NGHIÊN CỨU VỀ MỘT GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NGÒI NỔ KHÔNG TIẾP XÚC CÓ NHIỀU VÙNG LÀM VIỆC KẾT HỢP PHƯƠNG ÁN TỔ HỢP ĐA VỊ TRÍ KÍCH NỔ ĐẦU NỔ ĐỂ TĂNG KHẢ NĂNG SÁT THƯƠNG MỤC TIÊU CHO TÊN LỬA PHÒNG KHÔNG

Phạm Xuân Quyền*, Phạm Đức Hùng

Tóm tắt: *Bài báo trình bày cơ sở lý thuyết xác định vùng quan sát mục tiêu của cảm biến và luồng mảnh. Trên cơ sở đó, nhóm tác giả đã tiến hành xây dựng phương pháp xác định dải biến thiên góc mở luồng mảnh trung bình mong muốn khi vận tốc tương đối giữa đạn và mục tiêu thay đổi để nâng cao khả năng sát thương mục tiêu. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, khi phối hợp 2 cảm biến mục tiêu với 3 vị trí kích nổ của ngòi nổ không tiếp xúc thì khả năng sát thương mục tiêu có thể tăng lên 83% so với khi áp dụng 1 cảm biến mục tiêu và một điểm kích nổ.*

Từ khóa: Ngòi không tiếp xúc; Luồng mảnh; Ra đa gần; Vận tốc tương đối.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiệm vụ chính của tên lửa phòng không (TLPK) là tiêu diệt hoặc sát thương mục tiêu của đối phương. Đây luôn là nhiệm vụ vô cùng khó khăn và phức tạp, đặc biệt là đối với TLPK sát thương bằng mảnh văng sử dụng ngòi nổ không tiếp xúc. Bởi lẽ, muốn sát thương được mục tiêu thì ngòi nổ không tiếp xúc phải kích nổ TLPK khi phát hiện mục tiêu nằm trong trường mảnh văng của TLPK tại vị trí có mật độ mảnh văng lớn nhất. Như vậy, bài toán đặt ra ở đây là làm thế nào giảm góc mở trung bình của luồng mảnh để tăng mật độ mảnh văng mà vẫn đảm bảo việc phát hiện mục tiêu và kích nổ TLPK kịp thời.

Trên thế giới, các chuyên gia nghiên cứu và chưa có công trình nào công bố công khai, các công trình chỉ được giới hạn công bố nội bộ [1]. Trong công trình về đạn dược phòng không của Dorofeev A.N., Kuznetsov V.A., Sargsyan R.S. (Trường Hàng không mang tên Zhukov N.E.) đã trình bày tỉ mỉ các vấn đề liên quan đến góc nghiêng cánh sóng, mảnh văng và độ rộng của chúng song không chỉ ra được cách xây dựng các góc này mang tính định lượng [2]. Các chuyên gia về thiết kế hệ thống tự động đối với đạn dược phòng không [3-5] cũng không đề cập cụ thể đến việc làm thế nào để xây dựng được các góc mở này, mà họ coi đó là dữ liệu mặc định đầu vào để giải quyết các bài toán khác.

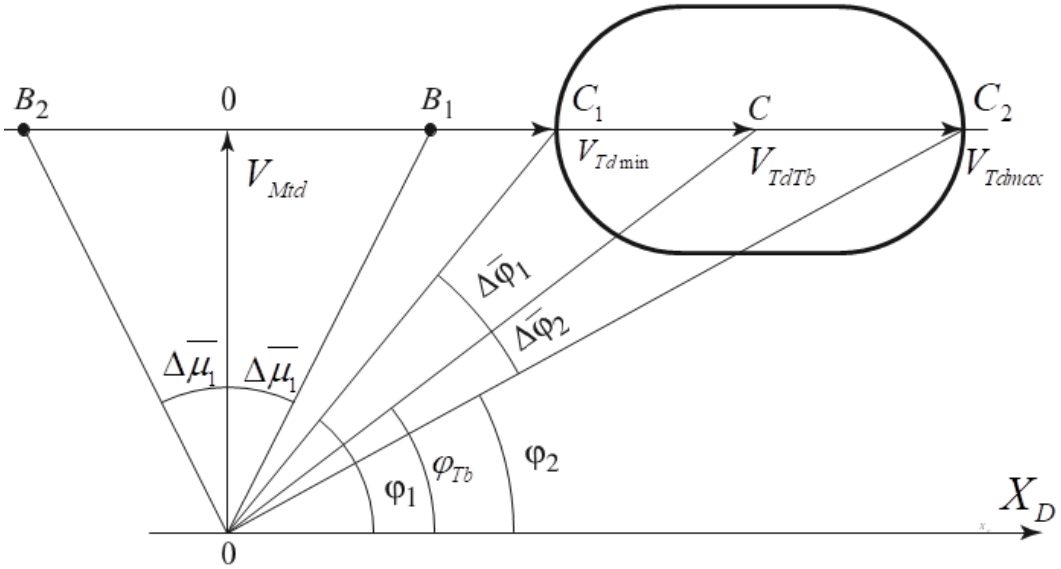
Tại Việt Nam, hiện tại vẫn chưa có công trình nghiên cứu nào về vấn đề này được công bố cụ thể. Hiện nay, vấn đề xác định góc phân bố mảnh văng nhận được sự quan tâm của rất nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước song do tính bảo mật thông tin liên quan đến bí mật về công nghệ vũ khí quân sự nên các công trình nghiên cứu cụ thể về nó hầu như không được công bố công khai.

Chính vì vậy, việc nghiên cứu xác định góc mở của cảm biến mục tiêu, vị trí kích nổ khối thuốc nổ và giá trị trung bình góc phân bố mảnh văng khi vận tốc tương đối giữa TLPK và mục tiêu thay đổi có ý nghĩa cấp thiết và khoa học.

Trong khuôn khổ bài báo chúng ta giả thiết rằng: Bỏ qua lực cản không khí, trọng lực, lực ly tâm (coi TLPK không quay) tác động lên mảnh; Bỏ qua góc tấn, góc trượt cạnh của TLPK (tức coi véc-tơ vận tốc của TLPK luôn trùng với tiếp tuyến của quỹ đạo); Coi véc-tơ vận tốc của TLPK và véc-tơ vận tốc của MT luôn song song.

2. GÓC MỞ TRUNG BÌNH LUỒNG MẢNH VĂNG VÀ CÁNH SÓNG KHI SỬ DỤNG MỘT CẢM BIẾN MỤC TIÊU

Do TLPK và mục tiêu có vận tốc biến thiên lần lượt trong khoảng $\vec{V}_{D\min} \ldots \vec{V}_{D\max}$ và $\vec{V}_{MT\min} \ldots \vec{V}_{MT\max}$ nên véctơ vận tốc tương đối V_{Td} của chúng cũng biến thiên trong vùng rộng lớn [8] và có giá trị góc nghiêng trung bình là φ_{Tb}=const. Khi đó, độ rộng góc mở mong muốn của cảm biến sẽ là $\Delta\varphi_1 + \Delta\varphi_2$ (hình 1).



Hình 1. *Góc mở trung bình của luồng mảnh văng và cánh sóng khi sử dụng một cảm biến mục tiêu.*

Ở trạng thái nổ tĩnh, dải biến thiên góc mở trung bình của luồng mảnh khi vectơ vận tốc tương đối V_{Td} thay đổi sẽ là $2\Delta\bar{\mu}_1$ (hình 1).

Đối với mỗi vectơ vận tốc tương đối V_{Td} ta có thể xác định một góc nghiêng φ của cảm biến mục tiêu. Do vận tốc tương đối biến thiên trong khoảng từ $V_{Td\min}$ đến V_{Tdmax} nên góc φ cũng biến thiên trong khoảng từ φ_1 đến φ_2.

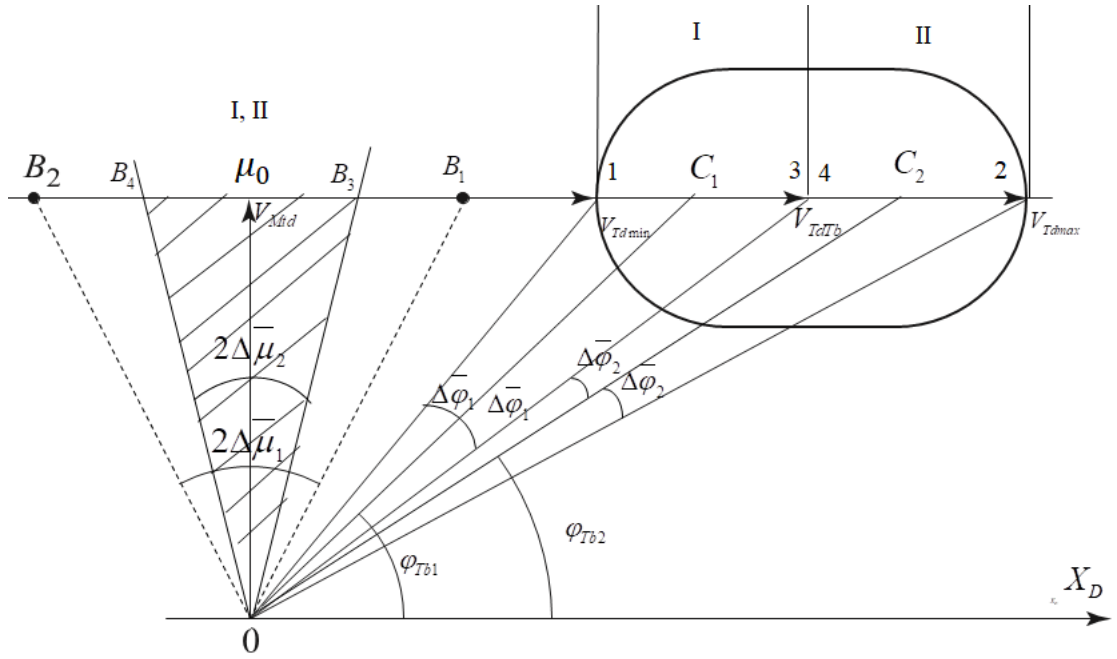
Như vậy, để đảm bảo phát hiện mục tiêu và khi kích nổ mục tiêu nằm trong luồng mảnh văng thì cần phải đảm bảo góc mở trung bình của luồng mảnh văng khi vectơ vận tốc tương đối V_{Td} thay đổi có giá trị $2\Delta\bar{\mu}_1$ tương ứng với khoảng B_1B_2 và được xác định theo công thức:

$$\Delta\bar{\mu}_1 \cong \sin\Delta\bar{\mu}_1 = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{2V_{Mtd}} \qquad (1)$$

Mật độ mảnh văng tỉ lệ nghịch với độ lớn góc mở trung bình của luồng mảnh $\Delta\bar{\mu}_1$[[6]]. Nghĩa là, khả năng sát thương mục tiêu sẽ càng thấp khi $\Delta\bar{\mu}_1$ càng lớn và ngược lại khả năng sát thương mục tiêu cao khi $\Delta\bar{\mu}_1$ nhỏ. Để giải quyết vấn đề này, chúng ta tiếp tục nghiên cứu ở các phần tiếp theo của bài báo này.

3. GÓC MỞ TRUNG BÌNH CỦA LUỒNG MẢNH VĂNG VÀ DẢI QUAN SÁT MỤC TIÊU KHI SỬ DỤNG 2 CẢM BIẾN MỤC TIÊU

Khi sử dụng 2 cảm biến mục tiêu có thể phân chia dải vận tốc tương đối $[V_{Td\min}...V_{Tdmax}]$ thành 2 dải: I và II (hình 2). Đối với mỗi dải có góc nghiêng trung bình lần lượt là φ_{Tb1} và φ_{Tb2} tương ứng với vận tốc trung bình của mỗi dải tại điểm C_1 và C_2.



Hình 2. *Góc mở trung bình của luồng mảnh văng và cánh sóng khi sử dụng 2 cảm biến mục tiêu.*

Từ hình 2 thấy rằng, mỗi cảm biến mục tiêu làm việc trong một dải vận tốc tương đối $[V_{Td1}...V_{Td3}]$ và $[V_{Td4}...V_{Td2}]$, nghĩa là, góc quan sát mục tiêu ứng với mỗi cảm biến mục tiêu lần lượt là $2\Delta\bar{\varphi}_1$ và $2\Delta\bar{\varphi}_2$. Khi đó, góc mở trung bình của luồng mảnh văng sẽ giảm đi 2 lần từ $\Delta\bar{\mu}_1$ xuống $\Delta\bar{\mu}_2$ [7] và được xác định theo công thức sau:

$$\Delta\bar{\mu}_2 \cong \sin\Delta\bar{\mu}_2 = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{2V_{Mtd}} = \frac{\Delta\bar{\mu}_1}{2} \tag{2}$$

Trong trường hợp tổng quát khi sử dụng n cảm biến mục tiêu thì giá trị góc mở trung bình của luồng mảnh văng khi vectơ vận tốc tương đối V_{Td} thay đổi được xác định theo công thức:

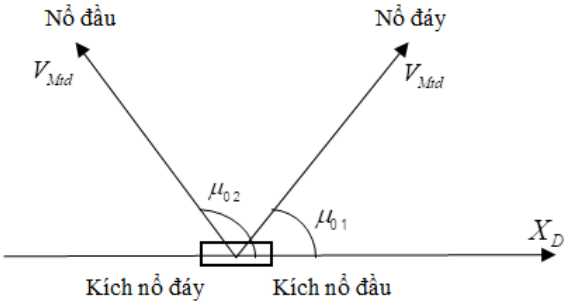
$$\Delta\bar{\mu}_n \cong \sin\Delta\bar{\mu}_n = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{2nV_{Mtd}} = \frac{\Delta\bar{\mu}_1}{n} \tag{3}$$

Trong đó, n – Số lượng cảm biến mục tiêu

Theo công thức (3) góc mở trung bình của luồng mảnh văng tỉ lệ nghịch với số lượng cảm biến mục tiêu lắp trên TLPK, nghĩa là, $\Delta\bar{\mu}_n$ càng nhỏ khi n càng tăng.

4. KÍCH NỔ ĐA VỊ TRÍ

Để nâng cao hiệu quả tác dụng của TLPK sát thương bằng mảnh người ta sử dụng phương pháp kích nổ đa điểm (hình 3).



Hình 3. *Kích nổ đa vị trí.*

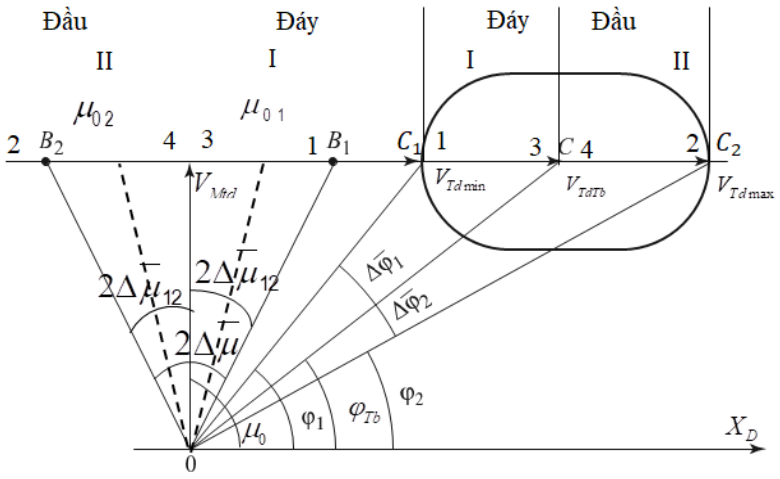
Trong đó, μ_{01} là góc nghiêng trung bình của luồng mảnh khi chỉ kích nổ TLPK bởi liều nổ đầu; μ_{02} là góc nghiêng trung bình của luồng mảnh khi chỉ kích nổ đạn bởi liều nổ đáy.

Phương pháp này cho phép kích nổ TLPK hoặc tại vị trí đầu hoặc tại vị trí cuối hoặc đồng thời 2 vị trí đầu và cuối của khối thuốc nổ. Nếu kích nổ tại vị trí đầu, thì góc nghiêng trung bình của luồng mảnh là $\mu_{02} > \mu_0$. Nếu kích nổ tại vị trí đáy thì góc nghiêng trung bình của luồng mảnh là $\mu_{01} < \mu_0$.

Sử dụng tính chất đặc biệt này của kích nổ đa điểm cho phép đảm bảo sự phối hợp hoạt động của dải quan sát mục tiêu và góc mở trung bình của luồng mảnh văng nhờ phân chia dải vận tốc tương đối thành 2 hay 3 dải.

Kích nổ hoặc ở vị trí đầu hoặc vị trí đáy với một cảm biến mục tiêu

Xét trường hợp khi sử dụng kích nổ 2 điểm đầu, đáy và một cảm biến mục tiêu với góc nghiêng trung bình không đổi $\varphi_{Tb} = const$ ứng với vận tốc tương đối trung bình tại điểm C trong khoảng $[V_{Td\min} ... V_{Tdmax}]$ (hình 4).



Hình 4. *Kích nổ ở vị trí đầu và đáy với một cảm biến mục tiêu.*

Để đảm bảo sự phối hợp hoạt động của luồng mảnh và dải quan sát mục tiêu thì độ rộng luồng mảnh B_1B_2 với góc mở trung bình $2\Delta\bar{\mu}$ phải trùng với khoảng C_1C_2 ứng với $\left[V_{Td\min}, V_{Tdmax}\right]$. Góc $2\Delta\bar{\mu}$ là góc mở trung bình luồng mảnh khi kích nổ đồng thời ở đầu và đáy khối thuốc nổ.

Chia dải vận tốc tương đối thành 2 phần bằng nhau I, II, trong đó, vùng I ứng với V_{Td} nhỏ, vùng II cùng với vận tốc V_{Td} lớn. Khi có thông tin về độ lớn vận tốc tương đối, hoặc chỉ kích nổ đáy khối thuốc nổ ứng với vùng I, hoặc kích nổ đầu khối thuốc nổ ứng với vùng II. Góc nghiêng trung bình của luồng mảnh lần lượt tương ứng là μ_{02} và μ_{01} ở bên trái và bên phải μ_0. Giá trị góc mở trung bình của luồng mảnh khi kích nổ đầu hoặc đáy được xác định theo công thức:

$$\Delta\bar{\mu}_{12} = \mu_{02} - \mu_0 = \mu_0 - \mu_{01} \cong \sin\Delta\bar{\mu}_{12} = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{2V_{Mtd}} = \frac{\Delta\bar{\mu}}{2} \quad (4)$$

Công thức (4) chỉ ra rằng, góc mở trung bình của luồng mảnh $2\Delta\bar{\mu}_{12}$ giảm 2 lần so với ngòi không sử dụng phương pháp kích nổ đa điểm.

Như vậy, ta có thể khái quát công thức xác định giá trị trung bình góc mở luồng mảnh khi sử dụng kích nổ đa điểm:

$$\Delta\bar{\mu}_{1m} \cong \sin\Delta\bar{\mu}_{1m} = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{2mV_{Mtd}} = \frac{\Delta\bar{\mu}}{m} \quad (5)$$

Trong đó, $m = \left[1,3\right]$ – Số lượng vị trí kích nổ.

Theo công thức (5) giá trị góc mở trung bình của luồng mảnh văng tỉ lệ nghịch với số lượng vị trí kích nổ lắp trên TLPK, nghĩa là, $\Delta\bar{\mu}_m$ càng nhỏ khi m càng tăng.

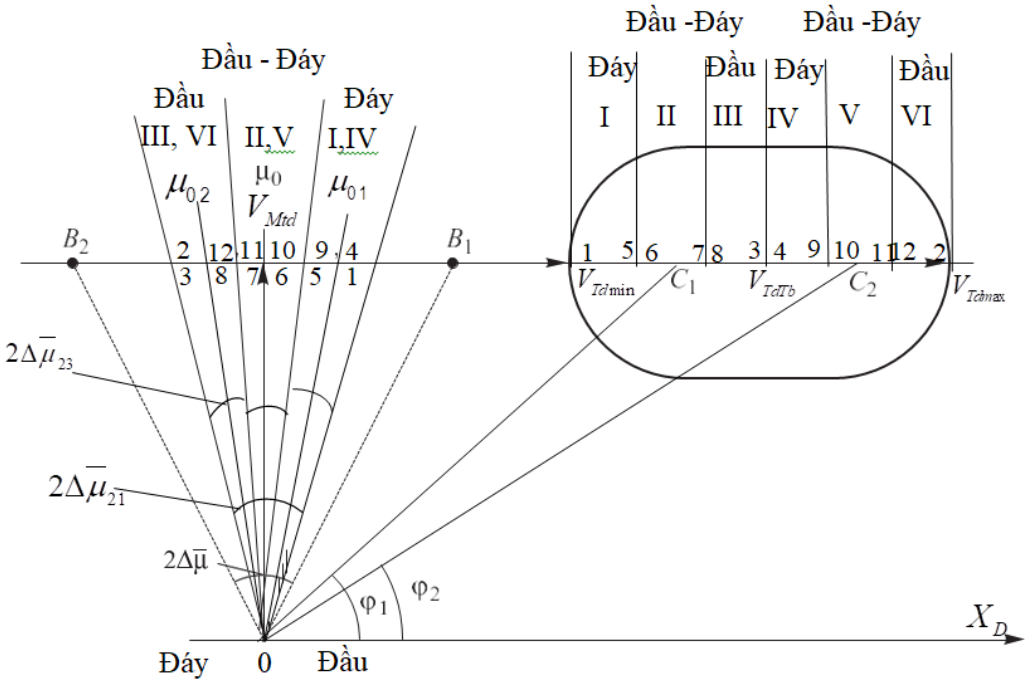
Từ mục 3 và 4 ta có thể đưa ra công thức tổng quát xác định giá trị góc mở trung bình của luồng mảnh văng khi sử dụng n cảm biến mục tiêu và m vị trí kích nổ:

$$\Delta\bar{\mu}_{nm} \cong \sin\Delta\bar{\mu}_{nm} = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{2nmV_{Mtd}} = \frac{\Delta\bar{\mu}}{nm} \quad (6)$$

Như vậy, giá trị góc mở trung bình của luồng mảnh càng nhỏ khi sử dụng kết hợp càng nhiều điểm kích nổ và cảm biến mục tiêu. Nói cách khác, mật độ mảnh văng sẽ tăng lên đáng kể khi sử dụng nhiều hơn 1 cảm biến mục tiêu và 1 điểm kích nổ.

5. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ THU ĐƯỢC TRONG BÀI TOÁN TỐI ƯU GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH GÓC MỞ TRUNG BÌNH LUỒNG MẢNH KHI SỬ DỤNG 2 CẢM BIẾN MỤC TIÊU KẾP HỢP VỚI 3 VỊ TRÍ KÍCH NỔ

Trong khuôn khổ bài báo, nhóm tác giả sử dụng mô hình 2 cảm biến mục tiêu kết hợp với 3 vị trí kích nổ để đánh giá khả năng sát thương mục tiêu. Khi đó, theo kết quả mục 3 và 4 của bài báo này thì dải vận tốc tương đối $\left[V_{Td\min}...V_{Tdmax}\right]$ được chia hành 6 dải và phân thành 2 nhóm (hình 5).



Hình 5. *Độ rộng trung bình của luồng mảnh khi sử dụng 2 cảm biến mục tiêu kết hợp với 3 vị trí kích nổ.*

Nhóm số 1 bao gồm 3 dải: I, II, III (ứng với V_{Td} có giá trị nhỏ), nhóm số 2 bao gồm: IV, V, VI (ứng với V_{Td} có giá trị lớn) (hình 5). Mỗi cảm biến mục tiêu phụ trách 1 nhóm dải vận tốc tương đối với góc nghiêng trung bình lần lượt là φ_1 và φ_2.

Theo kết quả nghiên cứu [7], khi sử dụng mô hình kích nổ tại 1 điểm kết hợp với 2 cảm biến mục tiêu thì giá trị trung bình góc mở luồng mảnh văng sẽ giảm đi 2 lần từ $2\Delta\bar{\mu}$ xuống $2\Delta\bar{\mu}_{21}$ (mục 3) và được giới hạn trong vùng (1,4),… (3,2). Khi sử dụng mô hình kích nổ tại 3 điểm (đầu, đáy, đầu-đáy) kết hợp với 2 cảm biến mục tiêu thì góc mở trung bình luồng mảnh văng sẽ giảm đi 3 lần từ $2\Delta\bar{\mu}_{21}$ xuống $2\Delta\bar{\mu}_{23}$ (mục 4).

Khi thực hiện kích nổ đầu đối với dải vận tốc tương đối: III và VI; kích nổ đáy đối với dải vận tốc tương đối: I và IV; kích nổ đầu-đáy đối với dải vận tốc tương đối: II và V. Điều này cho phép giảm độ rộng góc bay tản trung bình mảnh văng xuống 6 lần (theo công thức (6)) từ $2\Delta\bar{\mu}$ xuống $2\Delta\bar{\mu}_{23}$ và có giá trị:

$$\Delta\bar{\mu}_{23} \cong \sin\Delta\bar{\mu}_{23} = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{2.2.3V_{Mtd}} = \frac{\Delta\bar{\mu}}{2.3}$$

$$\Delta\bar{\mu}_{23} \cong \sin\Delta\bar{\mu}_{23} = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{2.2.3.V_{Mtd}} = \frac{\Delta\bar{\mu}}{2.3} = \frac{\Delta\bar{\mu}}{6} \qquad (7)$$

Góc lệch trái và phải so với μ_0 được xác định theo công thức:

$$\left|\mu_{0\,\text{đầu}} - \mu_0\right| = \left|\mu_0 - \mu_{0\,\text{đáy}}\right| = 2\Delta\bar{\mu}_{23} = \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{6V_{Mtd}}$$

Góc μ_{02} và μ_{01} được xác định theo công thức:

$$\mu_{02} = \mu_0 + \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{6V_{Mtd}}$$

$$\mu_{01} = \mu_0 - \frac{V_{Tdmax} - V_{Td\min}}{6V_{Mtd}}$$

Do đó, so với phương án khi sử dụng 1 cảm biến mục tiêu và 1 vị trí kích nổ thì phương án sử dụng 2 ăng ten và kích nổ 3 điểm cho giảm độ rộng góc mở trung bình của luồng mảnh đi một lượng là:

$$\frac{\Delta\bar{\mu} - \Delta\bar{\mu}_{23}}{\Delta\bar{\mu}}.100\% = \frac{\Delta\bar{\mu} - \frac{1}{6}\Delta\bar{\mu}}{\Delta\bar{\mu}}.100\% = 83\%$$

Như vậy, nếu giả sử mật độ mảnh văng trong phạm vi góc mở $\Delta\bar{\mu}$ được phân bố đều, thì khi góc mở trung bình của luồng mảnh giảm 83%, mật độ phân bố mảnh văng trong vùng góc mở $\Delta\bar{\mu}_{23}$ tăng lên một lượng là 83%. Nghĩa là khi đó, khả năng sát thương mục tiêu sẽ tăng lên 83%.

6. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết, có thể rút ra một số kết luận cơ bản sau:

- Bài báo đã trình bày cơ sở lý thuyết xác định giá trị góc mở trung bình luồng mảnh văng khi sử dụng n cảm biến mục tiêu và m vị trí kích nổ. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra rằng, sau khi phát hiện mục tiêu và kích nổ TLPK mục tiêu sẽ nằm trong luồng mảnh văng.

- Kết quả thu được mở ra một số vấn đề cần tiếp tục nghiên cứu như kích nổ đa điểm, hệ thống cảm biến mục tiêu nhỏ gọn để đảm bảo lắp được nhiều trên các loại TLPK cỡ nhỏ.

- Kết quả nghiên cứu có thể sử dụng để tham khảo trong giai đoạn thiết kế ngòi nổ không tiếp xúc dùng cho TLPK sát thương bằng mảnh. Cụ thể nó giúp đánh giá mối quan hệ giữa vận tốc tương đối TLPK và mục tiêu, số lượng cảm biến mục tiêu và số lượng điểm kích nổ. Từ đó đưa ra đề xuất cho người thiết kế góc mở trung bình của luồng mảnh tối ưu nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Астапов А.Б., Борзов А.Б., Ефремов А.К. *"Автономные информационные и управляющие системы"* – Том 4 (1-5), М., ООО НИЦ "Инженер", ООО "Онико-М", 2011, 322с.

[2]. Дорофеев, А.Н.; Кузнецов, В.А.; Саркисян, Р.С. "*Авиационные боеприпасы"*, Изд-во: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1968, 602с.

[3]. Аветисян Д.А. "*Основы автоматизированного проектирования электромеханических преобразователей: учебное пособие"*. М., Высшая школа, 1988, 271 с.

[4]. Норенков И.П. "*Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем: учебное пособие для втузов"*. 2-е изд., перераб. и доп. М., Высшая школа, 1986, 304 с.

[5]. Чубасов В.А. "*Основы конструкции средств поражения и боеприпасов"*. Балт. гос. техн. ун-т – СПб., 2011, 176 с.
[6]. Hoàng Văn Cường. "*Nghiên cứu trường phân bố mảnh của đạn sát thương"*, Học viện KTQS, 2015, 80tr.
[7]. Nguyễn Ngọc Thủy, Phạm Xuân Quyền. "*Đề tài nghiên cứu khả năng nâng cao hiệu quả sát thương của đạn sử dụng ngòi nổ không tiếp xúc"*. Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học của học viên - sinh viên năm học 2019-2020, Học viện KTQS, 2020, 51tr.
[8]. Phạm Xuân Quyền, Phạm Đức Hùng. "*Xác định góc mở tối ưu tạo luồng mảnh văng sát thương mục tiêu khi tính toán thiết kết ngòi nổ không tiếp xúc"*, số 5, tạp chí KHKT Học viện KTQS, 2020, 12tr.

ABSTRACT

RESEARCH FOR A SOLUTION USING PROXIMITY FUSE WITH MULTIPLE WORKING AREAS COMBINED A COMPOSITION OF MULTI-POSITIONS DETONATED TO IMPROVE THE ABILITY TO DAMAGE THE TARGET BY ANTI-AIRCRAFT MISSILE

In the paper, the theoretical basis to determine the target observation area of the sensor and the fragments beam is presented. On that basis, the authors have proposed a method to determine the range of average opening angle variation of the fragments beam when the relative speed between the missile and the target changes to improve the ability to damage the target. The research results have shown that when combining two sensors with three detonation positions of the proximity fuse, the probability of destroying the target can be increased by 83% compared to when applying one sensor and one point detonated.

Keywords: Proximity fuse; Fragments beam; Short range radar; Relative speed.

Nhận bài ngày 25 tháng 8 năm 2021
Hoàn thiện ngày 22 tháng 9 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 24 tháng 9 năm 2021

Địa chỉ: Học viện Kỹ thuật quân sự.
*Email: famvn@mail.ru.