

УДК 623.546

О.О. Журавльов, С.В. Герасимов

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ МАСИ ВРАЖАЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ КАСЕТНОЇ БОЙОВОЇ ЧАСТИ

У статті запропонована методика оптимізації маси вражаючих елементів всіх некерованих осколково-фугасних бойових елементів касетної бойової частини для різних типів об'єктів, що характеризуються різними моделями вразливості. Показані особливості ураження різних типів об'єктів залежно від маси вражаючих елементів. Зроблені пропозиції по використанню розробленої методики.

**Ключові слова:** маса вражаючого елемента, осколкове враження, критерії оптимальності.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Касетна бойова частина (КБЧ), яка оснащена некерованими осколково-фугасними бойовими елементами (НОФБЕ), призначена для нанесення ураження чи знищення різних типів об'єктів. Тому, оптимізація маси готових вражаючих елементів (ВЕ)  $m_{ВЕ}$ , що утворюються при розриві НОФБЕ, повинна проводитися по заданій множині типових розрахункових об'єктів з урахуванням вимог до маси готового ВЕ і щільності результуючого осколкового поля.

**Аналіз літератури** щодо розрахунку маси ВЕ показав, що існують два напрями оптимізації маси готових вражаючих елементів НОФБЕ [1 – 4]:

– за показниками, що характеризують осколкове поле одного НОФБЕ;

– за показниками, що характеризують результуюче осколкове поле, яке утворюється при одночасному розриві всіх НОФБЕ однієї КБЧ.

Для оцінки ефекту дії КБЧ на типовий розрахунковий об'єкт необхідно знати розподіл ВЕ за масою та щільність результуючого осколкового поля, яке утворюється при одночасному розриві всіх НОФБЕ однієї КБЧ (другий напрям), тобто актуальним є питання оптимізації значення маси готових вражаючих елементів НОФБЕ, які входять до КБЧ.

**Метою статті** є розробка методики оптимізації значення маси вражаючих елементів, які утворюються при розриві всіх некерованих осколково-фугасних бойових елементів, що входять до складу касетної бойової частини.

### Основна частина

Оптимізацію маси ВЕ осколкового поля, що утворюється при одночасному розриві всіх НОФБЕ однієї КБЧ, пропонується проводити з використанням координат точок падіння суббоеприпасів, отриманих в результаті математичного моделювання незбуреного руху центрів мас НОФБЕ після розриву КБЧ (рис. 1, 2).

При моделюванні використовувалися наступні експериментальні (учбові) початкові дані: НОФБЕ циліндрової форми (маса  $m_{НФБЕ} = 2,75$  кг, діаметр корпусу – 70 мм, довжина – 170 мм); при розриві НОФБЕ утворюються готові ВЕ кубічної форми (маса  $m_{ВЕ} = 4 \dots 6$  грама) в кількості 200 ... 300 шт.; початкова швидкість розльоту ВЕ – 1400 ... 1700 м/с.

Можливості ВЕ щодо ураження різних типів об'єктів розглядалися на прикладі трьох класів типових об'єктів ураження – елементарних об'єктів (ЕО): відкрито розташована жива сила в положенні стоячи, неброньована та легко броньована техніка, – які характеризуються уразливою площею  $S_y$  і сталевим еквівалентом захисту  $h_{ст}^e$ .

Розрахунки координат точок падіння НОФБЕ (без урахування впливу різних чинників) проводилися з урахуванням наступних експериментальних початкових даних:

– кут пікірування КБЧ:  $\theta_0 = -80^\circ \dots -100^\circ$ ;

– значення модуля вектора швидкості центру мас КБЧ у момент підриву (залежить від дальності стрільби) складає  $V_0 = 500$  м/с  $\pm 15$  %;

– висота підриву КБЧ:  $h_0 = (700 \pm 200)$  м;

– приріст швидкості НОФБЕ в радіальних напрямках по першій, другій і третій секціях відповідно:  $\Delta V_1 = 30$  м/с;  $\Delta V_2 = 50$  м/с;  $\Delta V_3 = 80$  м/с;

– незбурене розсіювання НОФБЕ представлено на рис. 2, де позначено:

1 – коло з радіусом, відповідним області ураження об'єктів КБЧ;

2 – область розривів осколково-фугасних бойових елементів; кружок позначає площу ураження ЕО одним НОФБЕ з вірогідністю не менше 0,5;

3 – область розльоту ВЕ масою  $m_{ВЕ} = 4$  г у якій зберігається вражаюча швидкість;

4 – область розльоту ВЕ масою  $m_{ВЕ} = 6$  г у якій зберігається вражаюча швидкість.

При розробці методики оптимізації значення маси ВЕ НОФБЕ використовуються наступні припущення: кількість НОФБЕ в КБЧ незмінна; система розкидання НОФБЕ при підриві КБЧ незмінна.

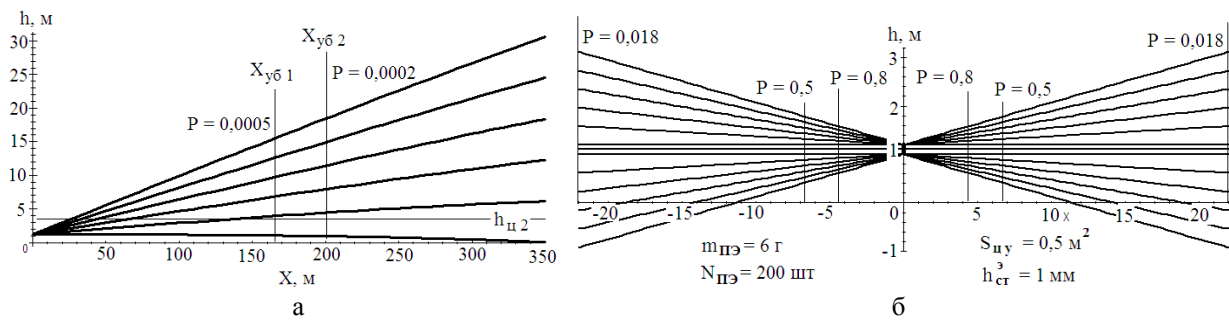


Рис. 1. Вертикальний перетин динамічного поля ВЕ при розриві НОФБЕ на висоті 1 м:  
 $X_{y61}$  – вражаюча дальність ВЕ з масою 4 г;  
 $X_{y62}$  – вражаюча дальність ВЕ з масою 6 г (для незахищеної живої сили)

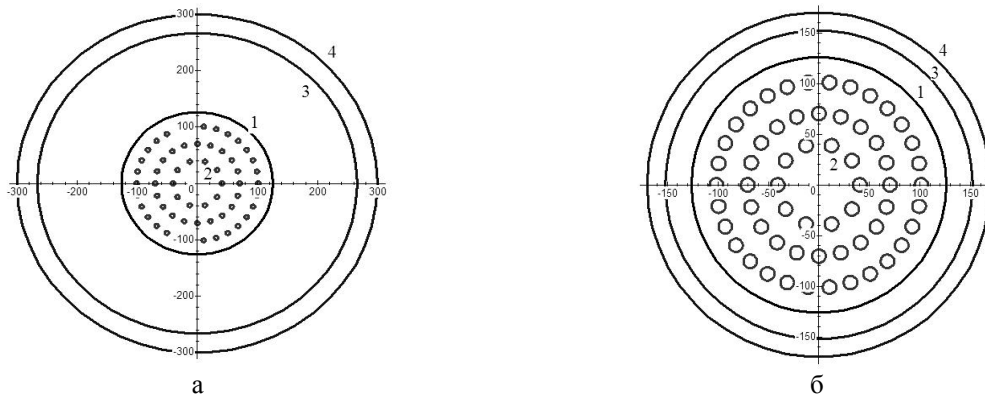


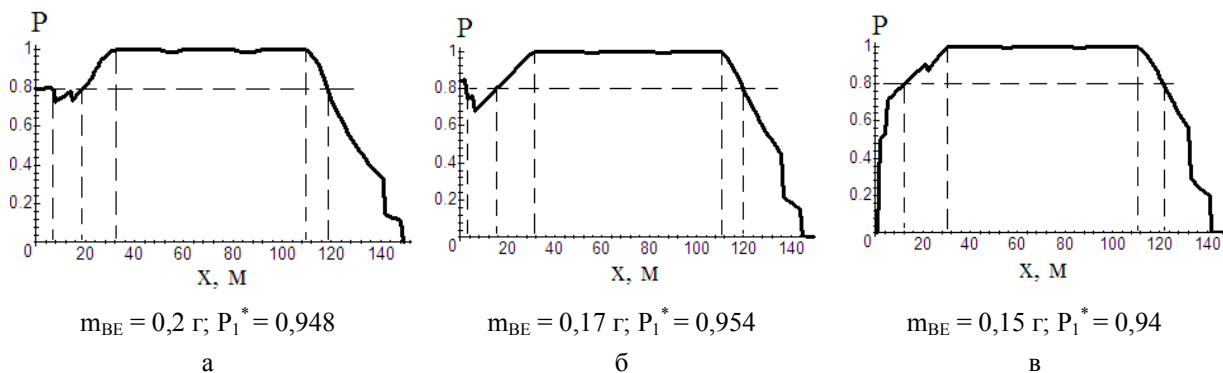
Рис. 2. Область поразки КБЧ з НОФБЕ:  
 а – відкрито розташованої незахищеної живої сили в положенні стоячи;  
 б – неброньованої техніки

Оптимізацію маси ВЕ, які створюють осколко-ве поле при розриві всіх НОФБЕ однієї КБЧ, пропонується проводити по критерію  $\Lambda_0$  максимуму значення  $P_1^*$  середньої інтегральної вірогідності ураження ЕО в діапазоні дальностей  $x \in [0, X]$ :

$$\Lambda_0 = \max_{m_{BE} \in [m_1, m_2]} \frac{1}{X} \int_0^X P(x, m_{BE}) dx. \quad (1)$$

Результати рішення задачі оптимізації (1) приведені на рис. 3 у вигляді залежностей вірогідності

ураження відкрито розташованої незахищеної живої сили в положенні стоячи від відстані до центру групування точок розривів всіх НОФБЕ однієї КБЧ при різних значеннях мас готових ВЕ. Під кожною залежністю рис. 3 приведено відповідне значення  $P_1^*$  середньої інтегральної вірогідності ураження ЕО, по якій проводиться оптимізація значення маси готового ВЕ при заданих характеристиках системи розкидання НОФБЕ після підриву КБЧ без урахування різних збурень, що впливають на розподіл координати точок падіння суббоеприпасів.



а  $m_{BE} = 0,2 \text{ г}; P_1^* = 0,948$

б  $m_{BE} = 0,17 \text{ г}; P_1^* = 0,954$

в  $m_{BE} = 0,15 \text{ г}; P_1^* = 0,94$

Рис. 3. Залежність вірогідності ураження відкрито розташованої незахищеної живої сили в положенні стоячи від відстані до центру групування точок розривів всіх НОФБЕ однієї КБЧ при різних значеннях мас готових ВЕ

Результати рішення задачі оптимізації (1) у вигляді залежностей значень  $P_1^*$  середньої інтегральної вірогідності ураження ЕО від маси ВЕ для об'єктів з різними значеннями сталевго еквівалента (при заданих характеристиках системи розкидання НО-ФБЕ після підриву КБЧ і без урахування різних збу-

рень, що впливають на розподіл координат точок падіння суббоеприпасів) представлені на рис. 4.

Результати аналізу отриманих залежностей (рис. 3, 4) для кожного узагальненого об'єкту ураження дозволяють визначити діапазони оптимальних значень мас ВЕ, які представлені в табл. 1.

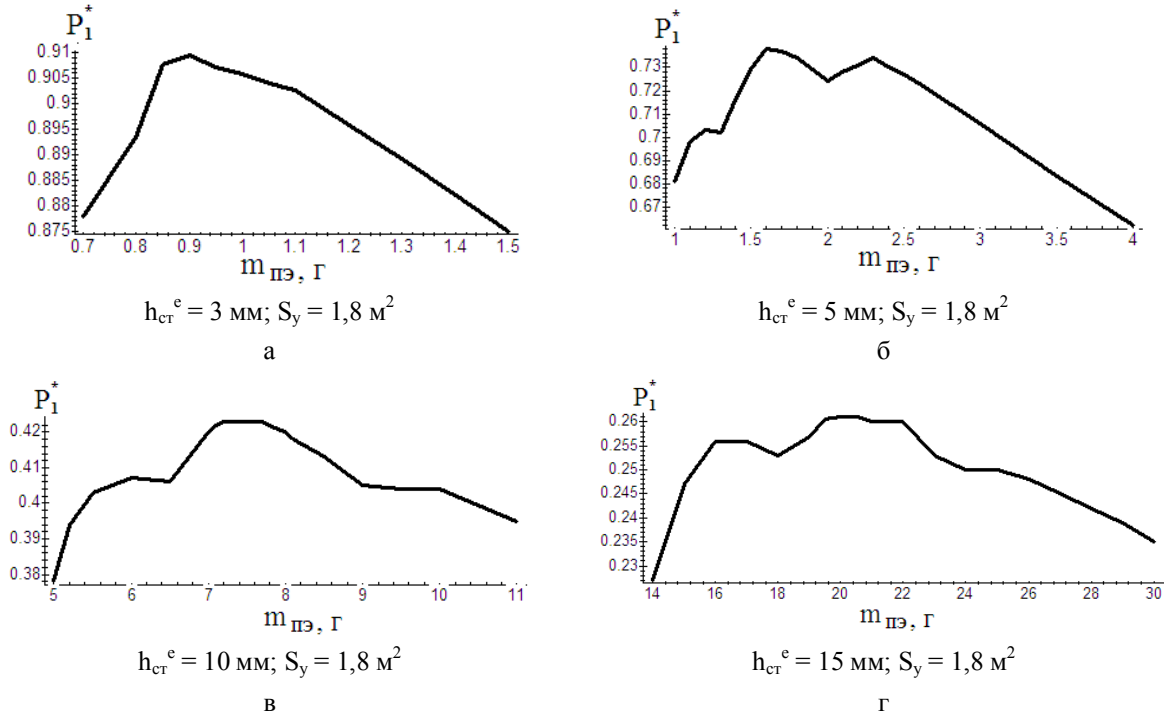


Рис. 4. Залежність значень середньої інтегральної вірогідності ураження різних типів об'єктів від маси ВЕ для різних узагальнених об'єктів ураження

Таблиця 1

Оптимальні значення маси ВЕ для різних типів об'єктів ураження

Тип узагальненого елементарного об'єкту	Модель ураження ЕО		Діапазони оптимальних значень мас ВЕ, г
	$S_y, m^2$	$h_{ст}^e, mm$	
Відкрито розташована незахищена жива сила в положенні стоячи	0,5	1	0,15 ... 0,20
Неброньована техніка	1,8	3	0,85 ... 1,15
		5	1,5 ... 2
		10	7 ... 8
Легко броньована техніка	1,8	15	19 ... 22

Залежність оптимального значення маси ВЕ від сталевго еквівалента узагальненого об'єкту ураження при початковій швидкості ВЕ 1420 м/с представлена на рис. 5.

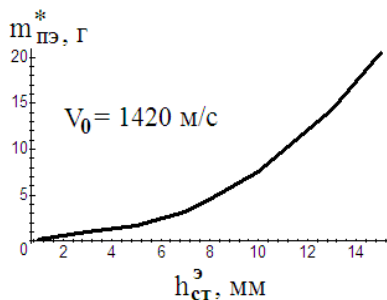


Рис. 5. Залежність оптимального значення маси ВЕ від сталевго еквівалента об'єкту ураження

Результати аналізу залежностей на рис. 3 – 5 дозволяють зробити наступні висновки щодо оптимізації маси ВЕ КБЧ:

– кожному типу ЕО, що відрізняється значенням сталевго еквівалента, відповідає свій діапазон оптимальних значень мас ВЕ. Із збільшенням захищеності об'єкту оптимальне значення маси ВЕ збільшується по параболічній залежності. Вибір маси готового ВЕ при проектуванні КБЧ необхідно проводити з урахуванням характеристик (головним чином, сталевго еквівалента) об'єкта ураження;

– при проведенні оптимізації конструктивних параметрів КБЧ необхідно погоджувати між собою задані данні щодо: типів об'єктів ураження, значен-

ня маси КБЧ, значення площі, на якій очікується достовірне ураження заданих типів об'єктів.

Так, при заданих типах об'єктів ураження та значеннях маси КБЧ площа, на якій очікується достовірне ураження об'єктів, має бути вільним параметром, значення якого оптимізується в процесі проектування виробу. При заданих значеннях маси КБЧ і площі достовірного ураження можливо встановити перелік типів об'єктів, які будуть уражені з заданою достовірністю;

– необхідні значення показників ефективності ураження об'єктів можливо досягати шляхом збільшення маси бойового елемента. Тому необхідне проведення додаткових досліджень з метою з'ясування, що економічно доцільніше, на етапі проектування провести оптимізацію конструктивних параметрів КБЧ, або на етапі бойового застосування збільшувати витрату ракет з КБЧ для ураження об'єктів з необхідною достовірністю.

Сформулюємо методику оптимізації маси вражаючих елементів НОФБЕ.

1. Вводяться допущення та початкові дані (довжина, діаметр, маса НОФБЕ, маса й кількість готіві ВЕ, початкова швидкість їх розльоту; висота підризу КБЧ; характеристики типових об'єктів ураження), необхідні для розрахунків.

2. Залежно від початкових даних досліджується область ураження після підризу КБЧ (рис. 1, 2).

3. Для заданої конструкції КБЧ формулюється та вирішується задача оптимізації по знаходженню маси ВЕ по критерію (1).

4. Результати розрахунків оцінок оптимальних значень мас ВЕ для різних типів об'єктів по критерію (1) (рис. 3 – 5, табл. 1), що характеризуються

прийнятими моделями ураження, дозволяють вибрати оптимальні значення мас ВЕ для ураження різних типів об'єктів і при необхідності регулювати масу ВЕ для ураження великої площі або захищених об'єктів.

## Висновки

Запропонована методика оптимізації значення маси вражаючих елементів касетної бойової частини може бути використана при обґрунтуванні варіантів розробки конструкцій касетних бойових частин, перевірки ухвалених технічних рішень при розробці нових касетних бойових частин для ракетних комплексів або систем залпового вогню чи артилерійських систем.

## Список літератури

1. Оценка эффективности огневого поражения ударами ракет и огнем артиллерии / Б.А. Авотынь, Е.Г. Анисимов, А.Ф. Барковский и др.; под общ. ред. А.А. Бобринкова. – СПб.: “Галлея Принт”, 2006. – 424 с.
2. Балаганский И.А. Действие средств поражения и боеприпасов / И.А. Балаганский, Л.А. Мерзневский. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2004. – 408 с.
3. Средства поражения и боеприпасы / А.В. Бабкин, В.А. Велданов, Е.Ф. Грязнов и др.; под общ. ред. В.В. Селиванова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 984 с.
4. Фендриков Н.М. Методы расчетов боевой эффективности вооружения / Н.М. Фендриков, В.И. Яковлев. – М.: Воениздат. – 1971. – 224 с.

Надійшла до редколегії 10.01.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук професор О.М. Сотніков Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба.

## МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ МАССЫ ПОРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ КАСЕТНОЙ БОЕВОЙ ЧАСТИ

А.А. Журавлев, С.В. Герасимов

*В статье предложена методика оптимизации массы поражающих элементов всех неуправляемых осколочно-фугасных боевых элементов касетной боевой части для разных типов объектов, которые характеризуются разными моделями поражения. Показаны особенности поражения разных типов объектов в зависимости от массы поражающих элементов. Сделаны предложения по использованию разработанной методики.*

**Ключевые слова:** масса поражающего элемента, осколочное поражение, критерии оптимальности.

## METHOD OF OPTIMIZATION OF MASS OF STRIKING ELEMENTS TO CASSETTE BATTLE PART

A.A. Zhuravlev, S.V. Gerasimov

*In the article the method of optimization of mass of striking elements of all out of control splinter-high-capacity battle elements of cassette battle part is offered for the different types of objects which are characterized the different models of defeat. The features of defeat of different types of objects are rotined depending on mass of striking elements. Done suggestion on the use of the developed method.*

**Keywords:** mass of striking element, splinter defeat, criteria of optimality.