

XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT NGOÀI CỦA NÒNG SÚNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐO THỰC NGHIỆM

DETERMINATION OF THE SURFACE TEMPERATURE OF GUN BARREL BY EXPERIMENTAL MEASUREMENT METHOD

TS. Võ Văn Biên^{1,*}, ThS. Lê Văn Dũng², KS. Trần Văn Mạnh³

¹Khoa Vũ khí, Học viện Kỹ thuật quân sự

²Phòng Hậu cần - Kỹ thuật, Trường Sĩ quan Lục quân 2

³Phòng Tham mưu - Hành chính, Trường Sĩ quan Lục quân 2

*Email: vovanbien@lqdtu.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo đã trình bày phương pháp xác định nhiệt độ bề mặt ngoài của nòng súng bằng thực nghiệm. Dữ liệu thu được từ thực nghiệm phản ánh chính xác nhiệt độ bề mặt ngoài của nòng súng khi bắn loạt ngắn. Kết quả thu được từ nghiên cứu này là cơ sở khoa học đáng tin cậy để đánh giá mô hình lý thuyết xác định trường nhiệt độ thành nòng súng pháo. Từ kết quả nghiên cứu của bài toán nhiệt, các nhà thiết kế có thể lựa chọn vật liệu chế tạo nòng, đưa ra chế độ bắn phù hợp cho từng loại súng theo các yêu cầu sử dụng để đảm bảo hiệu quả khai thác của các loại súng pháo cụ thể.

Từ khóa: Nhiệt độ nòng súng; Súng tự động; Phương pháp thực nghiệm.

ABSTRACT

The paper presents the method for experimentally determining the outer surface temperature of a gun barrel. The experimental data accurately reflect the outer surface temperature of the gun barrel during short burst firing. The results obtained from this study provide a reliable scientific basis for evaluating the theoretical model for determining the temperature field of the gun barrel wall. From the research results of the thermal problem, designers can choose the material to make the gun barrel, give the appropriate firing mode for each type of gun according to the usage requirements to ensure the exploitation efficiency of specific types of artillery guns.

Keywords: Barrel temperature; Automatic weapon; Experimental method.



1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khi bắn, nòng súng chịu áp suất cao và nhiệt độ lớn, chính điều này đã gây nên ảnh hưởng xấu tới quá trình làm việc của nòng súng như: Sự chênh lệch nhiệt độ theo chiều dày nòng làm xuất hiện ứng suất và biến dạng nhiệt, điều này cần phải được tính tới khi đánh giá độ bền nòng cũng như tính đến sự thay đổi cơ bản đặc tính cơ học của vật liệu làm nòng súng. Hơn nữa nó còn làm giảm tính chất đàn hồi của vật liệu nòng dẫn tới độ cứng giảm, ở một mức độ nào đó, làm tăng sự uốn tĩnh và động của nòng khi bắn và làm tăng sự tản mát của đạn,... Đặc biệt, nhiệt độ đốt nóng cao gây nên mòn lớn bề mặt lòng nòng và làm giảm tuổi thọ của nòng. Do đó, việc nghiên cứu, phân tích trạng thái nhiệt của nòng khi bắn là cơ sở để xác định độ mòn và tuổi thọ của nòng. Liên quan đến vấn đề truyền nhiệt, đã có nhiều nhà khoa học trong nước và quốc tế quan tâm nghiên cứu và đã đạt được nhiều thành tựu nhất định, điển hình là các nghiên cứu [1-4]. Tuy nhiên, các nghiên cứu này chủ yếu chỉ mới dừng lại ở mô phỏng lý thuyết về truyền nhiệt. Các nghiên cứu lý thuyết thường sử dụng nhiều giả thiết để đơn giản trong khi xây dựng mô hình toán học. Mặt khác, trong quá trình tính toán thường sử dụng nhiều hệ số cho trước và các hệ số thực nghiệm, điều này làm cho kết quả tính toán lý thuyết có sai số nhất định so với kết quả thực tế. Để kết quả bài toán mô phỏng lý thuyết có thể chấp nhận và để chứng minh mô hình toán học được xây dựng là đúng đắn thì nghiên cứu thử nghiệm là một yêu cầu bắt buộc. Trong bài báo này, một nghiên cứu thực nghiệm nhằm xác định nhiệt độ bề mặt ngoài của nòng súng đã được thiết lập. Đây là cơ sở để đánh giá mô hình lý thuyết về truyền nhiệt độ thành nòng súng cũng như giúp cho các nhà thiết kế có thể lựa chọn vật liệu chế tạo nòng, đưa ra chế độ bắn phù hợp cho từng loại súng theo các yêu

cầu sử dụng để đảm bảo hiệu quả khai thác của từng loại súng pháo cụ thể.

2. THIẾT LẬP THỬ NGHIỆM, THỬ NGHIỆM

2.1. Mục đích, đối tượng và điều kiện thử nghiệm

- Mục đích thử nghiệm: Xác định nhiệt độ bề mặt ngoài của nòng súng khi bắn loạt ngắn.

- Đối tượng thử nghiệm: Súng tiểu liên AK-47 cấp 2 có số hiệu súng là BSC103897 đã được kiểm tra kỹ thuật. Súng được gá chắc chắn trên giá súng chuyên dùng. Đạn súng 7,62mm ĐS-K56 T thuộc lô đạn số P11-79-539 do Nga sản xuất.

- Điều kiện tiến hành thử nghiệm: Thử nghiệm đo nhiệt độ mặt ngoài của nòng súng được tiến hành tại hầm bắn thuộc Trung tâm Kỹ thuật Vũ khí, Học viện Kỹ thuật quân sự. Buổi thử nghiệm được diễn ra trong điều kiện nhiệt độ môi trường $27^{\circ}\text{C} \div 30^{\circ}\text{C}$. Đạn được bảo ôn trong điều kiện tiêu chuẩn (áp suất 760mmHg, nhiệt độ môi trường 20°C , độ ẩm không khí 60%).

2.2. Các thiết bị đo lường được sử dụng trong thử nghiệm

Từ thực tiễn đo nhiệt độ bề mặt ngoài của nòng súng khi bắn, chúng ta nhận thấy rằng nhiệt độ của nòng súng thay đổi liên tục, không ổn định sau mỗi phát bắn và khi ngừng bắn. Hiện nay, một số phương pháp sau thường được sử dụng để đo nhiệt độ của các chi tiết trong vũ khí:

- Đo nhiệt độ dạng tiếp xúc: Cảm biến đo được gắn trực tiếp vào đối tượng cần đo. Các cảm biến đo dạng này thường có cấu tạo theo

nguyên lý nhiệt điện và được đặt trên một tấm cách điện nhỏ có hình dạng như con tem (gọi là tem nhiệt, hình 1), hoặc được đặt trong các lớp bảo vệ khác có hình dạng như một thanh kim loại nhỏ (gọi là cặp nhiệt, hình 2). Khi sử dụng, cần linh hoạt lựa chọn các loại cảm biến theo mục đích và nhiệm vụ cụ thể. Các loại cảm biến tiếp xúc không đo được nhiệt độ tức thời vì thời gian đáp ứng thường chậm. Nhiệt độ chúng ta đo được thường là nhiệt độ trung bình.



Hình 1. Cảm biến đo nhiệt dạng tem nhiệt



Hình 2. Cảm biến đo nhiệt dạng cặp nhiệt

- Đo nhiệt độ dạng không tiếp xúc: Sử dụng các hệ thống đo nhiệt độ không tiếp xúc trực tiếp với đối tượng cần đo (sử dụng nguyên lý hồng ngoại, ảnh nhiệt,...). Các thiết bị đo nhiệt độ dạng này thường được sử dụng tương đối rộng rãi trong kỹ thuật dân sự. Trong kỹ thuật quân sự, do yêu cầu các hệ thống đo phải có tần số lấy mẫu cao và thời gian đáp ứng nhanh nên các hệ thống đo nhiệt dạng không tiếp xúc vẫn chưa được áp dụng nhiều. Ưu điểm nổi bật của dạng này là có thể đo nhiệt độ tức thời cũng như toàn bộ quá trình tăng và giảm nhiệt độ của đối tượng đo. Tuy nhiên, chúng có nhược điểm chung đó là không thể đo được nhiệt độ khi không chiếu xạ vào vị trí cần đo và giá thành đắt.

Trong nghiên cứu này, một phương pháp đo nhiệt độ dạng tiếp xúc đã được sử dụng. Cảm biến dạng tem nhiệt (hình 1) cùng hệ thống cáp nổi tín hiệu vừa có cấu tạo nhỏ gọn, có thể gắn trực tiếp trên nòng vừa đo được sự thay đổi nhiệt độ liên tục qua từng phát bắn hoàn toàn có thể đáp ứng được yêu cầu đề ra.

Cảm biến đo dạng tem nhiệt được chế tạo theo nguyên lý nhiệt điện nên tín hiệu đầu ra của cảm biến là điện áp. Đây là loại cảm biến chủ động và kết quả là điện áp chênh lệch giữa hai điểm nóng - lạnh. Tuy nhiên, điện áp chênh lệch rất nhỏ nên tín hiệu đầu ra của cảm biến cần được khuếch đại, lọc tương thích đầu vào của máy đo. Hệ thống thu thập và xử lý tín hiệu đo NI (hình 3) với các đo nhiệt độ (hình 4) đã được sử dụng. Các thông số cơ bản của hệ thống NI SCX1-1000 được thể hiện trên bảng 1.



Hình 3. Hệ thống thu thập dữ liệu NI



Hình 4. Các đo nhiệt độ của NI

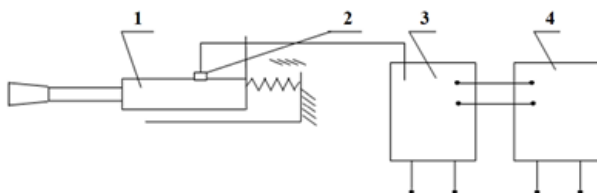


Bảng 1. Một số thông số cơ bản của hệ thống NI SCXI-1000

Thông số	Giá trị
Kích thước	$(24,8 \times 19,5 \times 17,7)$ mm
Khối lượng	3,9 kg
Điện áp đầu vào	100V; 120V; 220V; hoặc 240V
Dòng điện hoạt động	0,6A
Tần số dòng AC	$(50 \div 60)$ Hz
Nhiệt độ hoạt động	$0 \div 50^{\circ}\text{C}$
Nhiệt độ lưu trữ	$-20^{\circ}\text{C} \div 70^{\circ}\text{C}$

2.3. Sơ đồ thử nghiệm

Sơ đồ thử nghiệm được trình bày trên hình 5, hệ thống tem nhiệt được gắn trên nòng súng khi thử nghiệm (hình 6). Trước khi gắn tem nhiệt, vị trí cần đo nhiệt trên nòng súng phải được loại bỏ lớp sơn phủ, làm sạch bề mặt để đảm bảo nhiệt từ nòng súng sẽ được truyền trực tiếp vào cảm biến. Tem nhiệt cần được định vị chắc chắn trên nòng súng trong quá trình bắn.



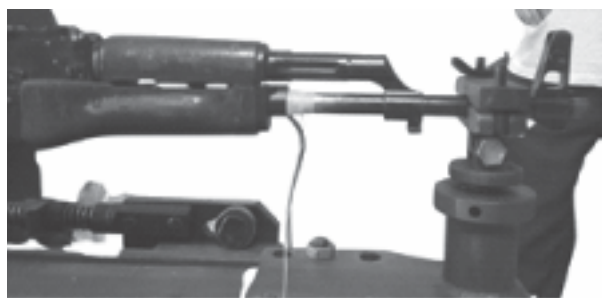
Hình 5. Sơ đồ khối mô tả hệ thống thực nghiệm

xác định nhiệt độ nòng súng khi bắn:

1. Đối tượng đo (súng tiểu liên AK-47);

2. Cảm biến đo nhiệt độ dạng tiếp xúc;

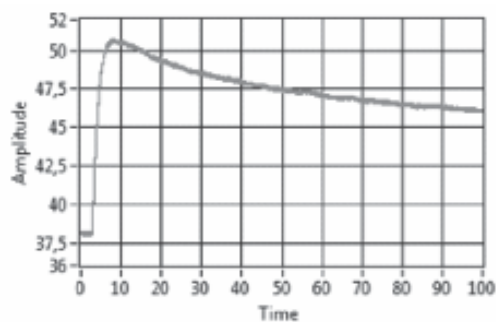
3. Bộ thu dữ liệu; 4. Thiết bị phân tích tín hiệu.



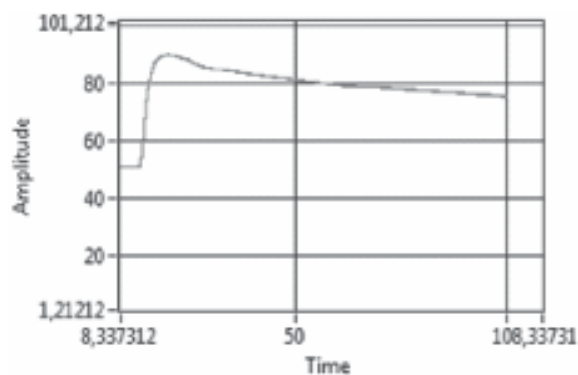
Hình 6. Tem nhiệt được gắn lên vị trí cần đo trên nòng

3. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

Kết quả đo nhiệt độ bề mặt ngoài của nòng súng AK-47 khi bắn loạt 3 viên được thể hiện trên hình 7, khi bắn loạt 10 viên được thể hiện trên hình 8. Các số liệu thu thập từ thực nghiệm được thể hiện trên bảng 2.



Hình 7. Đồ thị nhiệt độ mặt ngoài nòng súng khi bắn loạt 3 viên



Hình 8. Đồ thị nhiệt độ mặt ngoài nòng súng khi bắn loạt 10 viên

Bảng 2. Bảng số liệu thu được từ thực nghiệm đo nhiệt độ

Loại bắn		Nhiệt độ ban đầu (°C)	Nhiệt độ lớn nhất (°C)	Thời gian đạt nhiệt độ lớn nhất (s)	Chênh lệch nhiệt độ (°C)
Liên thanh 3 viên	Lần 1	31	43,1	3,7	12,1
	Lần 2	39,2	51,6	5,3	12,4
	Lần 3	43,6	55,9	7,9	12,3
Liên thanh 10 viên	Lần 1	47	85,1	9,9	38,1
	Lần 2	63,7	101	8,6	37,3
	Lần 3	73,2	112	8,3	38,8

*Từ kết quả đo thu được, ta có một số nhận xét sau:

- Kết quả đo nhiệt độ bề mặt ngoài của nòng súng khi sử dụng tem nhiệt tương đối ổn định, tuy nhiên giá trị chênh lệch nhiệt độ lớn nhất trước và sau khi bắn có sự khác biệt rõ rệt: 12,4°C (đối với loạt 3 viên) và 38,8°C (đối với loạt 10 viên). Sự chênh lệch này là do thời gian phát bắn diễn ra tương đối ngắn và thời gian cần thiết để truyền nhiệt từ mặt ngoài nòng súng vào lõi của cảm biến nhiệt đạt đến giá trị nhiệt độ lớn nhất tương đối lớn, vì vậy sẽ xuất hiện sự tổn thất nhiệt do truyền ra môi trường bên ngoài và dọc theo dây dẫn.

- Hệ thống đo sử dụng tem nhiệt có thể dùng để đo nhiệt độ mặt ngoài của nòng súng pháo khi bắn nếu chúng ta chấp nhận một sai số nào đó [5]. Do điều kiện thử nghiệm còn hạn chế, số lần bắn không nhiều nên kết quả sẽ có sự thay đổi khi chúng ta bắn loạt lớn hơn trong khoảng thời gian lâu hơn, tuy nhiên đường cong đặc tính của kết quả đo phản ánh đúng quy luật thay đổi nhiệt độ mặt ngoài của nòng súng khi bắn. Sai số xuất hiện chủ yếu do sự tổn thất nhiệt truyền ra môi trường xung quanh

cũng như sang các chi tiết khác của súng, pháo.

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã đề xuất một phương án thử nghiệm xác định nhiệt độ bề mặt ngoài của nòng súng pháo bằng cảm biến dạng tem nhiệt. Súng tiểu liên AK-47 đã được lựa chọn làm đối tượng nghiên cứu. Thí nghiệm đã tiến hành bắn liên thanh loạt ngắn 3 viên (3 loạt) và loạt dài 10 viên (3 loạt) và thu được các giá trị nhiệt độ của bề mặt ngoài của nòng súng tại vị trí xác định. Phương pháp và nguyên lý đo được giới thiệu trong nghiên cứu này có thể được sử dụng để đo nhiệt độ mặt ngoài của các chi tiết trong súng pháo hoặc động cơ tên lửa. Kết quả thu được từ nghiên cứu này có thể được sử dụng để xác minh mô hình toán học tương ứng, đây cũng là cơ sở khoa học để các nhà thiết kế có thể lựa chọn vật liệu chế tạo nòng súng, đưa ra chế độ bắn phù hợp cho từng loại súng theo các yêu cầu sử dụng để đảm bảo hiệu quả khai thác của các loại súng pháo cụ thể. ❖

Ngày nhận bài: 18/8/2025

Ngày phản biện: 28/8/2025



Tài liệu tham khảo:

- [1]. Dao Van Doan, et al., “*Modeling and simulation of heat transfer process for 37mm K65 anti aircraft gun barrel when single shot and multiple shot using finite element method*”. Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật – số 179, Học viện Kỹ thuật quân sự, 2016.
- [2]. Nguyễn Trường Sinh, “*Phân tích trạng thái nhiệt của nòng ghép khi bắn*”. Tạp chí Khoa học và Kỹ thuật – số 125, Học viện Kỹ thuật quân sự, 2008.
- [3]. Andrzej DEBSKI, et al., “*Analysis of Heat Transfer in a 35 mm Barrel of an Anti-Aircraft Cannon*”. Problems of Mechatronics Armament, Aviation, Safety Engineering, 3(25), pp. 71-86. ISSN: 2081-5891. DOI: 10.5604/01.3001.0009.2983.
- [4]. Andrzej DEBSKI, et al., “*Heat Transfer Calculations in Barrel Cover of 35 mm Naval Armament System Gun*”. Problems of Mechatronics Armament, Aviation, Safety Engineering, 3(33), pp. 57-74. ISSN: 2081-5891. DOI: 10.5604/01.3001.0012.2739.
- [5]. Bùi Trọng Tuấn, “*Giáo trình thử nghiệm vũ khí*”. NXB. Quân đội nhân dân, Hà Nội, 2023.