

А. В. Головань
П.П. Бордіян

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЇ УЛАМКІВ ОСКОЛКОВО-ФУГАСНИХ СНАРЯДІВ

Військова академія, м. Одеса

Анотація

Стаття присвячена питанням підвищення ефективності уламкової дії осколково-фугасних снарядів (ОФС). Розглядаються основні параметри, що впливають на формування уламкового поля, включаючи матеріал корпусу, конструктивні особливості, тип вибухової речовини та методи детонації. Запропоновано рекомендації щодо вдосконалення уламкової дії за рахунок оптимізації матеріалів, геометрії корпусу, застосування адаптивних боєприпасів та новітніх технологій, таких як 3D-друк металами та числове моделювання. Особливу увагу приділено перспективним підходам, зокрема використанню програмованих боеголовок та інтелектуальних детонаторів.

Ключові слова: уламкова дія, осколково-фугасні снаряди, адаптивні боєприпаси, інтелектуальні детонатори, 3D-друк металами, числове моделювання, оптимізація конструкції, фрагментація снаряда, бойова ефективність.

Abstract

The article is devoted to improving the effectiveness of the fragmentation action of high-explosive fragmentation (HE-FRAG) shells. The main parameters affecting the formation of the fragmentation field are considered, including shell material, structural features, type of explosive, and detonation methods. Recommendations for enhancing fragmentation performance through material optimization, shell geometry refinement, the application of adaptive munitions, and advanced technologies such as metal 3D printing and numerical modeling are proposed. Special attention is given to promising approaches, particularly the use of programmable warheads and intelligent detonators.

Keywords: fragmentation effect, high-explosive fragmentation shells, adaptive munitions, intelligent detonators, metal 3D printing, numerical modeling, design optimization, shell fragmentation, combat efficiency.

Вступ

Осколково-фугасні снаряди (ОФС) є одним із ключових типів боєприпасів, що використовуються для ураження живої сили та легкоброньованої техніки противника. Основним вражаючим елементом цих снарядів є уламки, що утворюються внаслідок детонації заряду. Підвищення ефективності дії уламків є важливим завданням для конструкторів та аналітиків, оскільки це дозволяє покращити бойові характеристики снарядів при збереженні економічної доцільності їхнього виробництва. Основні напрями, які впливають на ефективність уламкової дії осколково-фугасних снарядів висвітлені в роботах [1–7], що надають цінну інформацію щодо конструкції, матеріалів та новітніх технологій.

Результати дослідження

У роботі досліджені основні параметри, що впливають на ефективність уламкової дії осколково-фугасних снарядів, а саме:

- матеріал корпусу снаряда;
- конструкція корпусу;
- тип вибухової речовини та спосіб детонації;
- форма та розмір уламків;
- аеродинаміка розльоту уламків.

Так використання високоміцних сталей, титанових сплавів або спеціальних композитів у якості матеріалу корпусу снаряду може підвищити кількість та початкову швидкість уламків, а леговані сталі з високою твердістю та пластичністю забезпечити оптимальне співвідношення між утворенням дрібних та великих уламків.

Попередньо ослаблені корпуси снарядів дозволяють контролювати розмір та форму уламків, що підвищує їхню летальність, а використання радіальних надрізів або попередньо формованих уламків у вигляді сферичних або кубічних елементів забезпечує рівномірний розподіл уламків.

Вибір вибухових речовин з високим питомим імпульсом сприяє збільшенню швидкості уламків, а використання багатоточкової детонації дозволяє більш рівномірно розподілити енергію вибуху.

Щодо форми та розміру уламків. Оптимальним вважається формування уламків масою від 0,1 до 10 г, що забезпечує ефективне ураження живої сили в радіусі дії.

Аеродинамічні характеристики уламків, такі як площа поперечного перерізу та форма, впливають на дальність польоту та кінетичну енергію. Разом з тим контрольований кут розльоту уламків (наприклад, за рахунок форми заряду) дозволяє підвищити ефективність ураження цільових об'єктів, а використання спрямованого вибуху може суттєво збільшити здатність снарядів щодо ураження.

Результати аналізу літератури та проведених досліджень дозволили розробити наступні рекомендації щодо підвищення ефективності уламкової дії:

оптимізація матеріалів корпусу за рахунок використання композитних матеріалів або наноструктурованих сплавів, що може значно покращити характеристики уламкової дії та впровадження багатошарових корпусів, що містять комбінацію кераміки, металів та полімерних зв'язуючих матеріалів, що дозволить регулювати фрагментацію;

вдосконалення геометрії корпусу шляхом впровадження модульних корпусів із зональною міцністю, що дозволяє створювати уламки оптимальної маси та форми та застосування керованої фрагментації через прецизійні насічки або мікрокапсульовані слабкі зони, що дозволить підвищити однорідність уламкового поля;

застосування новітніх методів моделювання, наприклад, використання числового моделювання методом кінцевих елементів для прогнозування уламкової дії снарядів та коригування конструктивних параметрів, проведення аналізу за допомогою штучного інтелекту, що дозволить визначати оптимальні характеристики вибуху для максимізації уламкового ураження;

розробка адаптивних боєприпасів передбачає: інтеграцію інтелектуальних детонаторів, що змінюють характеристики вибуху залежно від умов бою, використання програмованих боєголовок, які можуть змінювати параметри вибуху в залежності від типу цілі, впровадження датчиків, що аналізують відстань до цілі, матеріал перешкод і щільність об'єкта та дозволяють адаптувати режим детонації для максимального ураження, використання мультиспектральних сенсорів для розпізнавання типу цілі та коригування напрямку уламкового поля, випробування боєприпасів із можливістю дистанційного програмування режиму вибуху перед запуском або під час польоту;

використання передових технологій виготовлення снарядів, а саме: адитивне виробництво (3D-друк металами) дозволяє створювати корпуси з оптимізованою структурою для покращення уламкової дії, а лазерне гартування та інші методи зміцнення поверхонь можуть підвищити контрольованість процесу фрагментації;

дослідження біомеханічного впливу уламків шляхом аналізу ефективності уламків на основі вивчення їх впливу на тканини та матеріали дозволить краще адаптувати снаряди до конкретних бойових завдань, а оптимізація кінетичних параметрів уламків для забезпечення максимального проникнення та ураження.

Висновки

Підвищення ефективності уламкової дії осколково-фугасних снарядів можливе за рахунок комплексного підходу до вибору матеріалів, конструкторських рішень та способів детонації. Сучасні технології, такі як 3D-друк металами, комп'ютерне моделювання та застосування штучного інтелекту, відкривають нові перспективи в розробці боєприпасів з покращеними характеристиками. Подальші дослідження у цій сфері сприятимуть підвищенню бойової ефективності та зменшенню небажаних побічних ефектів застосування ОФС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жолудев С.А., Петренко В.М. Числове моделювання вибухових процесів в артилерійських боєприпасах. Військово-технічний збірник. – 2022. – №7. – С. 98–107.
2. Кузьменко С.О. Вплив матеріалу корпусу снаряда на формування уламкового поля. Науковий журнал "Озброєння та військова техніка". – 2021. – №3(45). – С. 123–131.

3. Манжос В.В., Іваненко В.П. Уражаюча дія уламків артилерійських боєприпасів. Вісник Національного технічного університету України. – 2020. – №12. – С. 45–52.
4. Ткаченко О.І., Гаврилюк П.М. Моделювання процесів фрагментації корпусів осколково-фугасних снарядів. Збірник наукових праць ІНДІ ОБТ ЗСУ. – 2019. – №5. – С. 78–85.
5. Held, M. Advances in Warhead Technology. Journal of Battlefield Technology. – 2006. – Vol. 9, No. 2. – P. 17–23.
6. Brown, P. Adaptive Munitions and Their Impact on Modern Warfare. Defence Technology Review. – 2023. – Vol. 11, No. 1. – P. 55–67.
7. Mott, N.F. Fragmentation of Shell Cases // Proceedings of the Royal Society of London. Series A. – 1947. – Vol. 189. – P. 300–308.
8. Булгаков Р.В., Головань А.В., Головань В.Г., Нікул С.О. Методичний підхід до моделювання процесів розвитку озброєння та військової техніки. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ: Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції (Львів, 14 травня 2021 р.). – Львів: НАСВ, 2021. – С.124–125.

Головань Артур Вячеславович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри ракетно-артилерійського озброєння, e-mail: dopler@ukr.net Військова академія, м. Одеса

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5650-2972>

Бордіян Павло Павлович – начальник кафедри ракетно-артилерійського озброєння, e-mail: bordijnprawa82@gmail.com Військова академія, м. Одеса

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0310-9808>

Військова академія, вул. Фонтанська дорога, 10, м. Одеса, 65009

Golovan Artur Vyacheslavovych - PhD, associate professor, associate professor of the Department of Missile and Artillery Weapons, e-mail: dopler@ukr.net Military Academy, Odesa

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5650-2972>

Bordiyanyan Pavlo Pavlovich – the head of the Department of Missile and Artillery Weapons, e-mail: bordijnprawa82@gmail.com Military Academy, Odesa

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0310-9808>

Military Academy, str. Fontanska doroga, 10, m. Odesa, 65009