові можливості функціонування артилерійських підрозділів, а тому особливо важливим і актуальним є дослідження даного впливу на підвищення їх бойової ефективності.

**Формулювання завдання дослідження.** Метою роботи є дослідження впливу застосування енергії, яка розсіюється під час пострілу артилерійської гармати, на підвищення бойової ефективності артилерійських підрозділів.

**Виклад основного матеріалу.** Бойову ефективність артилерійського підрозділу, як його здатність виконувати бойові завдання в різноманітних умовах обстановки, оцінюють з урахуванням багатьох факторів, у тому числі надійності, живучості та бойової готовності озброєння і підрозділу в цілому. У свою чергу, одним із факторів, які впливають на живучість артилерійського підрозділу, є дублювання приладів управління та джерел живлення [8].

На даний час енергетичне живлення таких самохідних артилерійських систем, як: перезаряджання, наведення гармати та ведення вогню, забезпечення енергією засобів зв'язку, опалювально-вентиляційної установки, систем пожежогасіння та радіаційного захисту – здійснюється за рахунок використання електричної енергії, яка виробляється генераторами двигунів базових машин, що призводить до суттєвої витрати паливно-мастильних матеріалів та значно зменшує ресурс використання їх двигунів.

Так, наприклад, 122 мм самохідна гаубиця 2С1 витрачає 43-44 л пального на одну мотогодину та має паливну систему об'ємом 520 л, таким чином, одна година роботи двигуна під час стоянки призводить до витрати близько 8,4% від повної заправки системи.

Додатковим негативним фактором використання двигунів базових машин для живлення електричної системи артилерійської самохідної установки є демаскування місця знаходження артилерійського підрозділу звуком роботи.

Досвід застосування артилерійських підрозділів у ході проведення антитерористичної операції показав, що підвищити їх живучість можливо шляхом зменшення часу на виконання вогневих завдань, у тому числі за рахунок скорочення терміну знаходження на вогневій позиції. Тому артилерійські підрозділи не займають вогневих позицій на тривалий час, а переміщуються між районами очікування. Після отримання завдання вони швидко займають завчасно підготовлені вогневі позиції та завдають вогневого ураження противнику [5]. При цьому під час перебування в районах очікування самохідні артилерійські установки знаходяться в постійній готовності до виконання вогневих завдань: працюють засоби визначення установок для стрільби, зв'язку, навігації та інше електричне обладнання. Це зумовлює необхідність здійснення періодичної підзарядки акумуляторних батарей (АКБ), що виконується також за рахунок роботи двигуна базової машини.

Крім того, варто зазначити, що з метою покращення показників головних характеристик вогневого ураження противника (точності та швидкості відкриття вогню) сьогодні в артилерійських підрозділах використовують різноманітні електронні прилади

для виконання заходів підготовки стрільби й управління вогнем, визначення установок для завдання ударів: прилади управління вогнем командира гармати, модеми для передачі даних до старшого офіцера батареї, GPS-навігатори тощо. Дане обладнання також потребує підзарядки і, відповідно, збільшує навантаження на енергетичну складову артилерійської системи. Також перспективними напрямками модернізації існуючих артилерійських самохідних систем є встановлення на них індивідуальних балістичних та метеорологічних станцій, датчиків вимірювання температури зарядів, обліку наявності боеприпасів і пального, контролю наведення гармати та іншого обладнання, що ще збільшить навантаження на енергосистему.

Таким чином, проведений аналіз показує, що окрім переміщення на невеликі відстані між районом очікування та вогневими позиціями, значна частка запасу пального артилерійської системи витрачається на роботу базових двигунів на холостому ході на місці, під час бойової роботи на вогневій позиції та перебування в районах очікування, що негативно впливає на енергетичну незалежність та автономність дій артилерійського підрозділу.

Завдання зі зменшення витрат паливно-мастильних матеріалів та моторесурсу базових машин артилерійських систем, на наш погляд, може бути вирішене завдяки застосуванню таких способів або їх комбінацій:

1. Зменшення витрат електричної енергії в результаті заміни ламп розжарювання на світло діоди. Заміна аналогових приладів на цифрові дозволить вирішити завдання лише частково, тому що основна частина енергії витрачається на наведення, перезаряджання гармати та виконання пострілу.

2. За рахунок встановлення більш економних додаткових знімних джерел живлення завдання буде вирішене лише в частині економного використання моторесурсу двигунів базової машини, однак також буде потребувати витрат, хоча й у менших об'ємах, паливно-мастильних матеріалів, а головне – це не вирішить питання демаскування артилерійського підрозділу звуками двигунів, що працюють.

3. Застосування відомих джерел відновлювальної енергії, зокрема сонячних батарей, сприятиме лише частковому виконанню завдання через недостатню кількість отриманої енергії. Крім того, застосування сонячних батарей буде можливим лише під час проведення навчальних занять та навчань, за умови відсутності вогневої протидії з боку противника.

4. Застосування нових альтернативних джерел відновлювальної енергії, розсіяної в процесі пострілу артилерійської гармати.

Постріл з артилерійської гармати є складним процесом швидкого перетворення хімічної енергії порохового заряду в теплову й кінетичну енергії взаємозалежної системи снаряд – заряд – гармата.

Явище пострілу характеризується: короткочасністю (від декількох до десятків мілісекунд), високими тисками (досягають 600 МПа) та температурами (до 3000 К) [9].

З огляду на перетворення енергії процес пострілу розділяють на 2 етапи: перетворення потенційної хімічної енергії пороху в результаті його горіння в теплову енергію порохових газів та перетворення теплової енергії порохових газів в кінетичну енергію поступального (у гладкоствольних системах) або поступально-обертального (у нарізних системах) руху снаряда.

Повний запас енергії пороху масою  $m_0$  згідно з [10] визначаємо за формулою:

$$E = \frac{m_0 f}{\theta}, \quad (1)$$

де  $f$  – сила пороху (кДж);

$\theta$  – параметр розширення газів, який чисельно дорівнює відношенню роботи розширення газів ізобарного та адіабатичного процесів.

Результати проведених розрахунків кількісних показників енергії, що виділяється в процесі пострілу основними артилерійськими снарядами, за (1) для повного заряду при параметрі розширення  $\theta = 0,2$  та із силою пороху  $f = 950$  кДж наведено в табл. 1.

Таблиця 1

	Марка снаряда				
	122 мм ОФ-462	152 мм ОФ-540	152 мм ОФ-45	152 мм ОФ-29	203 мм 3ОФ-43
Вага порохового заряду, кг	3,8	8,015	8,280	18,4	43,14
Кількість енергії, що виділяється, кДж	18050	38070	39330	87400	204915

Сукупність процесів енергетичного перетворення порохового заряду забезпечує виконання головного завдання – отримання заданої дулової швидкості  $V_0$  снаряда. Для сучасних підкаліберних снарядів  $V_0$  може сягати 1800 м/с.

Енергія, яка витрачається для надання снаряду поступального руху в каналі ствола, дорівнює його кінетичній енергії:

$$E = \frac{qv^2}{2}, \quad (2)$$

де  $q$  – маса снаряда (кг);

$v$  – початкова швидкість снаряда (м/с).

Результати проведених розрахунків кількісних показників енергії, що витрачається на надання снаряду поступального руху, для основних артилерійських систем при використанні повного заряду за (2) наведено в табл. 2.

Таблиця 2

	Марка снаряда				
	122 мм ОФ-462	152 мм ОФ-540	152 мм ОФ-45	152 мм ОФ-29	203 мм 3ОФ-43
Маса снаряда, кг	21,76	43,560	43,560	46	110
Початкова швидкість снаряда, м/с	687	655	667	946	960
Кількість енергії, що витрачається, кДж	5135	9344	9689	20583	50688

Результати розрахунків розподілу енергії, що відбувається під час пострілу основних артилерійських систем на повному заряді, наведено в табл. 3.

Таблиця 3

	Артилерійська система				
	122 мм СГ 2С1	152 мм СГ 2С3	152 мм СГ 2С19	152 мм СП 2С5	152 мм СП 2С7
Кількість енергії, що виділяється, кДж	18050	38070	39330	87400	204915
Кінетична енергія снаряда, кДж	5135	9344	9689	20583	50688
Кількість енергії, що втрачається, кДж	12915	28726	29641	66817	154227
Втрачена енергія, %	71,55	75,46	73,36	76,45	75,26

З табл. 3 видно, що коефіцієнт корисної дії гармати, як теплового двигуна, становить близько 23–28%, це значення може змінюватися залежно від заряду, умов стрільби та технічних характеристик гармати або боєприпасів.

Викладений вище простий аналіз показує, що безповоротна втрата величезних обсягів енергії під час артилерійських пострілів у той час, коли артилерійські підрозділи відчувають гостру потребу в автономних джерелах енергії, є неприпустимою, що зумовлює важливість і актуальність проблемного питання.

Вирішення цього завдання передбачає відбір енергії, розсіюваної під час пострілу, її перетворення в інші види, їх накопичення, збереження та використання для потреб артилерійського підрозділу. Разом з тим, необхідно зауважити, що, оскільки розсіювана енергія має різномірну фізичну природу, то система її відбору, перетворення і накопичення повинна мати комплексний характер. Загальну структуру запропонованої системи показано на рис 1.

Корисна енергія

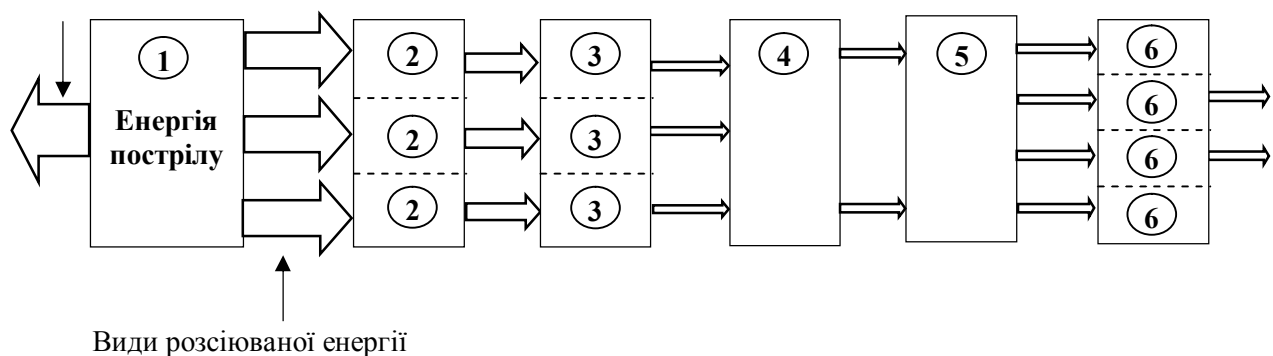


Рис. 1. Узагальнена структура комплексної системи:

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-розподільна підсистема контролю і використання енергії; 6 – пристрої споживання і передачі енергії

Головною умовою 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 розсіяваної енергії, її перетворення у найбільш зручну для використання (електричну енергію) можливий за рахунок використання таких другорядних робіт порохових газів: лінійного переміщення відкатних частин гармати; нагріву ствола внаслідок інтенсивної стрільби; дисипації порохових газів в атмосферу.

У гармат із пружним лафетом (ствол зв'язаний з лафетом через протівідкатні пристрої) під час пострілу відкатні частини (ствол та зв'язані з ним деталі протівідкатних пристроїв) спочатку відкочуються вздовж осі каналу ствола, а потім повертаються у вихідне положення. Наприклад, виконаємо простий розрахунок енергії лінійного переміщення протівідкатних пристроїв. Відкатні частини 122 мм самохідної гаубиці мають масу 1440 кг, довжину відкату 600 мм та швидкість відкату 7–15 м/с. Тобто при максимальних навантаженнях енергія відкату становить 162 кДж. Також в енергетичному перетворенні бере участь енергія накату гармати у вихідне положення, за рахунок чого загальна енергія руху відкатних частин досягає 300 кДж, що становить 1,66% загальної енергії, яка виділяється під час пострілу.

Кінетичну енергію руху відкатних частин можливо перетворювати в інші види корисної енергії за допомогою встановлення системи енергетичних перетворювачів: п'єзоелектричних, індукційних, пневматичних.

Конструктивно п'єзоелектричний перетворювач складається з натискних роликів, закріплених на відкатних частинах, та п'єзоелектричних елементів з пружною прокладкою на нерухомих частинах гармати. При лінійному переміщенні протівідкатні пристрої натискними роликами через пружну прокладку здійснюють ударну дію на п'єзоелектричні елементи, внаслідок чого отримується електрична енергія. [6].

Індукційний перетворювач – це лінійний електромеханічний генератор, що складається з постійних магнітів великої потужності, встановлених через діамагнітну прокладку на стволі гармати (ротор), та закріпленої на нерухомих частинах гармати котушки (статор), причому під час пострілу ротор переміщується всередині статора, унаслідок чого в магнітній котушці останнього збуджується електрорушійна сила та генерується електрична енергія. Основною перевагою лінійного електромеханічного генератора є те, що він не має жодних механічних зчеплень, а тому в процесі експлуатації не зношується і має високу надійність.

Пневматичний перетворювач складається з робочого поршня, з'єднаного з відкатними частинами, та робочого циліндра, закріпленого на нерухомих частинах гармати, випускного клапана та балона для зберігання стисненого повітря. При лінійному русі протівідкатні пристрої переміщують разом із собою робочий поршень, який, рухаючись усередині робочого циліндра, стискає повітря, що при досягненні необхідного тиску через вихідний клапан надходить до ємності для його зберігання. У подальшому енергія стисненого повітря може використовуватися для потреб гармати (підкачки шин, підтримання тиску у врівноважувальному механізмі, накатнику) або надходити до пневматично-електричних перетворювачів та трансформуватися в електричну енергію [7].

Застосування енергетичних перетворювачів, принцип дії яких ґрунтується на використанні енергії лінійного руху відкатних частин, крім основного завдання – отримання електричної енергії та енергії стисненого повітря, буде виконувати ще й додаткове – поглинання частини енергії відкату, що знизить навантаження на противідкатні пристрої, а це, у свою чергу, позитивно вплине на живучість гармати.

Під час горіння порохового заряду, переміщення порохових газів усередині ствола, його взаємного тертя та снаряда частина теплової енергії внаслідок тепловіддачі передається до стінок ствола, що призводить до підвищення його температури, а в процесі інтенсивної стрільби зумовлює значний розігрів, температура ствола гармати при цьому може сягати 400 °С і більше. Охолодження ж відбувається досить тривалий час, наприклад, ствол середнього калібру, нагрітий до температури 300–350 °С, охолоджується на повітрі до 100 °С за 30–60 хвилин, а до температури навколишнього середовища – за 2–3 години залежно від калібру гармати та зовнішніх умов [11]. Розігрів ствола негативно впливає на живучість гармати та точність вогню. Різницю температур ствола та навколишнього середовища можливо використати для отримання електричної енергії за рахунок встановлення термоелектричних перетворювачів.

Термоелектричні перетворювачі складаються з елементів Пельтьє, розміщених на стволі артилерійської системи, який під час інтенсивної стрільби нагрівається, унаслідок чого на термоелектричних перетворювачах генерується електричний струм. Крім основного завдання термоелектричний перетворювач додатково виконує функцію охолодження ствола під час інтенсивної стрільби, що позитивно впливає на його живучість та точність вогню.

У системі відбору та перетворення енергії, розсіяної в процесі пострілу артилерійської системи, можливе використання як окремих перетворювачів, так і їх комбінації для збільшення загальної енергетичної потужності системи.

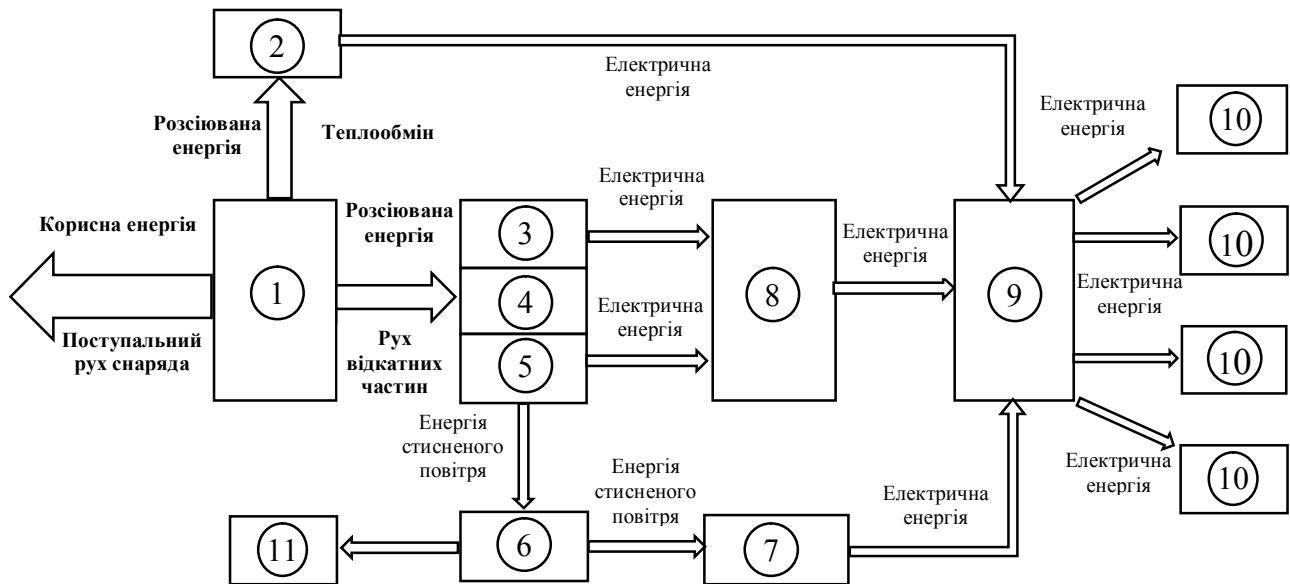
Завдання накопичення і тимчасового зберігання електричної енергії, що формується у вигляді потужних імпульсів, які надходять з розглянутих вище перетворювачів, зручніше всього вирішувати за допомогою застосування батареї іоністорів, ємність яких сягає близько 100 Ф.

Таким чином, до комплексної системи відбору та перетворення енергії, розсіяної під час пострілу артилерійської гармати, входять: система енергетичних перетворювачів, пристрій імпульсного відбору та накопичення енергії, під'єднаний до системи енергоживлення самохідної артилерійської установки.

Дана система функціонує таким чином: під час пострілу, енергетичні перетворювачі, використовуючи другорядні роботи, перетворюють розсіяну енергію в електричну та енергію стисненого повітря. Електрична енергія надходить до пристрою імпульсного відбору, де перетворюється в енергію, що використовується в електричній системі даної артилерійської установки та в подальшому застосовується для підзарядки акумуляторної батареї. Стиснене повітря надходить до ємності для її зберігання, а в подальшому – до системи повітряного живлення артилерійської установки та до пневмоелектричних перетворювачів, де енергія стисненого повітря перетворюється в електричну, а в подальшому передається до АКБ артилерійської системи. При інтенсивній стрільбі зі збільшення температури ствола починається перетворення теплової енергії в електричну

за рахунок елементів Пельтье та відбувається подальша її передача до системи енергоживлення артилерійської системи.

У цілому структуру комплексної системи відбору та перетворення енергії, розсіяної під час пострілу артилерійської гармати, наведено на рис. 2.



*Рис. 2. Загальна структура відбору та перетворення енергії, розсіяної під час пострілу артилерійської гармати:*

*1 – енергія, яка виділяється в процесі пострілу; 2 – термоелектричний перетворювач; 3 – п'єзоелектричний перетворювач; 4 – індукційний перетворювач; 5 – пневматичний перетворювач; 6 – ємність для стисненого повітря; 7 – пневмоелектричний перетворювач; 8 – пристрій імпульсного відбору енергії; 9 – акумуляторна батарея для зберігання і розподілу електричної енергії; 10 – користувачі електричної енергії; 11 – користувачі стисненого повітря*

На даний час забезпечення електричною енергією самохідних артилерійських установок під час ведення вогню покладається на двигун базової машини, який повинен працювати на середніх обертах. При зупинці двигуна також допускається короткочасна стрільба (до 20 пострілів), якщо повністю заряджені акумулятори. Як показує практика, зі збільшенням терміну експлуатації АКБ кількість пострілів, які можливо зробити з двигуном, що не працює, значно зменшується і коливається від 3 до 10, оскільки вимагає постійної підзарядки АКБ від генератора двигуна базової машини.

Таким чином, запропонована комплексна система дозволить створити альтернативну систему енергоживлення, яка за рахунок рекуперації розсіяної енергії порохових газів стане дублюючим джерелом живлення АКБ самохідної артилерійської установки та дозволить забезпечувати довготривале ведення вогню без використання енергії базового двигуна.

**Висновки.** Встановлення в самохідній артилерійській системі додаткової комплексної системи електроживлення на основі відбору та перетворення енергії, розсіяної в процесі пострілу гармати, дозволить збільшити кількість пострілів, які можна виконати без використання енергії двигуна базової машини, що сприятиме



зменшенню витрат паливно-мастильних матеріалів, підвищенню автономності дій артилерійського підрозділу, зменшенню логістичних витрат на забезпечення ведення бойових дій, а в мирний час дозволить знизити витрати на бойову підготовку. Крім того, запропонована система позитивно вплине на живучість гармати завдяки зменшенню витрат моторесурсу базової машини та навантаження на противідкатні пристрої.

Застосування термоелектричних перетворювачів в складі комплексної системи сприяє додатковому охолодженню ствола, що, у свою чергу, позитивно впливає на тривалість і точність вогню.

Важливим також є те, що встановлення даної комплексної системи жодним чином не буде погіршувати основних тактико-технічних характеристик артилерійської системи.

У перспективі передбачено розроблення, встановлення і дослідження аналогічної комплексної системи на причіпну артилерійську гармату, причому заплановано розглянути можливість вирішення завдання забезпечення її автономного переміщення на відстань 100–200 м за рахунок енергії, накопиченої в процесі пострілів.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Renewable Energy for Military Installations [Electronic resource] // American Council on Renewable Energy. – 2014. – Mode of access : <http://www.acore.org/renewable-energy-for-military-installations>.
2. New Energy Technologies Could Provide Military With Inexhaustible Power Sources [Electronic resource] // NDIA's business & Technology Magazine. – 2014. – Mode of access : <http://www.nationaldefensemagazine.org/archive/2014/November/Pages/New-Energy-Technologies-Could-Provide-Military-With-Inexhaustible-PowerSources.aspx>.
3. SFC Energy delivers 50 light weight alter native power sources to U.S. Army Operational Test Command [Electronic resource] // SFC energy. – 2012. – Mode of access : <http://www.sfc.com/en/press/press-releases/sfc-energy-delivers-50-lightweight-alternative-power-sources>.
4. Military's Shift Toward Renewable Energy [Electronic resource] // Armed with science. – 2015. – Mode of access : <http://science.dodlive.mil/2015/08/12/militarys-shift-toward-renewable-energy>.
5. Особливості застосування підрозділів ракетних військ і артилерії у специфічних діях за досвідом антитерористичної операції / [П. П. Ткачук, С. М. Свідерок, М. В. Бахмат та ін.]. – Львів : НАСВ, 2016. – С. 33–40.
6. Пат. 110392 Україна, МПК Н 02 N 2/18 F 03 G 3/00. Спосіб і пристрій для отримання електричної енергії на основі використання розсіювання енергії гарматного пострілу / Ю. В. Шабатура, М. В. Баландін. – № А201400961 ; заявл. 26.08.2014 ; опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24.
7. Пат. 103082 Україна, МПК F 41 A 25/00 F 41 A 25/02. Пристрій для отримання енергії стисненого повітря на основі використання розсіюваної енергії гарматного пострілу / Ю. В. Шабатура, М. В. Баландін. – № U201401250 ; заявл. 10.02.2014; опубл. 10.12.2015, Бюл. № 23.
8. Словарь ракетных и артиллерийских терминов / [В. И. Пиратов, М. В. Кудрявцев, В. И. Волобуев и др.]. – М. : Военное изд-во, 1989. – С. 78.

9. Баллистика ствольных систем / [В. В. Бурлов, А. Ю. Козлов, В. В. Грабин и др.]. – М. : Машиностроение, 2006. – С. 56.
10. Рыжов К. В. Теплотехника и внутренняя баллистика / К. В. Рыжов. – Пенза, 1971. – С. 293.
11. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного и артиллерийского оружия / [В. Л. Баранов, М. М. Бирюков, А. В. Белов и др.]. – Волгоград : ВГТУ, 2002. – С. 84.

Подано 06.06.2017

**Ю. В. Шабатура, М. В. Баландин**

**ПОВЫШЕНИЕ БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ**

*В статье рассмотрены возможные пути решения проблемы повышения боевой эффективности артиллерийского подразделения за счет увеличения его энергетической независимости на основе дополнительного оснащения самоходной артиллерийской системы комплексной системой альтернативного питания, что позволит уменьшить расход горюче-смазочных материалов и продлить ресурс работы двигателя базовой машины.*

*Принцип действия предлагаемой системы заключается в использовании энергии, которая рассеивается в процессе выстрела артиллерийского орудия. Проведенные исследования показали, что при этом основная часть энергии порохового заряда рассеивается и затрачивается на выполнение второстепенных работ, которые могут быть использованы для получения полезных видов энергии: электрической и энергии сжатого воздуха. Такими видами второстепенных работ являются линейное перемещение откатных частей орудия, нагрев ствола вследствие интенсивной стрельбы и диссипация пороховых газов в атмосферу.*

*Задача отбора и преобразования энергии, которая рассеивается, возлагается на систему энергетических преобразователей: индукционных, пьезоэлектрических, термоэлектрических и пневматических. Кроме выполнения основной задачи по превращению рассеиваемых видов энергии установка предложенной системы положительно повлияет на живучесть орудия благодаря уменьшению нагрузки на противооткатные устройства и повысит точность огня вследствие дополнительного охлаждения ствола. При этом использование предложенной системы не будет ухудшать основные тактико-технические характеристики артиллерийской системы и баллистические характеристики выстрела.*

**Ключевые слова:** *энергия, которая рассеивается, выстрел артиллерийского орудия, боевая эффективность, дополнительный источник энергии.*

**U. V. Shabatura, M. V. Balandin**

**INCREASING THE AMBITIOUS OPPORTUNITIES OF THE ARTILLERIC DIVISION BY THE ACCOUNT OF ALTERNATIVE SOURCES OF NUTRITION**

*The article discusses possible solutions to the problem of increasing the artillery unit combat effectiveness by increasing its energy independence through additional equipment self-propelled*

*artillery system integrated alternative power supply that will reduce the consumption of fuel and extend the life of the base machine engine.*

*The principle of the proposed system is to use the energy that is scattered during firing artillery. Conducted researches has shown that most of the powder charge energy is dissipated during the shot and consumed to secondary operations. These types of secondary operations are the linear movement of sliding parts, gun tube heating due to intense fire and powder gases dissipation in the atmosphere. This energy may be used to produce useful forms of energy - electricity and compressed air energy.*

*The task of selecting and converting dissipating energy relies on transducers - inductive, piezoelectric, thermoelectric and pneumatic. In addition to the main task of transforming the scattered energies the proposed system will take positively affect to the gun vitality by reducing the load on the device recoil and increase accuracy of fire due to additional cooling of the gun tube. The use of the proposed system would not impair the basic performance characteristics of artillery systems and not worsen the ballistic characteristics of the shot.*

**Keywords:** *energy, dissipating energy, firing artillery, combat effectiveness, complementary sources of nutrition.*