

УДК 623.451.74

В.В. Тараненко<sup>1</sup>, В.І. Нікітченко<sup>1</sup>, Р.Г. Єфімова<sup>2</sup><sup>1</sup> Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ<sup>2</sup> Національний університет оборони України, Київ

## ВИБІР ПАРАМЕТРІВ НЕКОНТАКТНОГО ПІДРИВУ КЕРОВАНИХ АВІАЦІЙНИХ БОМБ З БОЙОВОЮ ЧАСТИНОЮ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІЇ

Розглянуто питання визначення раціональних параметрів неконтактного підриву керованих авіаційних бомб з бойовими частинами дистанційної дії. Обґрунтовані параметри (висоти, кута, швидкості) неконтактного підриву, де ймовірність поразки керованих авіаційних бомб з бойовою частиною дистанційної дії (осколкова дія) має максимальне значення. Використання алгоритмів траєкторного управління, які забезпечують задані параметри, підвищує ефективність боєприпасів за рахунок збільшення площі зон ураження і вдосконалення тактики застосування.

**Ключові слова:** керована авіаційна бомба, бойова частина дистанційної дії, параметри підриву, ймовірність ураження.

### Вступ

**Постановка задачі.** Аналіз останніх воєнних конфліктів показав значне підвищення ролі авіації у веденні збройних конфліктів. На теперішній час авіація вирішує до 80% усіх задач. Разом з тим, зростає відсоток застосування авіацією керованих авіаційних засобів ураження (КАЗУ). Аналіз застосування КАЗУ у сучасних війнах показав збільшення долі керованих авіаційних бомб (КАБ) від загальної кількості КАЗУ. Оскільки вони поєднують у собі високу точність наведення, потужну бойову частину (БЧ) і відносно низьку вартість [1].

Аналіз характеристик сучасних наземних цілей показав, що найбільш поширеними (до 80%) є групові наземні цілі [2], які являють собою сукупність розосереджених на місцевості легкозразливих елементарних цілей (пускові установки ППО, радіолокаційні станції, літаки і вертольоти на стоянках, склади нафтопродуктів та боєприпасів, жива сила противника).

Застосування КАБ з БЧ дистанційної дії по таким цілям при контактному підриві є недостатньо ефективним. Неefективне застосування КАБ з бойовою частиною дистанційної дії при контактному підриві обумовлене заглибленням боєприпасу в ґрунт і, як наслідок, поглинання останнім частини осколків, через екранування цілі рельєфом місцевості і неможливості ураження цілей, що перебувають в укритті.

Вибір раціональних параметрів неконтактного підриву КАБ з БЧ дистанційної дії є актуальною задачею по підвищенню ефективності застосування даних боєприпасів.

**Аналіз матеріалів.** Виявлення наземних цілей безпосередньо у польоті дуже часто не дає повною мірою підготуватися до скидання КАБ (процеси

виявлення, розпізнавання та захоплення цілі), а здійснити повторний захід на ціль не дозволяють обставини (об'єктові засоби ППО або ліміт часу на політ), тому боєприпаси застосовуються у не раціональних умовах, що призводить до неефективного використання осколочної дії бойових частин по наземним цілям [3].

На сьогодні, розробка нових алгоритмів траєкторного управління для КАБ, котрі приводили б в дію БЧ з деякими раціональними значеннями висот та з заданою орієнтацією боєприпасу у просторі є одними із перспективних напрямів розробки (модернізації) КАБ. Застосування КАБ з БЧ дистанційної дії з дотриманням раціональних параметрів підриву призведе до підвищення ймовірності ураження КАБ групових легкозразливих наземних цілей [1], [3].

**Метою статті** є вибір параметрів неконтактного підриву керованих авіаційних бомб з бойовими частинами дистанційної дії.

### Основний матеріал

На сьогодні алгоритми управління КАБ в момент підриву БЧ, в більшості випадків, забезпечують повздовжню та поперечну стабілізацію для ефективного управління, в наслідок чого забезпечується висока точність влучання КАБ в ціль при контактному підриві БЧ. Точність влучання КАБ при контактному підриві є визначальним параметром, що характеризує ймовірність ураження цілі. В процесі руху КАБ на траєкторії вона здійснює випадкові просторові рухи як результат парировання випадкових збурень. При високій точності влучання просторове положення КАБ при контактному підриві практично не впливає на ймовірність ураження відповідних цілей [2], на відміну від КАБ з БЧ дистан-

ційної дії. Тому, доцільно визначити перелік параметрів неконтактного підриву КАБ з БЧ дистанційної дії.

Аналіз показав, що у сучасних КАБ з БЧ дистанційної дії, які застосовуються для ураження наземних цілей, БЧ приводиться в дію контактним та неконтактним способами.

При ураженні цілі КАБ з БЧ дистанційної дії при підриві БЧ контактним способом ( $H_{\text{підриву}} = 0$ ), ймовірність ураження цілі однією КАБ є інтегральним добутком координатного закону ураження та нормального закону розсіювання точок підриву БЧ на площині землі:

$$W_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} G(x,y)f(x,y)dx dy, \quad (1)$$

де  $G(x,y)$  – координатний закон ураження цілі;

$f(x,y)$  – нормальний закон розсіювання точок підриву БЧ.

В іншому випадку, коли БЧ КАБ приводиться в дію неконтактним способом, в інтегральному добутку координатний закон ураження є функція від висоти підриву БЧ [4]:

$$W_1 = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} G(x,y,z)f(x,y)dx dy dz, \quad (2)$$

де  $z$  – висота ( $H$ ) підриву боєприпасу.

В обох випадках ефективність ураження цілі КАБ з БЧ дистанційної дії в значній мірі залежать від кута підходу до поверхні землі [4]. При даних припущеннях криві рівної ймовірності ураження ( $g$ ) дають наглядне уявлення про ймовірність ураження цілей КАБ з бойовими частинами дистанційної дії (рис. 1).

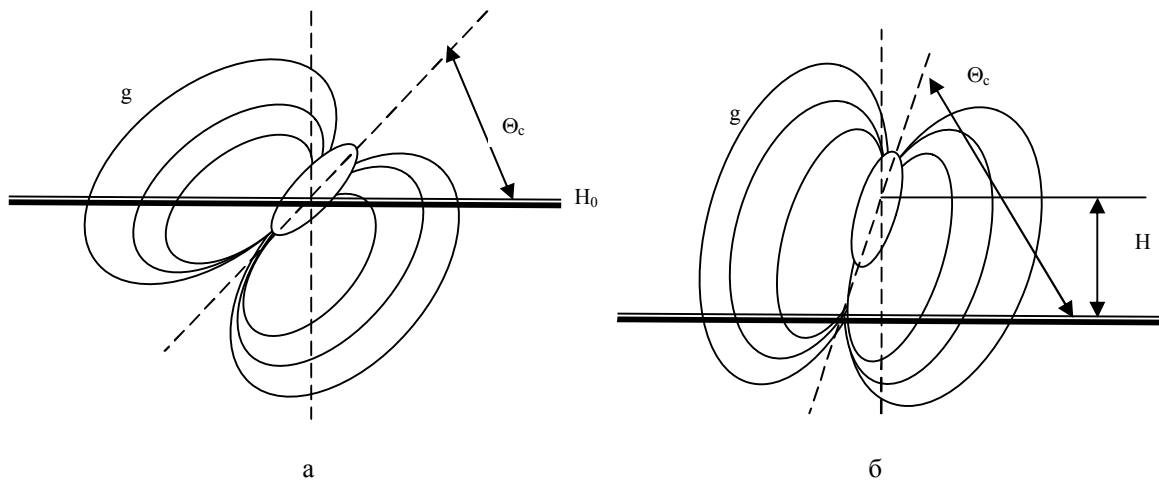


Рис. 1. Схема розподілу кривих рівної ймовірності при контактному (а) або неконтактному (б) підриві БЧ

На практиці криві рівної ймовірності ураження являють собою переріз доволі складних поверхонь обертання (форми «метелика»). Як видно з рис. 1, а, при контактному підриві БЧ КАБ (при  $H = H_0$ ) деяка частина осколків та надлишкового тиску (криві рівної ймовірності ураження  $g$ ) має напрямок до поверхні землі, це призводить до різкого зменшення використання дистанційної дії БЧ КАБ. Рис. 1, б ілюструє, що при забезпеченні раціональної висоти ( $H$ ) приведення в дію БЧ зростає приріст приведенної площі ураження і, як наслідок, збільшується кількість групових легкоуразливих цілей, що одночасно уражаються даною КАБ.

Аналогічно, зростання ймовірності ураження цілей відбувається при збільшенні кута підходу КАБ до поверхні цілі ( $\Theta_c$ ).

Аналіз алгоритмів траєкторного управління КАБ, що реалізовані на сьогодні, дозволяє умовно розділити їх на дві групи. Алгоритми траєкторного управління першої групи дозволяють забезпечити

деякий кут підходу боєприпасу до поверхні цілі. Кінцеві параметри управління КАБ повністю залежать від характеристик головок самонаведення (ГСН) і обмежені полем зору ГСН. Траєкторія будується таким чином, щоб виконувалася умова забезпечення рівності поточного розрахункового кута зустрічі з ціллю. Дані алгоритми траєкторного управління КАБ забезпечують кут зустрічі з ціллю 25...40 градусів при контактному підриві [3]. Недоліком даного алгоритму є жорсткі початкові умови пуску та застосування лінеаризації при розрахунках параметрів траєкторії. Також такі алгоритми не забезпечують раціональні висоти та швидкості КАБ у кінцевій точці наведення.

Алгоритми траєкторного управління другої групи дозволяють реалізувати деяку визначену висоту підриву КАБ, але при цьому для забезпечення підриву БЧ на заданій висоті необхідно точно витримувати початкові параметри скидання (висоти, швидкості, кути). Дані алгоритми, при забезпеченні

необхідної висоти підриву БЧ, не реалізують задані параметри кута підриву та швидкості КАБ у кінцевій точці наведення [3]. Також дані алгоритми мають точність визначення заданої висоти не прийнятну для БЧ дистанційної дії.

Вищенаведене дозволяє стверджувати, що КАБ з БЧ дистанційної дії в сучасних умовах бойового застосування при раціоналізації параметрів підриву БЧ мають значний запас підвищення ймовірності ураження цілей.

В даній статті пропонується для підвищення ймовірності ураження цілей КАБ з БЧ дистанційної дії визначити такі параметри неконтактного підриву як: висота підриву БЧ, кут підходу боеприпасу до поверхні цілі та швидкість КАБ в кінцевій точці наведення.

На рис. 2 наведений графік залежності ймовірності ураження цілі від висоти спрацювання та кута підходу КАБ з БЧ дистанційної дії до поверхні цілі [5].

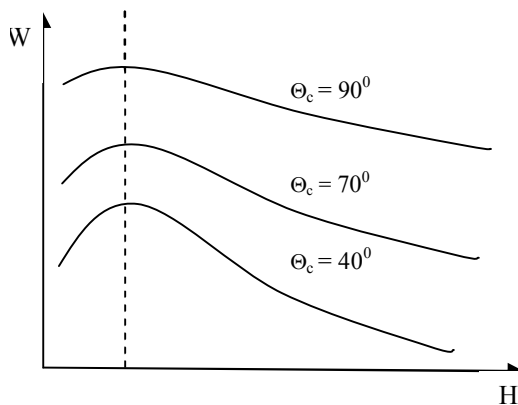


Рис. 2. Графік залежності ефективності ураження цілі від висоти спрацювання та кута підходу

З графіку очевидно, що для усіх кутів підходу КАБ до цілі існує деяка раціональна висота підриву бойової частини. Числові значення раціональної висоти підриву будуть змінюватися в залежності від типу цілі [5], а точніше від середньої лінії цілі.

Також, з рис. 2 видно, що зі зменшенням кута зустрічі КАБ з ціллю для підвищення ймовірності ураження цілі необхідно більш точно визначити задану висоту підриву бойової частини КАБ.

На ймовірність ураження цілей КАБ з БЧ дистанційної дії, як визначено раніше, значно впливає кут підходу КАБ до поверхні цілі.

Графіки на рис. 2 ілюструють, що зі збільшенням кута підходу КАБ з БЧ дистанційної дії значно підвищується ймовірність ураження цілей [6]. Але приріст ймовірності ураження на кутах близьких до 90° незначний, а при траєкторному управлінні значна частина енергії витрачається на досягнення кутів близьких до вертикальних. Тому, виходячи з мірку-

вань по забезпеченню мінімальних енергетичних витрат і максимальної ймовірності ураження групової цілі доцільно визначити раціональні кути підходу КАБ з БЧ дистанційної дії до поверхні цілі у межах, де приріст ефективності максимальний.

Аналіз динамічних кутів розльоту осколків показав значний вплив на їх формування вектору швидкості центра маси КАБ.

Статичний сектор розльоту осколків у вертикальній площині під дією вектора швидкості КАБ зміщується в напрямку вектора швидкості КАБ:

$$V_{\text{осколків}}^B = V_{\text{КАБ}} \sin \varphi. \quad (3)$$

Характер зміщення в горизонтальній площині подібний до зміщення в вертикальній площині і обумовлений різницею напрямків шляхової швидкості та будівельною віссю КАБ.

Вищевказане зміщення буде тим помітніше, чим менша початкова швидкість розльоту осколків і більше значення швидкості КАБ [4].

Тому, на ймовірність ураження цілей КАБ з БЧ дистанційної дії впливає як швидкість центра мас КАБ так і просторова орієнтація боеприпасу.

Авторами пропонується для підвищення ймовірності ураження цілі КАБ з БЧ дистанційної дії визначити комплексно такі параметри кінцевої точки наведення, як: висота підриву БЧ, кут підходу до поверхні цілі та швидкість КАБ.

Вищесказане дає можливість стверджувати, що алгоритми траєкторного управління повинні забезпечувати раціональні параметри підриву КАБ з БЧ дистанційної дії для підвищення ймовірності ураження групових легкоуразливих цілей.

Реалізація алгоритмів траєкторного управління КАБ з бойовою частиною дистанційної дії дозволить:

- не накладати обмеження на параметри польоту і бойового застосування літального апарату при застосуванні КАБ;
- при бойовому застосуванні забезпечити готовність даних КАБ у визначений момент часу за командами літака-носія;
- траєкторію польоту КАБ з алгоритмами траєкторного управління реалізувати близькою до заданої;
- забезпечити підхід КАБ з точною орієнтацією в просторі відносно цілі;
- привести в дію БЧ КАБ з заданими параметрами.

Використання алгоритмів траєкторного управління, що забезпечують раціональні параметри неконтактного підриву, дозволить суттєво підвищити ймовірність ураження цілей КАБ з бойовими частинами дистанційної дії за рахунок збільшення площі зон поразки та удосконалення тактики застосування [7].

**Висновки**

Таким чином, для забезпечення максимальної ймовірності ураження групових цілей при неконтактному підриві КАБ з БЧ дистанційної дії необхідно забезпечити:

– висоту підриву, що визначається в залежності від середньої лінії цілі та від швидкості підходу КАБ до цілі, яка впливає на раціональне співвідношення динамічного кута розльоту осколків та приведеної площі ураження з урахуванням ефективності управління КАБ на даних швидкостях;

– кут підходу КАБ до поверхні, на якій розміщена ціль, що визначається з міркувань максимального приросту ймовірності ураження та мінімальних енергетичних витрат на управління.

Реалізація алгоритмів траєкторного управління при бойовому застосуванні КАБ з БЧ дистанційної дії дозволить в значній мірі розширити різноманітність тактики застосування, реалізувати задану траєкторію з мінімальними енергетичними витратами, визначити кінцеві умови наведення та, як наслідок, значно підвищити ймовірність ураження групових цілей БЧ дистанційної дії.

Алгоритми траєкторного управління будуть адаптувати параметри неконтактного підриву керованих авіаційних бомб з бойовими частинами дистанційної дії до конкретних умов скидання. В кожному конкретному випадку ефективний простір параметрів підриву буде змінюватися з урахуванням забезпечення максимальної ймовірності ураження цілі в даному заході.

**Список літератури**

1. Семенов С.С. *Современные управляемые авиационные бомбы* / С.С. Семенов // *Зарубежное военное обозрение*. – 2005. – №4. – С. 49-51.
2. Кириченко А.Н. *Что же такое «высокоточное оружие»* / А.Н. Кириченко // *Арсенал XXI столетия*. – 2002. – №1. – С. 20-26.
3. Соловей Э.Я. *Динамика систем наведения управляемых авиабомб* / Э.Я. Соловей, А.В. Храпов, Е.С. Шахиджанов. – М.: *Машиностроение*, 2006. – 327 с.
4. Дорофеев А.Н. *Авиационные боеприпасы: учеб. пособие* / А.Н. Дорофеев, А.П. Морозов, Р.С. Саркисян; под ред. Р.С. Саркисяна. – М.: *ВВИА им. Н.Е. Жуковского*, 1978. – 446 с.
5. Архипов А.П. *Исследование поражающего действия управляемых боеприпасов с ОФБЧ по объектам БТТ* / А.П. Архипов, А.А. Долотов, С.А. Лукьянов, А.И. Новиков // *Научно-технический сборник. Боеприпасы*. – М.: *Машиностроение*. – 1986. – Вып.10. – С. 50-54.
6. Кудрявцев Г.В. *Разрушающее действие осколочных элементов на корпус летательного аппарата* / Г.В. Кудрявцев, Э.С. Степанов, Ю.Р. Газизов // *Научно-технический сборник. Боеприпасы*. – М.: *Машиностроение*, 1985. – №10. – С. 3-5.
7. Хлебников Е.В. *Оценка оптимальных баллистических параметров ОФ снарядов с тормозными устройствами* / Е.В. Хлебников // *Научно-технический сборник. Боеприпасы*. – М.: *Машиностроение*, 1985. – №1. – С. 17-18.

Надійшла до редколегії 5.10.2011

**Рецензент:** д-р техн. наук с.н.с. І.М. Ратніков, Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ.

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ НЕКОНТАКТНОГО ПОДРЫВА УПРАВЛЯЕМЫХ АВИАЦИОННЫХ БОМБ С БОЕВОЙ ЧАСТЬЮ ДИСТАНЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ**

В.В. Тараненко, В.И. Никитченко, Р.Г. Ефимова

*Обоснованы параметры (высоты, угла, скорости) неконтактного подрыва, где вероятность поражения управляемых авиационных бомб с боевой частью дистанционного действия (осколочное действие) имеет максимальное значение. Использование алгоритмов траекторного управления, которые обеспечивают заданные параметры, повышает эффективность боеприпасов за счет увеличения площади зон поражения и совершенствования тактики применения.*

**Ключевые слова:** управляемая авиационная бомба, боевая часть дистанционного действия, параметры подрыва, вероятность поражения.

**CHOICE PARAMETER NON-CONTACT UNDERMINING OPERATED AIRCRAFT BOMBS WITH COMBAT PART OF REMOTE ACTION**

V.V. Taranenko, V.I. Nikitchenko, R.G. Yefimova

*The motivated parameters (the heights, corner, velocities) non-contact undermining where probability of the defeat operated aircraft bombs with combat part of remote action (the fragmentation action) has maximum importance. Use algorithm of management, which provide the given parameters, raises ammunition to account of the increase area zones of the defeat and improvements tacticians using.*

**Keywords:** operated aircraft bomb, combat part of remote action, parameters of the undermining, probability of the defeat.