

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2020.13.1.131-141>

УДК 355.

С.А. Григоренко

В.П. Бордіян

В.Л. Лисковчук

П.П. Бордіян

О.В. Малишкін

Військова академія (м. Одеса), Україна

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСКОЛКОВИХ ПОЛІВ

У статті розглядаються основні характеристики осколкового поля або потоку вражаючих елементів на одиницю площі цілі, що вражається, яка знаходиться під довільним кутом по відношенню до осі основного боєприпасу.

Ключові слова: характеристика осколкового поля, вражаючі елементи, боєприпаси.

Постановка проблеми

Пішло в історію ХХ століття – століття стрімкого науково-технічного прогресу та двох світових війн. Зокрема, неможливо зараз знайти яку-небудь галузь науки та техніки, в яких не було б винайдено масштабного відкриття та технологічних проривів [9]. Звісно, що багато з них інтенсивно використовуються в цілях забезпечення безпеки держав, а саме, у військово-технічній галузі, в результаті чого були створені найрізноманітніші засоби ураження (ЗУ) та боєприпаси (БП) як для збройних сил, так і для інших силових структур [7]. І хоча останнє десятиріччя ХХ століття й початок ХХІ століття ознаменувались припиненням протистояння військово-політичних блоків, підпорядкованих наддержавам, та зміною міжнародної обстановки, звичайні ЗУ та БП залишаються основним фактором утримання та збройного впливу в можливих міжрегіональних конфліктах та локальних конфліктах.

Даний висновок наочно підтвердили результати проведення операції «Буря в пустелі» угрупованням багатонаціональних сил проти Іраку в 1991 році. Тоді в тактичній смузі оборони від артилерійського вогню іракські війська понесли більше 50% загальних втрат. Аналогічна ситуація мала місце в Іраку й в 2003 році, під час проведення операції «Шок і тремтіння», а також під час проведення АТО та ООС з 2014 року, на території України [8].

Забезпечення військової безпеки і надалі залишається важливим завданням будь-якої держави. Її рішення в сучасних умовах, коли боєздатність збройних сил все більш залежить від науково-технічного рівня і якості озброєння та боєприпасів, які потребують безперервного удосконалення військової техніки, боєприпасів, які в свою чергу, ведуть до необхідності кардинального підвищення рівня підготовки спеціалістів, зайнятих винахідницькою діяльністю, розробкою й експлуатацією озброєння та боєприпасів. Останнє в значній мірі стримується браком сучасної навчальної науково-технічної літератури, присвяченій структурованому опису потоку вражаючих елементів взаємопов'язаних зразків і типів боєприпасів [1].

Пропонована читачам стаття має за мету частково доповнити ці невивантажені дані й спробою надати цілісну й систематизовану картину, перспектив та тенденцій їх розвитку з усією різноманітністю зв'язаних з цим науково-технічних, конструкторсько-технічних, конструкторсько-технологічних й експлуатаційних проблем.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій

Високоточна зброя, яка розглядається більшістю розвинутих країн, як основний вид перспективного озброєння, яке необхідно для ведення «безконтактних» війн майбутнього, та теорія управління мають служити предметом окремої монографії.

Враховуючи, що теорія вибухових речовин і теорія фізичних процесів, які проходять при дії боеприпасів, в тому числі детонаційних та ударних хвиль, досить докладно продемонстровані в двохтомній монографії «Фізика вибуху», в цій статті приведені тільки основні розрахункові формули, необхідні для практичного проектування ЗУ й БП.

Варто відмітити, що питання бойової ефективності систем зброї, засобів ураження та боеприпасів вже давно оформлені в окрему навчальну дисципліну.

Поява в останнє десятиріччя потоку відкритої інформації для спеціалістів в галузі розробки, випробувань та експлуатації озброєння та військової техніки в більшості допомогло при підготовці й виданню цієї статті [6].

Активна участь українських виробників у продажі озброєння та військової техніки десяткам країн світу активізувало показ вітчизняних зразків на багатьох виставках і випуск високоякісних каталогів й рекламних буклетів, в яких описані як конструкції пропонованих на експорт виробів військово-технічного призначення, так й їх основні тактико-технічні характеристики .

У відкритому друці з'являються нові ілюстровані енциклопедії по озброєнню та військовій техніці.

Планується видання окремих праць з основ проектування високоточних ракетних комплексів, фізичним основам теорії вибуху, вибуховим речовинам, проектуванню БП, випробуванню й експлуатації озброєння та військової техніки, технології виробництва БП й ЗУ.

Протягом останніх років були зняті обмеження на відкриту публікацію великої кількості спеціальних навчальних посібників, різних настанов і керівництв з експлуатації ЗУ та БП.

Детальна інформація про засоби ураження та боеприпаси стала розміщуватись в інтернет-джерелах спеціалізованих видань, військово-технічних музеїв, ведучих фірм з продажу озброєння та організацій-виробників різного виду озброєнь та військової техніки.

Мета статті – визначити основні характеристики осколкового поля або потоку вражаючих елементів - напрямок, швидкість руху, а також його щільність (число ВЕ, що доводяться на одиницю площі, що перетинається).

Викладення основного матеріалу дослідження

Розглянемо типову картину осколкових потоків, що з'являються при статичних підривах осколково-фугасного снаряду (ОФС) (Рис.1) у кругове поле, що формується осколками стінок, йде до 70% маси корпусу, у головному напрямку розлітається близько 20% та назад – близько 10% осколків.

В динамічних умовах, наприклад, при підриві в заданій точці траєкторії, боковий потік осколків отримує певне схилення в напрямку вектора швидкості снаряду $V_{ш}$ (Рис. 2). У випадку наземного підриву при установці підривника на миттєву дію створюється зона ураження наземних цілей у вигляді еліпса, розміри якого обмежені забійним інтервалом, при цьому виділяються сектори розльоту осколків бокової, головної й донної частини корпусу (Рис. 3).

Співвідношення розмірів $L_{г}/L_{ш}$ (глибини та ширини) зони ураження зростає зі збільшенням кута зустрічі θ_c та для більшості ОФС складає 0,15/0,50. При великих кутах зустрічі, близьких до 90° (це характерно для ОБП типу ОАБ, ОФАБ, артилерійських мін та ін.), зона ураження за формою наближається до кругової.



Рис. 1. Напрямок потоків осколків при статичному підриві ОФС

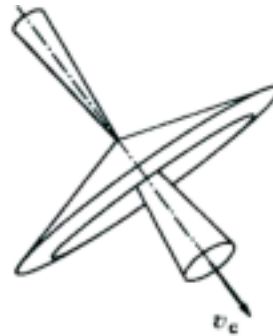


Рис. 2. Схема осколкових потоків при підриві ОФС на траєкторії

Конфігурація і розміри зони ураження враховуються при оцінці бойової ефективності ОБП, як приклад при розрахунку площі приведеної зони ураження $S_{пр}$. Основний етап рішення цього завдання пов'язаний з знаходженням характеристик осколкового поля для статичних умов.

Найбільш точно ці характеристики визначаються експериментально при проведенні стандартних полігонних випробувань шляхом підриву нерухомого ОБП в щитовій мішеневій обстановці (Рис. 4). В якості щитів використовуються дюралюмінієві або частіше сталеві листи, на одній зі сторін яких наноситься координатна сітка [1]. При пробитті щитів потоком осколків виникають досить яркі спалахи, які фіксуються швидкісними кінокамерами. Обробка план-мап щитів (Рис. 5) та матеріалів оптичної зйомки дозволяє визначити кутові розподілення чисел осколків $f(\phi)$ та швидкість $V_0=g(\phi)$ в п'ятиградусному або двохградусному секторах зони розльоту, при цьому результати випробувань перераховуються на сферу. Швидкість розльоту осколків в кутових зонах вираховується за допомогою оптичної зйомки часу прольоту осколком відстані від місяця підриву до щита.

Також із розподіленнями $f(\phi)$ та $V_0(\phi)$ при проведенні щитових випробувань знаходять межі сектора розльоту осколків, передній ϕ_1 та задній ϕ_2 кути поля, а також величину $\Delta\phi=\phi_2-\phi_1$. На практиці за кут $\Delta\phi$ приймають кут розльоту 80, 90 або 100% осколків.

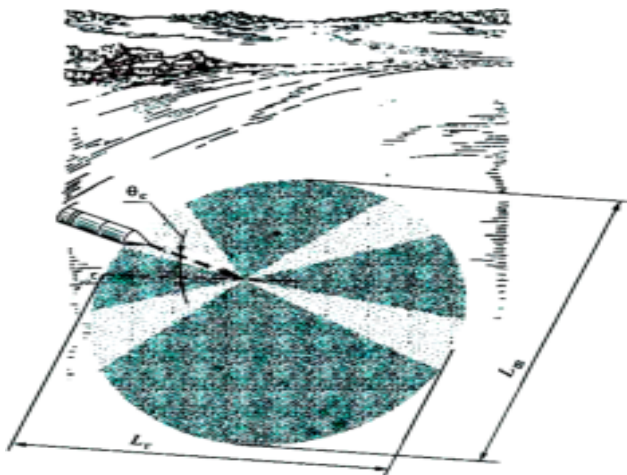
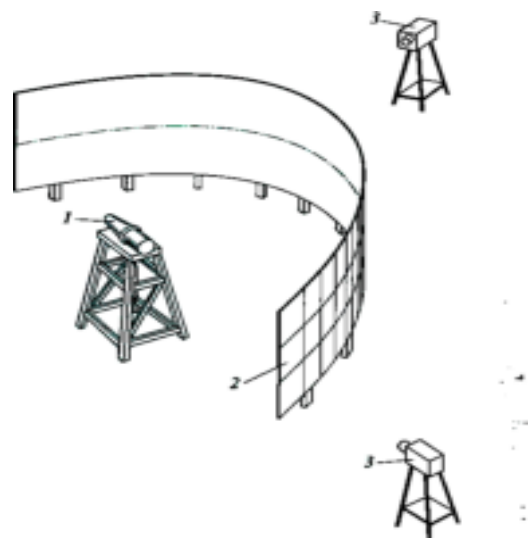


Рис. 3. Зона ураження наземних цілей осколками ОФС



1 - ОБП; 2 - щит; 3 - швидкісні кінокамери
Рис. 4. Схема щитової мішеневій обстановки

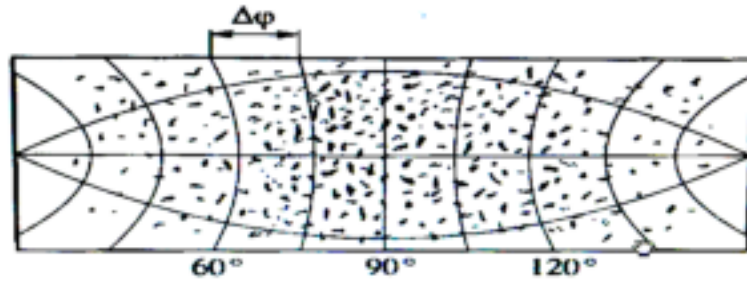


Рис. 5. План-мапа щита мішеневої обстановки

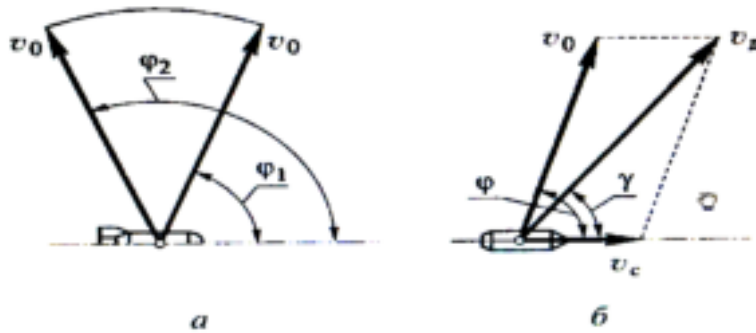


Рис. 6. Межі сектора розльоту ВЕ при підриві ОБП в статичних умовах (а) та зміна положення цих меж при підриві на траєкторії (б)

Використовуючи векторну суму швидкості осколків V_0 та власної швидкості ОБП $V_{ш}$, можна знайти значення кутових меж осколочного поля при підриві на траєкторії (Рис. 6 а, б) та результуючу (динамічну) швидкість осколків V_d за співвідношенням

$$P(R, \varphi') = \frac{n \cdot f_p(\varphi')}{2\pi R^2 \sin \varphi'} \quad (1)$$

$$\varphi' = \arctg \frac{v_0 \sin \varphi}{v_{ш} + v_0 \cos \varphi} \quad (2)$$

Використовуючи формули (1) та (2), можна визначити передні та задні динамічні кути поля γ_1 та γ_2 та відповідні швидкості V_{d1} та V_{d2} , а також динамічну щільність поля P_d на різноманітних відстанях від точки підриву.

Межі секторів зони ураження на місцевості при наземному підриві (Рис. 7) представляють собою сліди перетинання конічних поверхонь з площиною поверхні землі [2]. Кутові межі сектора на місцевості визначаються наступними виразами:

$$\xi_1 = \arccos \frac{\cos \gamma_1}{\cos \theta_0} \quad \xi_2 = \arccos \frac{\cos \gamma_2}{\cos \theta_0} \quad (3)$$

В радіальному напрямку сектори зони ураження обмежені дугами кола радіусом, який дорівнює вбивчому інтервалу $I_{вб}$.

При відомих конфігурації та розмірами зони ураження можливо порахувати площу приведеної зони ураження $S_{ур}$, яка є характеристикою вражаючої дії ОПБ, залежної від параметрів уразливості цілей.

На практиці ефективність осколкової дії БП по тому чи іншому виду цілей характеризується розмірами (або площиною) зон суцільного та дійсного ураження. Межею зони суцільного ураження вважається відстань, на якій вірогідність ураження даного типу цілей дорівнює 0,63, а межі зони дійсного ураження визначаються рівнем вірогідності ураження, рівним 0,5.

Важливий момент при оцінці бойової ефективності – врахування вірогідного характеру положення точки підриву ОБП по відношенню до цілі, що обумовлено насамперед траєкторним розсіюванням. При наземних підривах траєкторне розкидання виражається у вигляді еліпсу розсіювання, а при повітряних – мірою й напрямком промаху. Для підвищення вірогідності ураження необхідно узгодити положення зон ураження й розсіювання. Зокрема, проблема такого узгодження досить гостро повстає при настільній стрільбі, тобто при малих кутах зустрічі Θ_c , коли еліпс розсіювання сильно подовжений у напрямку стрільби (відношення довжин повздовжніх та поперечних осей еліпса досягає 40-50), а сектори зони ураження розміщені перпендикулярно до напрямку стрільби. В цьому випадку еліпс розсіювання та приведена зона ураження мають незначну загальну площу, в межах якої вірогідність ураження цілі не дорівнює нулю.

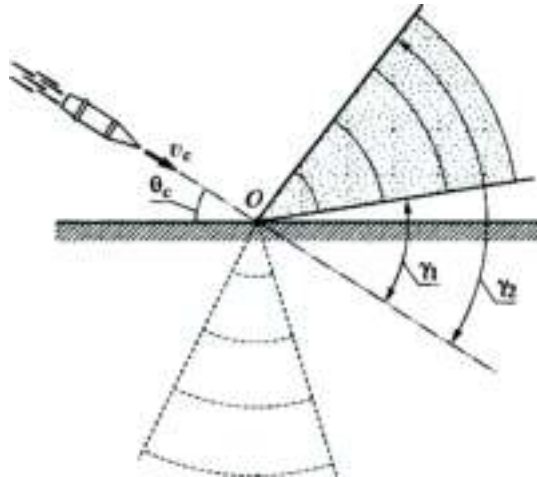


Рис. 7. Сектори зони ураження на місцевості при наземному підриві ОФС

Таким чином, при малих кутах зустрічі Θ_c важлива не стільки площа приведеної зони ураження, скільки конфігурація поля ураження та його положення відносно еліпсу розсіювання. Саме ця обставина обумовлює високу ефективність ОБП з осьовими потоками ВЕ, до якого насамперед відноситься шрапнель.

За формою зони ураження ОБП з осьовими потоками ВЕ помітно відрізняються від зон ураження ОБП з коловими осколковими полями. Підрив шрапнельних ОБП (Рис.8) продукується на певній висоті H над поверхнею землі, а металеві ВЕ створюють осколкове поле у формі конуса з кутом при вершині 2ϕ . На поверхні землі зона ураження має вид еліпсу з осями $L_{ш}$ та $L_{г}$, визначаючими ширину й глибину зони ураження [2]. Наприклад, для 76-мм шрапнельного снаряду при стрільбі на середній дальності та при підриві на оптимальній висоті значення $L_{г}$ складає 150-200м, а $L_{ш}=20 - 25$ м.

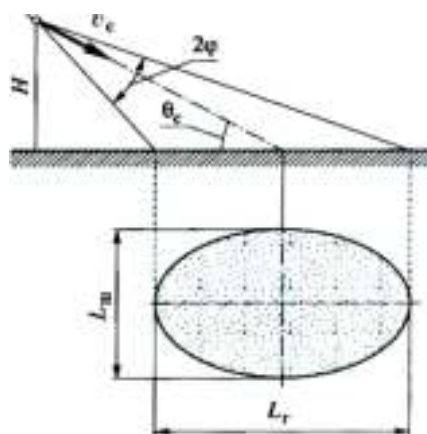


Рис. 8. Зона ураження наземних цілей шрапнельним снарядом

Швидкості ВЕ в осьовому потоці знаходять у вигляді суми швидкості метання й власної швидкості снаряду: $V_d = V_c + V_o$. Так як швидкість метання ВЕ в шрапнелях зазвичай невелика (100-200 м/с), то результуюча швидкість ВЕ V_d визначається в основному швидкістю самого снаряду. Кут розльоту 2ϕ для таких ОБП зазвичай становить 10-20°.

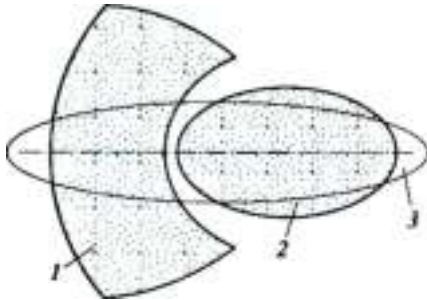


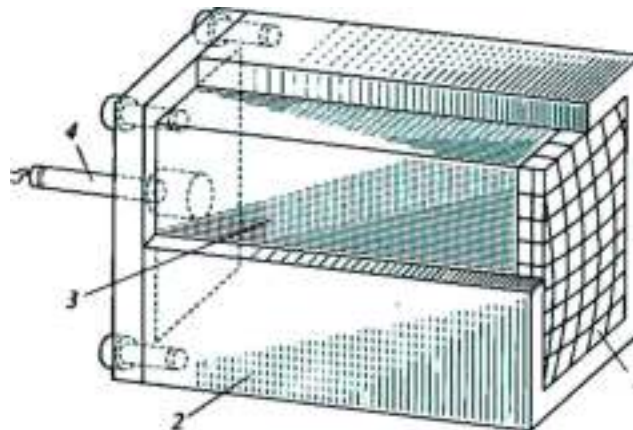
Рис. 9. Зона ураження наземних цілей снарядом типу «вибухова шрапнель»;
1 - зона ураження осколками корпусу;
2 - зона ураження переднім блоком ГВЕ;
3 - еліпс розсіювання

Для метання ВЕ в шрапнелях використовують порохові вибивні заряди, при цьому корпус снаряду залишається не знищеним [2]. При зміні порохів шашок на БВР отримують не тільки приріст швидкості метання ВЕ V_o , але й забезпечують дроблення корпусу на уламки. Зона ураження наземних цілей при цьому буде комбінацією колового поля осколків корпусу й осьового потоку ВЕ (Рис. 9), а узгодження розміщення зон ураження й еліпсу розсіювання може привести до суттєвого підвищення вірогідності ураження цілей.

Окрім шрапнелей існують інші типи ОБП, утворюючих осьові чи направленні потоки ВЕ (аксіальні БЧ, інженерні міни і т.п.), в яких вживаються високо-бризантні ВР, які забезпечують високі швидкості метання ВЕ (1000 м/с та більше).

Параметри осьових потоків ВЕ (напрямок, швидкість метання, щільність поля) залежать як від характеристик навантаження, так і конструктивних особливостей ОБП. При підриві аксіальної БЧ з квадратним, у плані блоком ГВЕ, (Рис. 10) потік ВЕ створює піраміду з поперечним січенням у формі квадрату, вид поля пробоїн на сталевому щиті, встановленому на шляху потоку ВЕ (Рис. 11, а), говорить про те, що поперечна конфігурація осколкового поля в цілому повторює форму блока ГВЕ [3]. Розподілення ВЕ в повздовжньому напрямку розльоту вдається визначити за допомогою рентгеноімпульсної зйомки потоку в польоті з представленої рентгенограми можна бачити, що вже на невеликій відстані осколковий потік стає ешелонованим, тобто ВЕ центральної зони блока мають більш високі швидкості у порівнянні з периферійним ВЕ, до речі різниця в швидкостях складає 15-20%.

Конструктивні особливості ОБП дозволяють керувати характеристиками осколкових полів в достатньо широких межах. Так, в конструкціях ОБП з осьовим метанням ВЕ при плоскому торційному ініціюванні заряду ВР (наприклад, за допомогою системи багато точкового ініціювання) утворюється вузько спрямований потік ВЕ з кутом 2ϕ (Рис. 12, а), не перевищуючим 10°. При одно точковому ініціюванні заряду ВР на осі (Рис. 12, б) кут потоку збільшується до 15°. При зміщенні точки ініціювання (Рис. 12, в) увесь потік ВЕ відхиляється від осьового напрямку, при цьому кут схилу досягає 10°.



1 – блок ГВЕ; 2 – корпус; 3 – заряд ВР; 4 – детонатор

Рис. 10. Схема аксіальної БЧ з квадратним блоком ГВЕ

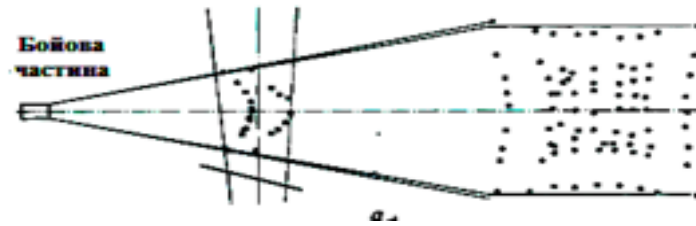
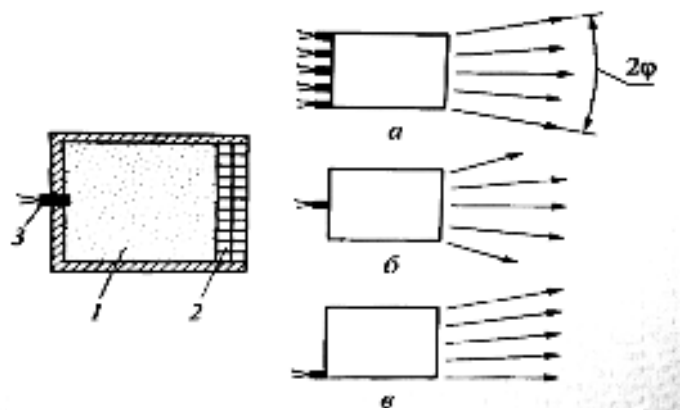


Рис. 11. Розподілення ВЕ у потоці після підриву аксіальної БЧ, а – дія ВЕ по сталевому щиту-мішені

Аналогічна картина спостерігається й для вісьосиметричних ОБП з коловими полями ураження. Вид функції розподілення чисел осколків в кутових зонах $f(\varphi)$ змінюється в залежності від положення точки ініціювання на вісі симетрії (Рис. 13) максимальне значення кута розльоту $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ досягається при центральному ініціюванні, а при терційному ініціюванні відбувається зміщення потоку осколків в сторону, протилежну точці ініціювання.

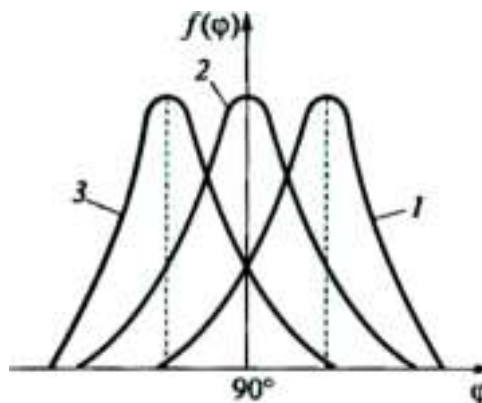
Значною мірою керувати кутами розльоту й щільністю потоку ВЕ можливо зміною форми осколкової оболонки чи блоку ВЕ, надаючи блоку ВЕ ввігнуту або увігнуту форму, отримують широкі або вузькі зустрічні потоки при осьовому метанні ВЕ (Рис. 14) [3]. Аналогічних результатів досягають й для вісьосиметричних ОБП з коловими осколковими полями (Рис. 15).



*а - багато точкове (плоске) терційне ініціювання;
б - одно точкове центральне терційне ініціювання;
в - одно точкове терційне ініціювання зі зміщенням;
1 - заряд ВР; 2 - блок ГВЕ; 3 - точка ініціювання*

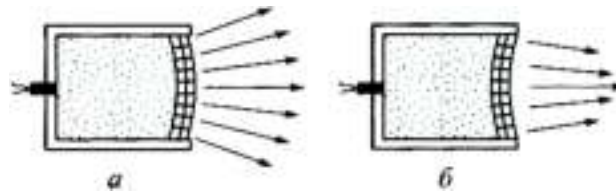
Рис. 12. Керування кутом розльоту ВЕ за допомогою системи ініціювання

Зокрема, на практиці, окрім розглянутих способів реалізуються й більш складні системи управління характеристиками осколкових полів, враховуючи особливості бойового застосування ОБП. Наприклад, у ряді конструкцій осколкових БЧ (ОБЧ) зенітних керованих ракет, спрацьовуючих при певному промаху по відношенню до цілі, використовуються системи багато точкового ініціювання, при цьому підривники приводять в дію той вузол чи групу вузлів ініціювання, котрі забезпечують метання потоку ВЕ в напрямку цілі.



1 – зі сторони лівого торця; 2 – в центрі заряду; 3 – зі сторони правого торця

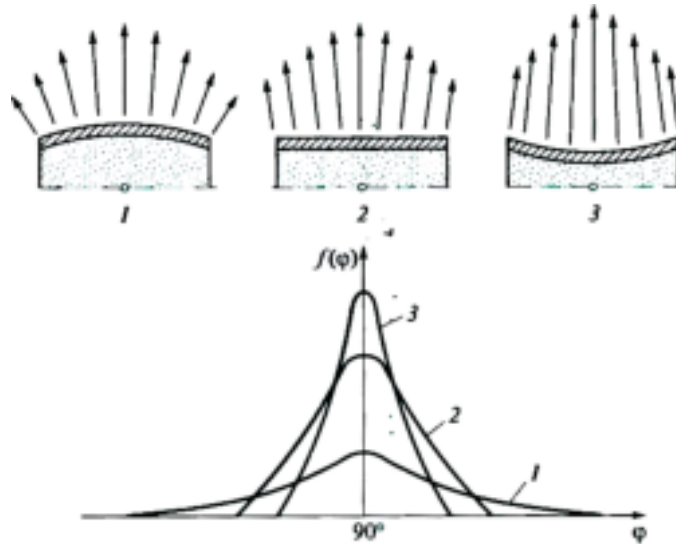
Рис. 13. Вид функції розподілення чисел осколків в кутових зонах $f(\varphi)$ змінюється в залежності від положення точки ініціювання на вісі симетрії



a – блок ГВЕ опуклої форми; б – блок ГВЕ увігнутої форми

Рис. 14. Вплив форми блоку ГВЕ аксіальної БЧ на кут розльоту ВЕ

В схемі одного з варіантів ОБЧ вибірково скерованої дії ГВЕ розміщені в центральній зоні БЧ, а блоки ВР – на її поверхні (Рис. 16). Спрацювання певного вузла ініціювання викликає підрив тільки тієї частини заряду ВР, котра метає ВЕ в потрібному напрямку, залишкова частина заряду ВР не підривається. Також показано (Рис. 16) вплив розмірів зони здетонованої ВР на параметри осколкового поля, при спрацюванні третьої частини заряду ВР ВЕ розлітаються в секторі з кутом 45-60°, а при детонації половини заряду поле звужується до 20-40°, що, звісно, призводить до підвищення щільності осколкового поля й підвищенню швидкості метання ВЕ.



1 – опукла оболонка; 2 – циліндрична оболонка; 3 – увігнута оболонка

Рис. 15. Вплив форми вісьосиметричної оболонки ОБП на кут розльоту ВЕ

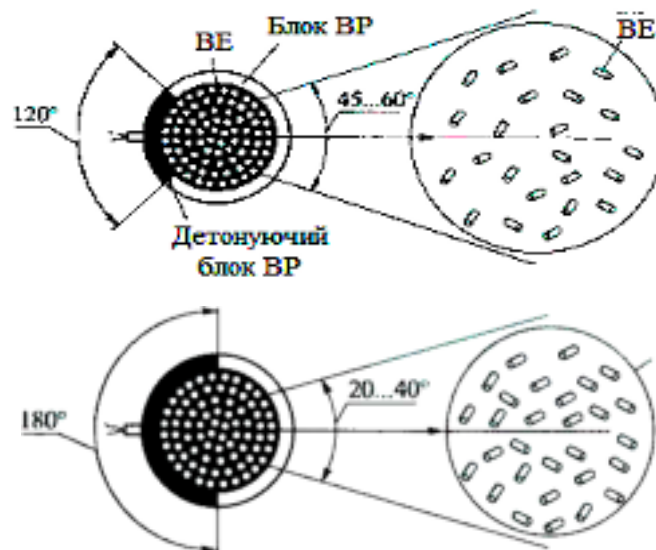


Рис. 16. Схема дії ОБЧ направленої дії з периферійними блоками ВР

Розглянуті типи й відповідні характеристики осколкових полів відносяться до ОБП, отримавши достатньо широкого практичного застосування. Зокрема з цим останнім часом розробляються ОБП, утворюючі осколкові поля, трохи відрізняючись за своєю конфігурацією й характеристиками від звичних аналогів.

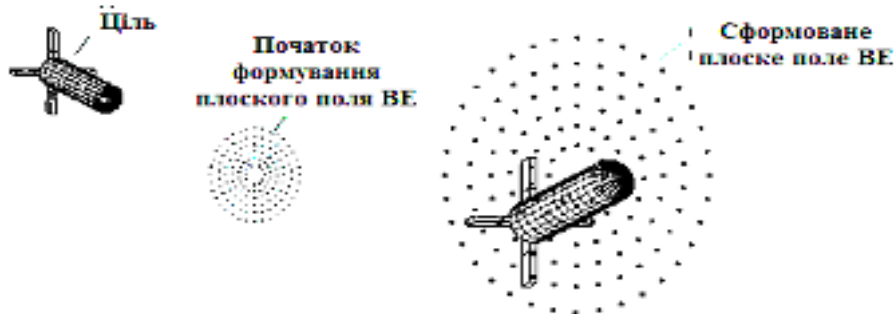


Рис. 17. Плоске поле низько швидкісних ВЕ

Для ураження цілей у верхніх шарах атмосфери чи за її межами використовуються ОБП, які утворюють колові досить вузькі, низької швидкості, (відносно точки підриву) осколкові поля, площина яких орієнтована перпендикулярно до напрямку підльоту цілі (Рис. 17). Характерна особливість таких осколкових полів - це суцільне заповнення поля ВЕ з щільністю, достатньою для забезпечення заданого рівня вірогідності ураження цілі [1]. Ефективна вражаюча дія низькошвидкісних осколкових полів обумовлена високою швидкістю самої цілі. Унікальний межовий випадок таких осколкових полів-нерухомі плоскі або об'ємні поля пов'язаних між собою ВЕ (Рис. 18, а), які в іноземній літературі отримали назву «кластерних». В якості ВЕ тут використовуються або компактні подовжені, високої щільності, інертні тіла (шари, стержні), або активні осколкові елементи, вміщуючи заключений в оболонку розривний заряд ВР, який спрацьовує при взаємодії з ціллю. Формування таких полів ураження утворюється або за допомогою пружинних механічних систем (Рис. 18, б), або з використанням піротехнічних засобів.

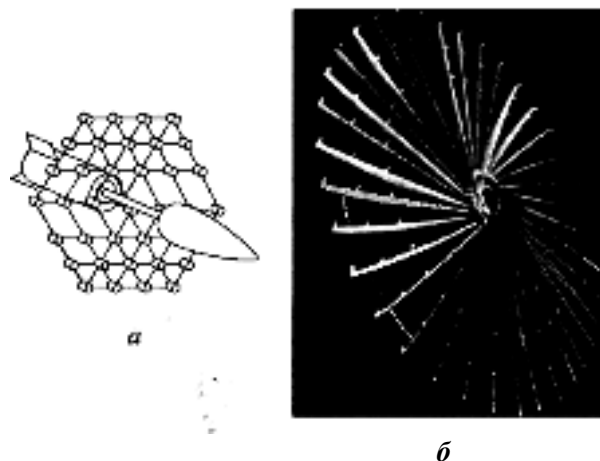


Рис. 18. Схема полів ВЕ з гнучким зв'язком (а) та полів, розміщених на пружинних елементах (б)

Висновки

1. Забезпечення військової безпеки і надалі залишається важливим завданням будь-якої держави. Її рішення в сучасних умовах, коли боєздатність збройних сил все більш залежить від науково-технічного рівня і якості озброєння та боєприпасів, які потребують безперервного удосконалення військової техніки, боєприпасів, які в свою чергу ведуть до необхідності кардинального підвищення рівня підготовки

спеціалістів, зайнятих винахідницькою діяльністю, розробкою й експлуатацією боеприпасів. Останнє в значній мірі стримується браком сучасної навчальної науково-технічної літератури, присвяченій структурованому опису потоку вражаючих елементів взаємопов'язаних зразків і типів боеприпасів.

2. Враховуючи, що теорія вибухових речовин і теорія фізичних процесів, які проходять при дії боеприпасів, в тому числі детонаційних та ударних хвиль, досить докладно продемонстровані в двохтомній монографії «Фізика вибуху», в цій статті приведені тільки основні розрахункові формули, необхідні для практичного проектування осколочних полів.

Список використаних джерел

1. Бабкин А.В., Средства поражения и боеприпасы. / Бабкин А.В., Велданов В.А., Грязнов Е.Ф. М.:Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 984 с.: ил.
2. Кобылкин И.Ф., Ударные и детонационные волны. Методы исследования. 2-е изд., / Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В., Соловьёв В.С., Сысоев Н.Н. перераб. и доп. М.: Физматлит, 2004.
3. Збірники інформаційних та інформаційно-аналітичних матеріалів. Періодичні видання 2014-2018 р.р.
4. Звіт про НДР "Акація-артилерія". – Суми: НЦ БЗРВіАВІРВіАСумДУ, 2006. – 272с.
5. Возможні напрямки розвитку РВіА на підставі аналізу бойового застосування РВіА за досвідом збройних конфліктів. Матеріали науково-практичного семінару. Київ, НУОУ. 3 грудня 2015 року.
6. Ольга Скороход, Цензор.НЕТ 19.01.2015. "Наша мета не злякати, не відігнати, а саме знищити противника". Інтерв'ю з артилеристом Павлом Марценюком. Режим вільного доступу в Інтернет: <http://censor.net.ua/r320360>.
7. Горбильов В.Ю. Про напрямки розвитку ракетних військ і артилерії ЗС України. Режим вільного доступу в Інтернет: <http://trident-ua.info/novyny/vijna-na-shodi/pro-napryamki-rozvitku-raketnix-vijsk-i-artileri>.
8. Збірники інформаційних та інформаційно-аналітичних матеріалів. Періодичні видання 2014-2018 р.р.
9. Високі технології для армії – виставка рішень 17.06.15. Режим вільного доступу в Інтернет: <https://hi-tech.ua/article/vyisokie-tehnologii-dlya-armii-vyistavka-resheniy/>.

Рецензент: Нікул С.О., к.т.н., доцент, Військова академія (м. Одеса)

ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСКОЛОЧНЫХ ПОЛЕЙ

С. Григоренко, В. Бордиян, В. Лисковчук, П. Бордиян, О. Малишкін

В статье рассмотрены основные характеристики осколочного поля или потока поражающих элементов на единицу площади цели, что поражается, которая находится под произвольным углом по отношению к оси основного боеприпаса.

Ключевые слова: характеристика осколочного поля, поражающие элементы, боеприпасы.

CHARACTERISTICS OF SHRAPNEL FIELDS

S. Grigorenko, V. Bordiyan, V. Lyskovchuk, P. Bordiyan, O. Malyshkin

The article considers the main characteristics of the shrapnel field or the flow of striking elements per unit area of the affected target, which is at an arbitrary angle relative to the axis of the main ammunition.

The main characteristics of the shrapnel field or the flow of striking elements (SE) – the direction, speed of movement, and its density (the number of SE per unit area intersected). In the general case, the affected target can be at any angle relative to the axis of the main ammunition (MA), so when solving the problem of determining the probability of shrapnel hitting the target, you need to know how many SE flies in this direction.

Consider a typical picture of shrapnel streams that occur during static explosions of high-explosive fragmentation projectile (HEFP). Up to 70% of the mass of the body goes into the circular field formed by the fragments of the walls, about 20% of the fragments fly in the main direction and backwards – about 10%.

Under dynamic conditions, for example, when detonating at a given point in the trajectory, the lateral flow of fragments receives a certain inclination in the direction of the projectile velocity vector. In the case of a ground detonation, when the detonator is installed for instantaneous action, a zone of defeat of ground targets is created in the form of an ellipse, the size of which is limited by the bottomhole interval, at the same time sectors of scattering of fragments of lateral, main and bottom part of the case are allocated.

The ratio of the size (depth and width) of the affected area increases with increasing angle of encounter and for most HEFP is 0.15/0.50. At large angles of encounter close to 90° (this is typical for MA type MAA, MHEAA, artillery mines, etc.), the area of affecting is approaching to circular in shape.

The configuration and size of the affected area are taken into account when assessing the combat effectiveness of the MA, as an example, when calculating the area of the affected area. The main stage of solving this problem is to determine the characteristics of the fragment field for static conditions.

In practice, the effectiveness of splinter effect munition on a particular type of target is characterized by the size (or plane) of the zones of entire and actual damage. The boundary of the zone of continuous defeat is the distance at which the probability of defeat of this type of target is equal to 0.63, and the boundaries of the zone of actual defeat are determined by the level of probability of defeat equal to 0.5.

An important point in assessing combat effectiveness – taking into account the probable nature of the position of the point of detonation of the MA in relation to the target, which is due primarily to trajectory scattering. At ground explosions the trajectory scattering is expressed in the form of an ellipse of scattering, and at air – a measure and the direction of a miss.

To increase the probability of damage, it is necessary to agree on the position of the zones of damage and scattering. In particular, the problem of such coordination arises quite acutely in the covering shelling, ie at small angles of encounter, when the scattering ellipse is strongly elongated in the firing direction (the ratio of lengths of longitudinal and transverse axes of the ellipse reaches 40 ce 50), and sectors of the impact zone are perpendicular to the firing direction. In this case, the scattering ellipse and the determined area of damage have a small total area within which the probability of hitting the target is not equal to zero. Thus, at small angles of encounter, it is not so much the area of the determined lesion zone that is important as the configuration of the lesion field and its position relative to the scattering ellipse. It is this circumstance that determines the high efficiency of the MA with axial flows of SE, which primarily includes shrapnel.

The parameters of axial flows of SE (direction, velocity, field density) depend on both the characteristics of the load and the design features of the MA. When blasting an axial warhead with a square MSE block, the SE flow creates a pyramid with a cross-section in the shape of a square, the view of the hole field on the steel shield installed in the path of the SE flow indicates that the transverse configuration of the splinter field generally repeats the MSE block shape.

The distribution of SE in the longitudinal direction of flight can be determined by X-ray survey of the flow in flight. From the presented radiograph it is possible to see that already on small distance the splinter flow becomes echeloned, ie SE of the central zone of the block have higher speeds in comparison with peripheral SE, by the way, the difference in speeds makes 15-20%.

Keywords: shrapnel fields characteristics, striking elements, ammunition.