ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ANSYS AUTODYN NGHIÊN CỨU QUÁ TRÌNH HÌNH THÀNH ĐẠN TẠO HÌNH

RESEARCH ON THE FORMATION OF THE EXPLOSIVELY FORMED PENETRATOR BY USING THE ANSYS AUTODYN SOFTWARE

TS. **Nguyễn Quang Dũng**, TS. **Phan Văn Tuấn**, TS. **Đỗ Xuân Tươi**, KS. **Phan Thanh Phúc**
Khoa Vũ khí, Học viện Kỹ thuật Quân sự

TÓM TẮT

Bài báo thực hiện mô phỏng số quá trình hình thành phần chiến đấu (PCĐ) của đạn tạo hình bằng phần mềm ANSYS AUTODYN với các thành phần thân vỏ, thuốc nổ, phễu lót… tiệm cận với vật liệu thực tế nhằm làm rõ quá trình hình thành PCĐ đạn tạo hình. Kết quả cho thấy sự phù hợp với các nghiên cứu lý thuyết đã biết, góp phần làm sáng tỏ quá trình hình thành PCĐ đạn tạo hình, khẳng định sự hợp lý của các mô hình vật liệu lựa chọn, là cơ sở ban đầu cho việc ứng dụng phần mềm để khảo sát, tính toán, thiết kế các loại đạn tạo hình.

Từ khóa: *Phần chiến đấu; ANSYS AUTODYN; Đạn tạo hình.*

ABSTRACT

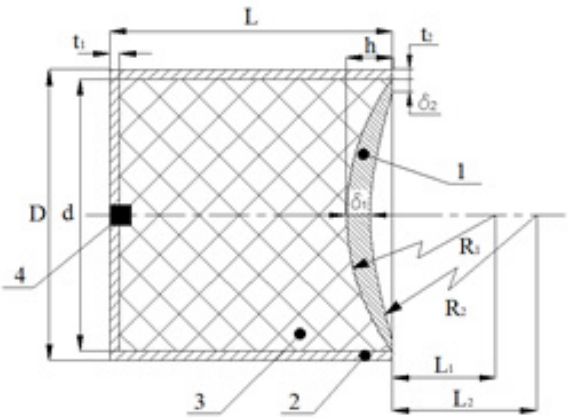
The article performed numerical simulation on the formation of the explosively formed penetrator by using ANSYS AUTODYN software with models for components: case, charge, liner suitable for actual materials to clarify the formation process the explosively formed penetrator. The research results of the paper are consistent with the known theoretical studies, contributing to elucidating the process of forming the explosively formed penetrator, confirming the rationality of selected material models, is the initial basis for the application of software for surveying, calculating and designing explosively formed penetrator.

Keywords: *ANSYS AUTODYN; Explosively formed penetrator.*

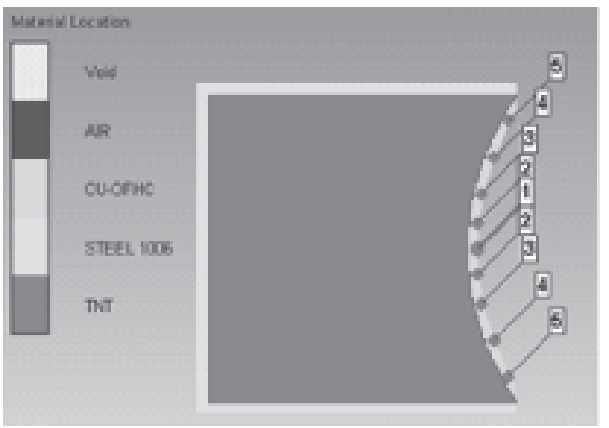
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Cơ chế hình thành PCĐ đạn tạo hình đã được một số nhà nghiên cứu thực hiện trên cơ sở phương pháp lý thuyết và thực nghiệm [1], [2], [3]. Tuy nhiên, do hạn chế về các thiết bị đo đạc và quan sát nên việc hiểu sâu sắc ảnh hưởng của các yếu tố từ đó tối ưu hóa quá trình thiết kế còn gặp nhiều khó khăn. Bài báo giới thiệu phương pháp số với phần mềm ANSYS AUTODYN nghiên cứu quá trình hình thành PCĐ đạn tạo hình trong điều kiện nổ tĩnh nhằm làm sáng tỏ các quá trình vật lý, từ đó đánh giá khả năng ứng dụng trong tính toán, thiết kế đạn tạo hình.

2. XÂY DỰNG MÔ HÌNH PHẦN CHIẾN ĐẤU TRÊN PHẦN MỀM ANSYS AUTODYN



Hình 1. Kết cấu PCĐ đạn tạo hình



Hình 2. Mô hình PCĐ đạn tạo hình

Bảng 1. Một số kích thước PCĐ đạn tạo hình

Kích thước (mm)	Giá trị	Kích thước (mm)	Giá trị	Kích thước (mm)	Giá trị
L	88	t_2	3	δ_2	2,2
D	90	R_1	72	h	13,5
d	84	R_2	72	L_1	58,5
t_1	3	δ_1	3	L_2	61,5

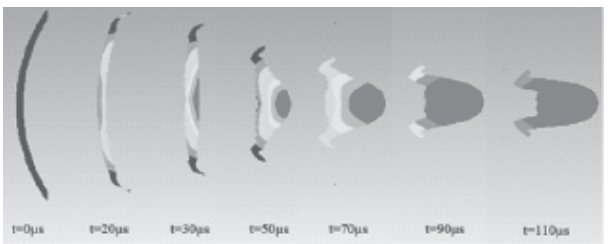
Kết cấu PCĐ của đạn tạo hình (hình 1) gồm: phễu lót 1; thân vỏ 2; thuốc nổ 3; bộ phận gây nổ 4. Sử dụng mô hình 2D đối xứng trục trên phần mềm Ansys Autodyn 2D (hình 2). Sử dụng lưới Euler và điều kiện biên tự do tại bề mặt ngoài thân vỏ. Các tham số kích thước cho trong bảng 1, một số tham số vật liệu cho trong bảng 2.

Bảng 2. Mô hình vật liệu các thành phần đạn tạo hình

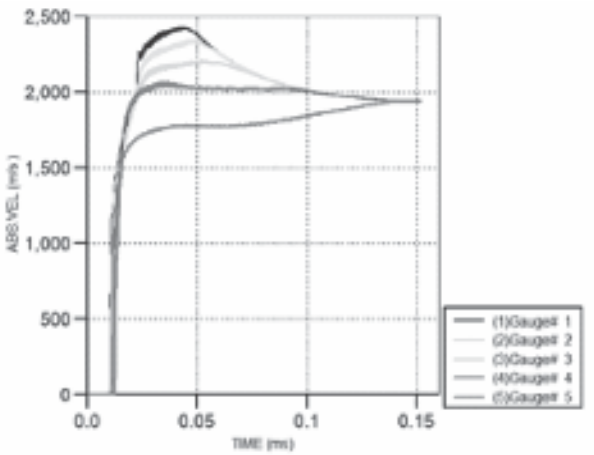
Phần tử	Loại vật liệu	Phương trình trạng thái	Mô hình bền
Phễu lót	Đồng	Linear	Jonhson Cook
Thuốc nổ	COMP B	JWL	
Thân vỏ	Thép 1006	Linear	Jonhson Cook
Dữ liệu vật liệu		**CU-OFHC**	**Thép 1006**
Khối lượng riêng		8,96 g/cm^3	2,703 g/cm^3
Phương trình trạng thái		Linear	Shock
Nhiệt độ ban đầu		300° K	300° K
Mô hình bền		Johnson-Cook	Steinberg Guinan
Nhiệt độ nóng chảy T_{nc}		1356° K	1220° K
Dữ liệu vật liệu		**COMP B**	
Khối lượng riêng ω		1,717 g/cm^3	
Phương trình trạng thái		JWL	
Tốc độ nổ D		7980 m/s	
Hệ số Gruneisen		1,3	

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

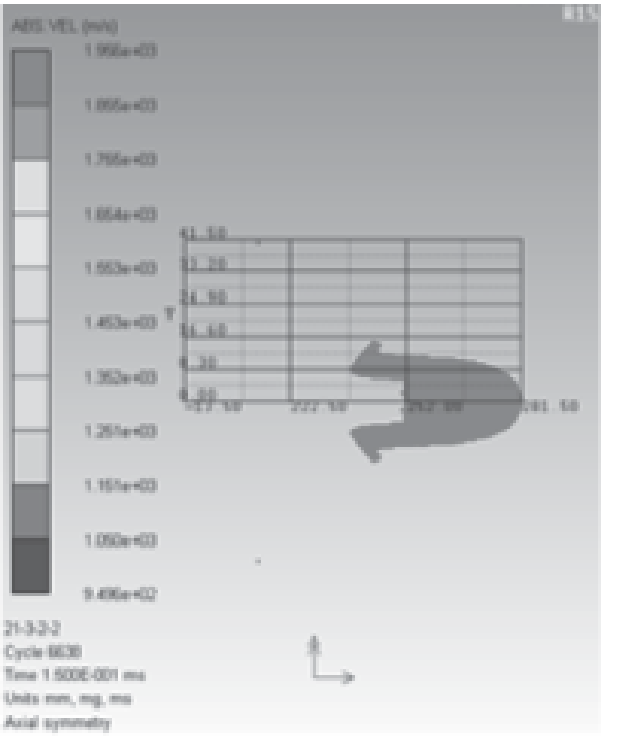
Sự chuyển đổi hình dạng của phễu lót trong quá trình hình thành phần chiến đấu theo thời gian được thể hiện trong hình 3. Sau khi vụ nổ được kích hoạt, sóng nổ lan truyền trong khối thuốc đi tới đỉnh phễu lót và bắt đầu nén ép. Do kết cấu của phễu lót, tại cùng một thời điểm, các vị trí trên phễu lót có vận tốc khác nhau, giảm dần từ đỉnh ra đến miệng. Trong khoảng từ 30µs ÷ 140µs sau khi kích nổ, do sự chênh lệch vận tốc giữa đỉnh và phần miệng, phễu lót bị ép lại và vuốt dài dần dần, "bung ra" - "lộn ngược" từ đỉnh lên miệng phễu. Đến khoảng thời gian 140µs ÷ 150µs, các phần tử kim loại của phễu chuyển động với cùng một vận tốc (hình 4) tạo thành khối dòng xuyên ổn định hình dáng với vận tốc cao, v = 1956 m/s, được gọi là PCĐ của đạn tạo hình (hình 5).



Hình 3. Quá trình hình thành phần chiến đấu



Hình 4. Đồ thị vận tốc các phần tử kim loại trong quá trình phễu lót biến dạng



Hình 5. Hình dạng và vận tốc PCĐ ở thời điểm t = 150µs

Hình 5 thể hiện hình dạng và vận tốc của PCĐ ở thời điểm kết thúc quá trình tạo hình, các thông số cơ bản tính toán được: vận tốc V = 1956 m/s, chiều dài l = 92,22 mm, đường kính lớn nhất D_{max} = 29,6 mm, quãng đường bay được S = 281,5 mm.

4. ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

Từ kết quả tính toán, có thể mô tả quá trình hình thành PCĐ như sau: sau khi kích nổ, đến thời điểm t = 10,66µs, sóng nổ lan truyền tới, nén ép làm các phần tử kim loại trên phễu lót chuyển động với vận tốc khác nhau, giảm dần từ đỉnh ra đến miệng. Sự chênh lệch vận tốc này làm biến đổi hình dạng phễu lót: nó bị "bung ra", "lộn ngược" từ đỉnh lên miệng và dần bị nén ép lại. Trong khoảng từ 30µs ÷ 140µs, phễu lót bị ép lại và vuốt dài dần dần tạo thành dòng xuyên có hình dáng khí động tốt

hơn nhiều so với hình dạng ban đầu của phễu lót - được gọi là phần chiến đấu của đạn tạo hình. Từ khoảng 140µs ÷ 150µs, dòng xuyên ổn định hình dáng và bay với vận tốc v = 1956 m/s. Kết quả trên khá phù hợp với các nghiên cứu thực nghiệm [1] đã được công bố.

Quá trình hình thành phần chiến đấu đạn tạo hình nhận được từ kết quả mô phỏng trực quan giúp hiểu sâu sắc hiện tượng, phù hợp với những nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm về mặt định tính và định lượng đã biết [1], [2], [5], là những cơ sở bước đầu để ứng dụng phần mềm ANSYS AUTODYN trong khảo sát, thiết kế đạn tạo hình.❖

Ngày nhận bài: **05/4/2022**
Ngày phản biện: **12/4/2022**

Tài liệu tham khảo:

[1]. Орленко Л.П (2004); Физика взрыва *ТОМ.1, ТОМ.2 МОСКВА ФИЗМАТЛИТ.*
[2]. Trần Văn Định (2005); *Cấu tạo tác dụng đạn dược lục quân*, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
[3]. Nguyễn Văn Thủy (2001); *Vật lý nổ*, NXB. Quân đội Nhân dân.
[4]. Autodyn Training Course (2006); *Ansys Workbench Release 11.0.*
[5]. Nguyễn Văn Thủy, Trần Văn Định (2007); *Uy lực đạn*, Học viện Kỹ thuật Quân sự.

☞