

Nghiên cứu, thiết kế mô hình giáp phản ứng nổ cho xe chiến đấu bộ binh hạng nhẹ

Phạm Quang Hiếu, Nguyễn Ngọc Hải, Phạm Văn Toại, Bùi Anh Thức, Phạm Kim Đạo

Viện Thuốc phóng Thuốc nổ, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng, Số 192 Đức Giang, Long Biên, Hà Nội, Việt Nam.

*Email: hieuplus@gmail.com

Nhận bài: 30/6/2024 ; Hoàn thiện: 07/9/2024; Chấp nhận đăng: 18/9/2024; Xuất bản: 14/10/2024.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.IPE.2024.45-51>

TÓM TẮT

Trong chiến đấu, bên cạnh các xe tăng chiến đấu chủ lực luôn xuất hiện thêm các xe chiến đấu bộ binh, được sử dụng để chở bộ binh trên chiến trường và hỗ trợ hỏa lực. Trong các cuộc chiến tranh trước đây, các xe thiết giáp như xe chiến đấu bộ binh BMP, xe bọc thép chở quân BTR đều bộc lộ những nhược điểm lớn về khả năng sống sót, không an toàn cho kíp lái và bộ binh ngồi trong xe khi bị vấp mìn và trúng đạn do nó không được trang bị giáp phản ứng nổ. Công nghiệp quốc phòng Việt Nam đang triển khai nghiên cứu, thiết kế xe chiến đấu bộ binh bằng nội lực trong nước, do đó, việc nghiên cứu thiết kế mô hình giáp phản ứng nổ đồng bộ cùng với quá trình này là hết sức cần thiết. Trong bài báo này nhóm tác giả căn cứ trên các thông tin được cung cấp về xe chiến đấu bộ binh do trong nước chế tạo, đã nghiên cứu thiết kế mô hình giáp phản ứng nổ cho loại xe này, có khả năng chống lại đạn xuyên lõm. Giáp phản ứng nổ được thiết kế theo kiểu modul, có thể tháo lắp dễ dàng, nhanh chóng.

Từ khóa: Giáp phản ứng nổ; 4C24; Xe chiến đấu bộ binh; B-41M.

1. MỞ ĐẦU

Giáp phản ứng nổ (GPUN) là bộ phận bảo vệ xe thiết giáp do viện sĩ người Nga B.V. Voitsekhovskiy đề xuất sử dụng vào cuối những năm 1950. Tuy nhiên, lúc bấy giờ quân đội Liên Xô lại không quan tâm tới GPUN [1, 2]. Phải tới cuộc chiến tranh Anh-Israel năm 1982, các xe tăng M48, M60 của Israel với GPUN đã khiến cho quân đội các nước thay đổi quan điểm với GPUN. Từ đó, GPUN bắt đầu được nghiên cứu, phát triển mạnh ở nhiều nơi trên thế giới.



Hình 1. Phần tử nổ và modul GPUN kiểu Kontakt-1 với 02 phần tử nổ 4C20.

Xe chiến đấu bộ binh BMP-1, BMP-2 với các ưu điểm về tác chiến, đã được sản xuất với số lượng lớn và được sử dụng rất tích cực. Ngay từ những năm 80, các phương án đầu tiên đã được đề xuất để tăng cường khả năng bảo vệ cho BMP mới bằng GPUN. Và cho đến gần đây một số nước do tình hình chiến sự bùng nổ nên đã bổ sung thêm các GPUN, trong đó kể đến như xe BMP-1YM của Ukraina và của Cộng hòa Lugansk.

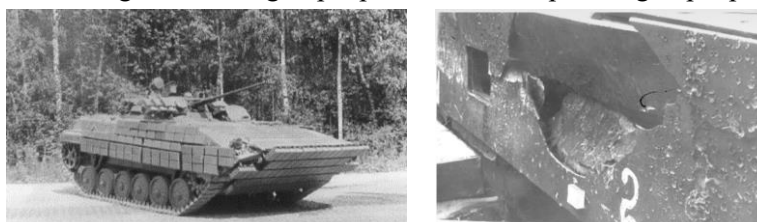


Hình 2. Xe BMP-1YM của Ukraina.



Hình 3. Xe BMP-1 của Cộng hòa Lugansk.

Trở lại năm 1988, Nga đã nỗ lực điều chỉnh hệ thống GPUN cho xe bọc thép hạng nhẹ, loại vũ khí mà vào thời điểm đó đã được sử dụng rộng rãi trong việc bảo vệ xe tăng như trang bị Kontakt-1 cho xe BMP-2. Tuy nhiên, các thử nghiệm thực địa của các GPUN này cho thấy chúng hoàn toàn không phù hợp để sử dụng trong việc bảo vệ xe bọc thép hạng nhẹ. Khi tổng khối lượng thuốc nổ được kích nổ lên tới 1,1 - 1,2 kg so với đương lượng TNT làm vô hiệu hóa chính chiếc xe. Do đó, phương án bố trí giáp phản ứng nổ như đề cập ở trên đối với các dòng xe BMP của Ucraina, CH Lugansk, Donbas cũng mới chỉ là giải pháp tình thế, chưa phải là giải pháp triệt để.



Hình 4. Biến dạng của xe BMP-2 sau khi GPUN kiểu Kontakt-1 hoạt động.

Hiện nay, công nghiệp quốc phòng Việt Nam cũng đang nghiên cứu, triển khai chế tạo một số loại xe chiến đấu bộ binh hạng nội lực trong nước. Do đó, việc nghiên cứu, thiết kế GPUN lên các loại xe chiến đấu bộ binh hạng nhẹ này vẫn còn mang tính thời sự và cần thiết.

2. THIẾT KẾ MÔ HÌNH GIÁP PHẢN ỨNG NỔ

2.1. Lựa chọn loại thuốc nổ

Lựa chọn thuốc nổ để nhồi nạp vào phần tử nổ cho giáp phản ứng nổ phụ thuộc chính vào các yêu cầu kỹ thuật đối với các hoạt động thực tế của xe chiến đấu bộ binh (quá trình di chuyển hay tạo ra các chấn động cơ học, rung xóc,...). Các yêu cầu quan trọng nhất là khả năng kích nổ tin cậy của thuốc nổ khi tiếp xúc với luồng xuyên lõm cũng như mũi xuyên của đạn động năng; ngoài ra lại không được phát nổ khi bị đạn bộ binh bắn vào hoặc các mảnh văng của đạn pháo cỡ lớn hoặc nơi có nhiệt độ cao. Để đạt được điều này độ nhạy va đập của thuốc nổ ở mức không quá cao (tương đương nhóm thuốc nổ dẻo, thuốc nổ đàn hồi).

Khả năng hoạt động tin cậy thuốc nổ trong phần tử nổ phụ thuộc lớn vào kích thước tới hạn nổ của thuốc nổ, điều này đã giới hạn và chỉ có một số loại thuốc nổ mới có thể đáp ứng được kích thước tới hạn với chỉ tiêu vài mm. Kích thước tới hạn nổ thấp và khả năng sinh công lớn có thể đạt được bằng cách sử dụng các mác thuốc nổ mạnh dựa trên nền thuốc nổ đơn như: Hexogen, Octogen và PETN. Trong số các mác thuốc nổ như vậy thì loại thuốc nổ dẻo, thuốc nổ đàn hồi là phù hợp nhất để nhồi nạp vào phần tử nổ. Trong đó, thuốc nổ dẻo chứa hexogen (RDX) có đặc điểm là phong phú về nguyên liệu, sản xuất công nghiệp dễ dàng và chi phí thấp; để nhồi nạp vào các phần tử nổ. Do đó, thuốc nổ dẻo là sự lựa chọn ưu tiên để chế tạo phần tử nổ cho giáp phản ứng nổ ở trong hướng nghiên cứu này.

2.2. Lựa chọn loại phần tử nổ của giáp phản ứng nổ cho xe chiến đấu bộ binh hạng nhẹ

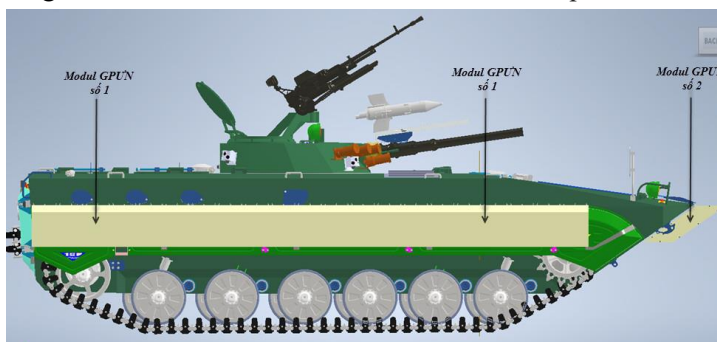
Viện nghiên cứu thép Niistali của Liên Bang Nga đã chế tạo ra phần tử nổ 4C24 trên cơ sở phần tử nổ 4C20 (kiểu giáp Kontakt-1) để trang bị cho các xe bọc thép hạng nhẹ, trong đó chủ yếu là xe BMP-3. Phần tử nổ 4C24 và 4C20 đều sử dụng chung thuốc nổ dẻo PVV-5A khối lượng thuốc nổ dẻo trong phần tử nổ 4C24 bằng một nửa so với 4C20 và bằng 130 gam [4].

Việc nâng cao hiệu quả trong việc bảo vệ chống lại đạn chống tăng đạt được thông qua việc sử dụng thêm các tấm polyme, đưa vào các nguyên tố phi kim loại tác động lên đạn tấn công, cũng như thời gian tương tác lâu hơn [5, 6]. Do đó trong phần tử nổ 4C24 ngoài lớp thuốc nổ còn có thêm lớp cao su vải IP-1, khối lượng của phần tử nổ 4C24 là 1360 gam với kích thước bao là 250x130x10 mm. Năm 2022, Liên Bang Nga đã trình diễn thử nghiệm tại Army Game modul GPUN kiểu mới lắp cho xe chiến đấu bộ binh sử dụng phần tử nổ 4C24 này. Phần tử nổ này là cơ

sở để nhóm tác giả nghiên cứu, thiết kế mô hình GPUN cho xe chiến đấu bộ binh ở trong nước.

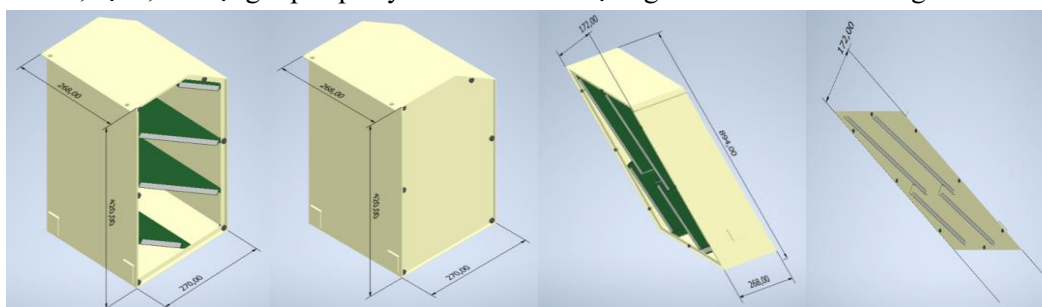
2.3. Thiết kế mô hình giáp phản ứng nổ

Trên cơ sở phối hợp với các đơn vị trong quân đội, từ cấu tạo và kích thước của xe chiến đấu bộ binh sản xuất trong nước mô hình bố trí GPUN được thể hiện qua hình 5 sau:



Hình 5. *Bố trí GPUN lên xe chiến đấu bộ binh.*

Trong đó: Modul GPUN số 1 bố trí bảo vệ thân xe với số lượng 42 modul, modul GPUN số 2 bố trí bảo vệ phần mũi xe phía trước với số lượng 7 modul. Kích thước bao modul số 1 là 420 x 268 x 270 mm, modul số 2 là 894 x 268 x 172 mm. Phía trong các modul được bố trí các phần tử nổ 4S24 theo một thứ tự nhất định, đảm bảo tối ưu hóa khả năng chống lại dòng xuyên lõm. Do đó, góc đặt phần tử nổ, vị trí, số lượng sắp xếp là yếu tố chính sẽ được nghiên cứu làm rõ ở trong bài báo này.



Hình 6. *Mô phỏng dự kiến cấu tạo các modul số 1 và số 2 (từ trái qua phải).*

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Xác định nguyên lý làm việc của phần tử nổ mẫu nhỏ

Chuẩn bị đạn xuyên lõm mẫu nhỏ

Đạn xuyên lõm mẫu nhỏ được làm từ loại phểu đồng 27 mm, ép vào một mặt của ống nhựa chịu nhiệt có chiều dày 4 mm chiều dài 100 mm; 70 gam thuốc nổ dẻo C4 được nhồi trong ống nhựa. Đạn xuyên lõm mẫu nhỏ được kích nổ gián tiếp bằng kíp nổ điện số 8, kết quả thử nghiệm loại đạn xuyên lõm này có chiều sâu xuyên 100 ± 5 mm qua đích thép CT3 như trên hình 7 sau:



Hình 7. *Thử nghiệm xác định chiều sâu xuyên của đạn xuyên lõm mẫu nhỏ.*

Chuẩn bị phân tử nổ mẫu nhỏ

Mẫu 1: Phân tử nổ mẫu được chế tạo từ 2 tấm bìa có kích thước 150 x 100 x 2 mm, kẹp giữa 2 tấm bìa này là lớp thuốc nổ dẻo PVV-5AVN dày 3,7 mm và lớp cao su dày 2,3 mm. Sử dụng băng dính để cố định phân tử nổ.

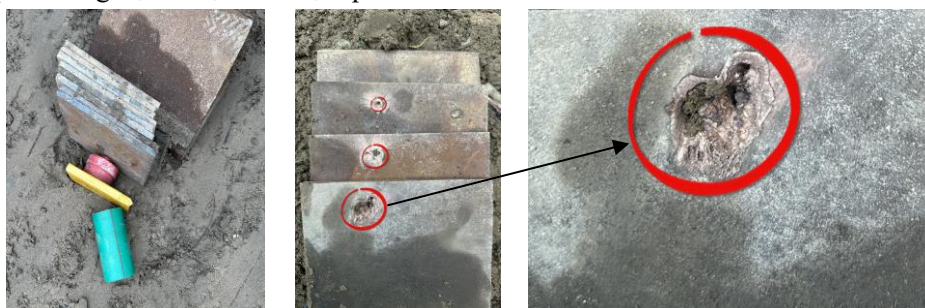
Mẫu 2: Phân tử nổ mẫu được chế tạo từ 2 tấm thép CT3 có kích thước 150 x 100 x 2 mm, kẹp giữa 2 tấm thép này là lớp thuốc nổ dẻo PVV-5AVN dày 3,7 mm và lớp cao su dày 2,3mm. Sử dụng băng dính để cố định phân tử nổ.

Chuẩn bị đích thép

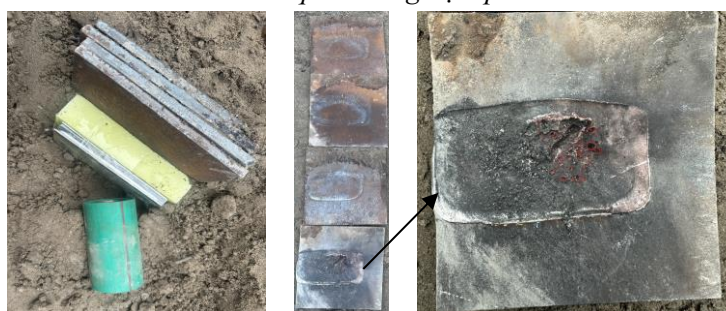
Đích thép bảo vệ được ghép từ các tấm thép CT3 có kích thước 250 x 250 x 6 mm, số lượng các tấm thép đặt sát với nhau từ 4 đến 30 tấm (số lượng đủ để xác định được chiều sâu xuyên).

Sơ đồ thử nghiệm được bố trí sao cho góc tới của dòng xuyên hợp với bề mặt pháp tuyến của phân tử nổ mẫu một góc 60°. Phân tử nổ đặt cách đích thép một khoảng 30 mm.

Kết quả thử nghiệm được thể hiện qua hình 8, hình 9 sau:



Hình 8. Sơ đồ và kết quả thử nghiệm phân tử nổ mẫu 1.



Hình 9. Sơ đồ và kết quả thử nghiệm phân tử nổ mẫu 2.

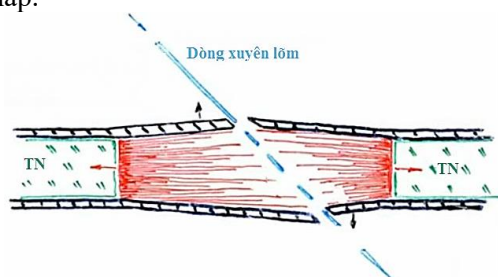
Từ kết quả thử nghiệm nhận thấy các phân tử nổ mẫu 1 và mẫu 2 có khả năng chống lại hoặc cản phá một phần dòng xuyên lõm, trong đó:

+ Đối với mẫu 1: Dòng xuyên đã xuyên qua 16 mm (2 tấm thép đầu xuyên qua, tấm thứ 3 xuyên qua 4 mm), có nghĩa là phân tử nổ mẫu 1 đã làm giảm chiều sâu xuyên đi 84 mm so với 100 mm xuyên lõm ban đầu.

+ Đối với mẫu 2: Các tấm đích thép không bị dòng xuyên đâm qua, chỉ có tấm đầu tiên bị ảnh hưởng bởi đạn xuyên lõm, tuy nhiên chiều sâu xuyên lớn nhất chỉ khoảng 3 mm, ngoài ra trên bề mặt có nhiều vết lõm với các kích thước, chiều sâu khác nhau, nằm phân bố về cùng hướng với chiều tiến của dòng xuyên. Sự tương tác của dòng xuyên lõm với phân tử nổ mẫu 2 được mô phỏng qua hình 10.

Qua đó, cho thấy tác dụng của phân tử nổ không chỉ bởi lượng thuốc nổ, loại thuốc nổ mà nó còn phụ thuộc vào cấu tạo của phân tử nổ. Khi phân tử nổ làm việc, các tấm thép ở 2 mặt bị phá vỡ thành các mảnh văng có tốc độ di chuyển rất nhanh, giao cắt với dòng xuyên lõm nên phân tách

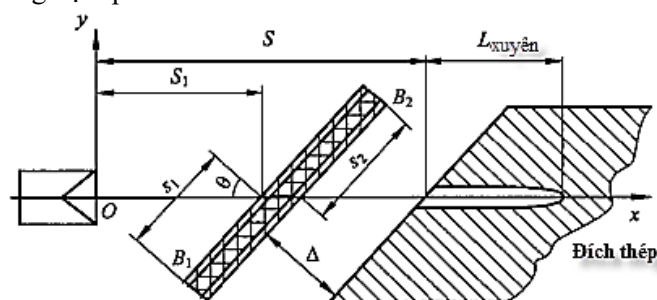
dòng xuyên thành các đoạn xuyên nhỏ hơn ban đầu (hình 10). Ngoài ra, trong quá trình làm việc của phân tử nổ tạo ra một vùng cao áp là rào cản để ngăn chặn quá trình phát triển dòng xuyên lõm. Ở giai đoạn nổ ban đầu của phân tử nổ mẫu, mũi xuyên dạng thẳng ban đầu trở thành hình dạng ngoằn ngoèo, xảy ra sự giãn nở không đều và vỡ thành các phần riêng biệt. Ở các giai đoạn sau của quá trình, sự biến dạng của dòng xuyên thể hiện ở mức độ lớn hơn, và theo thời gian dẫn đến sự phân tán hoàn toàn dòng xuyên thành các đoạn nhỏ khác nhau với khả năng đâm xuyên không cao do động năng thấp.



Hình 10. Tương tác dòng xuyên lõm với phân tử nổ.

3.2. Thiết kế, thử nghiệm phân tử nổ

Mô hình bố trí thử nghiệm phân tử nổ như hình 11 sau:



Hình 11. Bố trí thử nghiệm phân tử nổ.

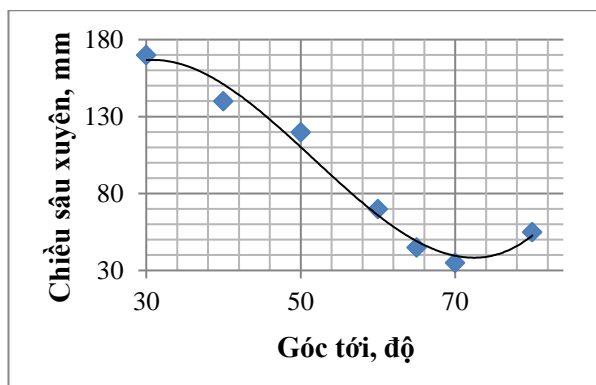
Trên cơ sở nghiên cứu ở mục 3.1, nhóm tác giả đã chế tạo phân tử nổ với kích thước 250 x 130 x 10 mm được làm từ thép CT3, sử dụng thuốc nổ dẻo PVV-5AVN với khối lượng 130 g. Ngoài ra, còn sử dụng lớp cao su vải bố có chiều dày 2 ÷ 2,5 mm để làm lớp lót. Phân tử nổ được kẹp theo thứ tự thép CT3-thuốc nổ dẻo-cao su vải-bố-thép CT3, sau đó được gắn chặt bằng keo dính.



Hình 12. Cấu tạo phân tử nổ.

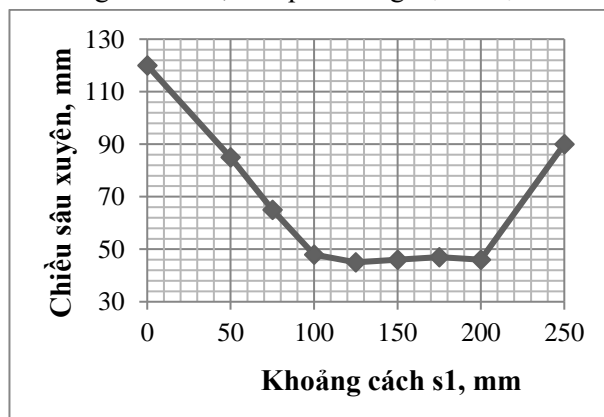
Đạn xuyên lõm: Đạn xuyên lõm được làm từ loại phểu đồng của đạn ĐCT-7M XL, được ép vào một mặt của ống nhựa chịu nhiệt có chiều dày 4mm chiều dài 120 mm, lòng trong được nhồi 400 gam thuốc nổ dẻo C4. Đạn được kích nổ gián tiếp bằng kíp nổ điện số 8, kết quả thử nghiệm loại đạn xuyên lõm này có chiều sâu xuyên 210 ± 5 mm qua đích thép CT3.

Tiến hành thử nghiệm với các góc tới khác nhau để xác định ảnh hưởng của nó đến độ xuyên thép. Kết quả được thể hiện qua hình 13 sau:



Hình 13. Ảnh hưởng của góc tối đến khả năng cản xuyên.

Kết quả từ hình 13 cho thấy góc đặt phần tử nổ có ý nghĩa quan trọng đối với khả năng cản lại dòng xuyên của. Góc đặt hiệu quả lớn tập trung ở góc $65 \div 75^\circ$. Ngoài ra, khi chú ý đến khả năng bảo vệ diện tích đích thép, tác giả lựa chọn góc đặt trong 65° . Tiến hành thử nghiệm ở tại các vị trí khoảng cách s_1 khác nhau với góc tối 65° , kết quả thử nghiệm được thể hiện quan hình 14 sau:



Hình 14. Ảnh hưởng của vị trí S_1 tới đến khả năng cản xuyên.

Từ hình 14 cho thấy, vị trí tiếp xúc giữa dòng xuyên với bề mặt phần tử nổ có ảnh hưởng lớn đến khả năng cản xuyên của phần tử nổ, khả năng cản xuyên hiệu quả nhất ở trong khoảng tiếp xúc tại vị trí từ 100 đến 200 mm, ở các vị trí còn lại khả năng cản xuyên giảm.

Như vậy, với 1 phần tử nổ ban đầu do nhóm tác giả chế thử có khả năng cản dòng xuyên lõm từ độ xuyên 210 mm xuống còn khoảng 45 mm, tức là làm giảm khả năng xuyên của đạn xuyên lõm xuống 165 mm. Nếu như với cách hiểu khả năng cản phá dòng xuyên của hệ lắp ghép các phần tử nổ bằng tổng của các phần tử nổ đơn cộng lại thì với 2 phần tử nổ khả năng cản xuyên sẽ bằng 330 mm đủ để đáp ứng chống lại đạn xuyên lõm ĐCT-7M XL với khả năng xuyên không nhỏ hơn 250 mm. Đây là nguyên lý chính để nhóm tác giả thiết kế modul GPUN 2 lớp phần tử nổ để thử nghiệm như hình 15 dưới đây.



Hình 15. Thử nghiệm với 2 phần tử nổ.

Kết quả thử nghiệm với 2 phần tử nổ đặt song song, hợp với góc tới dòng xuyên lõm một góc 65° đã cản phá hoàn toàn đạn xuyên lõm có dòng xuyên 210 ± 5 mm. Đối với đạn B-41M với khả năng xuyên không nhỏ hơn 250 mm sẽ được trình bày ở các nghiên cứu, làm rõ sau này.

4. KẾT LUẬN

Với việc sử dụng loại thuốc nổ dẻo, thiết kế cấu tạo phần tử nổ và kết quả thử nghiệm cho thấy tác dụng của phần tử nổ không chỉ bởi lượng thuốc nổ, loại thuốc nổ mà nó còn phụ thuộc vào cấu tạo của phần tử nổ. Góc đặt phần tử nổ trong modul giáp phản ứng nổ có ảnh hưởng lớn đến khả năng cản phá dòng xuyên, trong đó góc đặt tối ưu nằm trong khoảng 65 ÷ 75°. Vị trí tiếp xúc giữa dòng xuyên với bề mặt phần tử nổ có ảnh hưởng lớn đến khả năng cản xuyên của phần tử nổ, khả năng cản xuyên hiệu quả nhất ở trong khoảng tiếp xúc tại vị trí từ 100 đến 200 mm, ở các vị trí còn lại khả năng cản xuyên giảm. Việc sử dụng các phần tử nổ đặt song song với nhau sẽ làm tăng thêm khả năng chống lại dòng xuyên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. “Производство наземных боевых машин в Европе. Обзор рынка”, Military Technology, №6, (2008).
- [2]. Григорян В.А., Дорохов Н.С. и др. “Проникание кумулятивных струй через взрывную динамическую защиту”, Оборонная техника, №11, (2002).
- [3]. <https://wartools.ru/bmp/bmp-1-modifikatsii-mashiny-na-baze-kritika-sluzhba-i-boevoe-prim/>
- [4]. <https://www.niistali.ru>
- [5]. Кобылкин И. Ф., Григорян В. А., Дорохов Н. С., Рототаев ДА. “Промыкание кумулятивных струй через взрывную динамическую защиту”, Оборонная техника, № 11, (2002).
- [6]. Кобылкин И. Ф., Дорохов Н. С. “Взаимодействие кумулятивной струи с движущимися пластинами динамической защиты// Физика горения и взрыва”, Т. 49, № 4, (2013).

ABSTRACT

Research and design explosive reactive armor models for light infantry fighting vehicles

In combat, besides main battle tanks, infantry fighting vehicles always appear, used to carry infantry on the battlefield and provide fire support. In previous wars, these armored vehicles, such as BMP infantry fighting vehicles and BTR armored personnel carriers, all exhibit major shortcomings in terms of survivability, making it unsafe for the crew and infantry sitting in the vehicle when they stumble on mines and are hit by bullets because they are not equipped with explosive reactive armor to protect the vehicle from concave-piercing bullets. Vietnam's defense industry is conducting research and designing infantry fighting vehicles using domestic resources, so it is essential to research and design a synchronous explosive reactive armor model along with this process. In this article, the authors, based on the information provided about domestically manufactured infantry fighting vehicles, have researched and designed an explosive reactive armor model for this vehicle, capable of resisting anti-tank bullets. Explosive reactive armor is designed in a modular style and can be easily and quickly assembled and disassembled.

Keywords: Explosive reactive armor; 4C24; Infantry fighting vehicle; B-41M.