

XÁC ĐỊNH HỆ SỐ GIÃN NỞ NHIỆT CỦA THÉP OXH3MΦA DÙNG ĐỂ CHẾ TẠO NÒNG PHÁO CỖ LỚN BẰNG PHƯƠNG PHÁP LẮP GHÉP CÓ ĐỘ DÔI

DETERMINING THE THERMAL EXPANSION COEFFICIENT OF OXH3MΦA STEEL USED TO MANUFACTURE LARGE-CALIBER ARTILLERY BARRELS USING THE METHOD INTERFERENCE FIT

TS. Ngô Văn Tuyên¹, TS. Trần Thanh Hải¹, ThS. Vũ Đức Dũng¹, ThS. Lê Văn Thảo²

¹Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng

²Viện Nghiên cứu Cơ khí

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu tổng quan về công nghệ lắp ghép có độ dôi của nòng pháo cỡ lớn. Xây dựng phương án thực nghiệm xác định hệ số giãn nở nhiệt của thép OXH3MΦA dùng để chế tạo nòng pháo và ống bọc. Kết quả nghiên cứu được ứng dụng để tiến hành lắp ghép nòng pháo cỡ lớn tại Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng.

Từ khóa: Lắp ghép có độ dôi; Hệ số giãn nở nhiệt; Nòng ghép.

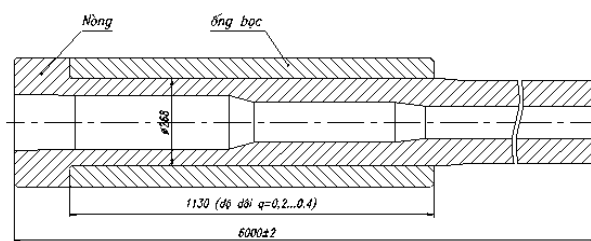
ABSTRACT

This paper presents the results of an overview on interference fit technology of large-caliber artillery barrels. Developing an experimental plan to determine the thermal expansion coefficient of OXH3MΦA steel used to manufacture artillery barrels and sleeves. The research results are applied to assemble large-caliber artillery barrels at the General Department of Defense Industry.

Keywords: Interference fit; Thermal expansion coefficient; Compound cylinder.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

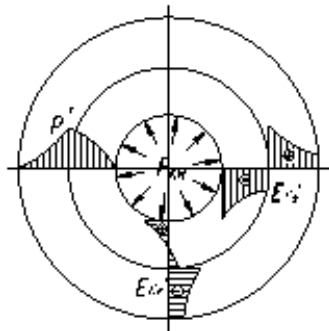
Nòng pháo là một trong những chi tiết đặc thù quan trọng nhất, có ảnh hưởng lớn đến chất lượng của cả hệ thống pháo. Nòng pháo có thể được chế tạo từ một phôi duy nhất – nòng đơn, hoặc từ một vài phôi – nòng ghép. Nòng ghép được các nước phát triển áp dụng từ lâu để chế tạo các loại nòng pháo cỡ lớn với mục đích tăng độ bền và giảm khối lượng của nòng trên cơ sở sử dụng vật liệu một cách hợp lý theo chiều dài nòng (hình 1).



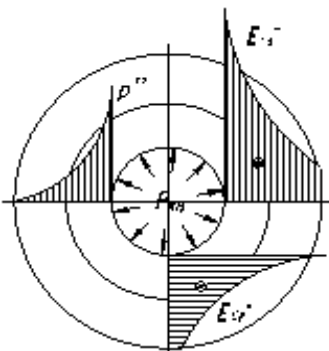
Hình 1. Nòng ghép hai lớp

Bản chất của việc ghép nòng là tạo ra ở thành bên trong của nòng lớp ứng suất ngược dấu với ứng suất xuất hiện khi bắn do sự nén ép của lớp vật liệu ngoài vào lớp bên trong

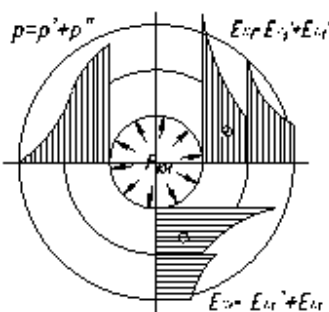
(hình 2). Khi bắn, lớp ứng suất này sẽ bù lại một phần ứng suất từ phát bắn ở bên trong lòng nòng để tăng độ bền cho nòng [1-3]. Trong quá trình khai thác sử dụng không cho phép sự dịch chuyển của nòng so với ống bọc.



a) Sau khi ghép



b) Từ phát bắn



c) Tổng hợp khi bắn

Hình 2. Sơ đồ phân bố áp suất và ứng suất ở nòng ghép

Để lắp ghép có độ dôi cần thiết phải nung nóng chi tiết bao hoặc làm lạnh chi tiết bị bao. Do kích thước của nòng pháo là rất lớn

nên việc ghép nòng thường được thực hiện bằng phương pháp nung nóng chi tiết bao (ống bọc). Quá trình lắp ghép nòng pháo cỡ lớn hết sức phức tạp do kích thước lớn và tiến hành ở nhiệt độ cao nên đòi hỏi phải tính toán chính xác các thông số công nghệ khi lắp. Trong quá trình lắp ghép nòng pháo, ống bọc được nung nóng đến khoảng nhiệt độ 400-500°C. Đây là nhiệt độ tối đa cho phép khi nung để không xảy ra chuyển biến cấu trúc dẫn đến thay đổi tính chất cơ lý của vật liệu.

Nòng súng pháo thông thường được chế tạo từ các mác thép chuyên dụng OXM, OXB, OXH1M, OXH1B, OXH2M, OXH3B, OXH3M, OXH3MA, OXH3BΦA và OXH3MΦA [4]. Để tính được các tham số công nghệ cần thiết khi lắp ghép cần phải biết hệ số giãn nở nhiệt của thép trong khoảng nhiệt độ nung nóng. Hệ số này đối với các loại thép khác nhau là khác nhau. Tuy nhiên, đối với các loại thép chuyên dụng sử dụng để chế tạo nòng pháo thì hệ số này không được công bố. Vì vậy, việc xác định hệ số giãn nở nhiệt của thép OXH3MΦA là hết sức cần thiết để xác định tính khả thi khi tiến hành lắp ghép có độ dôi các loại nòng pháo cỡ lớn bằng phương pháp nung nóng.

2. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Vật liệu nghiên cứu

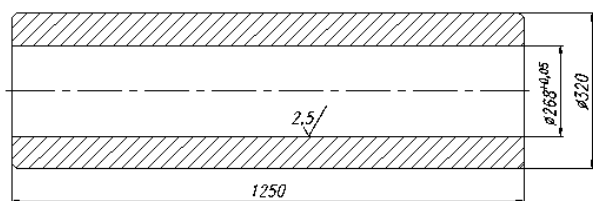
Vật liệu nghiên cứu là thép OXH3MΦA đã nhiệt luyện đạt độ cứng 39-45 HRC được dùng để chế tạo ống bọc nòng pháo cỡ 125 mm. Thành phần hóa học của thép được phân tích bằng thiết bị SpectroLab LAVM11 theo tiêu chuẩn ASTM E415-21. Kết quả phân tích thành phần hóa học hoàn toàn phù hợp với tiêu chuẩn ГОСТ B 5192-88 được trình bày trên bảng 1. 

Bảng 1. Thành phần hóa học của thép OXH3MΦA

Mác vật liệu	Thành phần hóa học các nguyên tố (%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Cu
OXH3MΦA	0,33-0,4	0,17-0,37	0,25-0,5	≤0,015	≤0,016	1,2-1,5	3,0-3,5	0,35-0,45	0,1-0,18	≤0,25

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phôi ống bọc từ thép OXH3MΦA trước khi nung được gia công đạt kích thước như trên hình 3. Đường kính trong của ống bọc được gia công đến đường kính lắp ghép $\Phi 268^{+0,05}$ của nòng pháo 125 mm.



Hình 3. Kích thước cơ bản của ống bọc để thử nghiệm

Để xác định hệ số giãn nở nhiệt khi nung nóng, tiến hành nung nóng ống bọc trong lò điện đến 460°C rồi giữ nhiệt trong 3 giờ để nung nóng toàn bộ khối lượng kim loại ống bọc (Hình 4a).



a) Lò nung b) Máy đo nhiệt độ c) Đồng hồ đo lỗ

Hình 4. Trang thiết bị thí nghiệm

Nhiệt độ của ống bọc sau khi nung được đo bằng máy đo nhiệt độ cầm tay độ chính xác đến 1°C (Hình 4b). Kích thước lỗ sau khi nung được đo ở hai vị trí vuông góc bằng đồng hồ đo lỗ độ chính xác 0,01 mm (Hình 4c).

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Hệ số giãn nở nhiệt khi nung nóng được xác định theo công thức [5]:

$$\alpha = \frac{N_{\max} + S}{(t - t_c) \cdot D} \quad (1)$$

Trong đó: $N_{\max} + S = D_s - D$ là sự thay đổi kích thước chi tiết sau khi nung; $N_{\max}$ – Độ dôi lắp ghép lớn nhất, mm; S – Khe hở nhỏ nhất khi lắp ghép, mm; t – Nhiệt độ của chi tiết sau khi nung, °C; t_c – Nhiệt độ môi trường lắp ghép, °C; D_s – Đường kính trong của ống bọc sau khi nung, mm; D – Đường kính trong của ống bọc trước khi nung, mm.

Với nhiệt độ môi trường $t_c = 30^\circ\text{C}$, nhiệt độ của ống bọc tại thời điểm đo kích thước $t = 441,8^\circ\text{C}$, đường kính trong của ống bọc trước khi nung $D = 268$ mm, đường kính trong trung bình của ống bọc sau khi nung $D_s = 269,37$ mm. Dựa vào công thức, ta tính được hệ số giãn nở nhiệt ở khoảng nhiệt độ nghiên cứu là $\alpha = 12,41 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$.

Như vậy, với phương án thực nghiệm đề ra, ta đã tính được hệ số giãn nở nhiệt khi nung của thép OXH3MΦA trong khoảng nhiệt độ khi nung để ghép nòng pháo cỡ lớn. Kết quả này là phù hợp với các nghiên cứu lý thuyết về hệ số giãn nở nhiệt của thép [6]. Đây là cơ sở quan trọng để tiến hành tính toán xác định các tham số công nghệ khi lắp ghép có độ dôi nòng pháo cỡ lớn bằng phương pháp nung nóng.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã nghiên cứu tổng quan về phương pháp tăng bền cho nòng pháo cỡ lớn bằng việc sử dụng nòng ghép có độ dôi. Công nghệ lắp ghép có độ dôi bằng phương pháp nung nóng chỉ tiết bao đến khoảng nhiệt độ 400-500°C được sử dụng rộng rãi ở các nước phát triển.

Bằng thực nghiệm, bài báo đã xác định được hệ số giãn nở nhiệt của thép OXH3MΦA trong khoảng nhiệt độ 400-500°C là $12,41 \cdot 10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$.

Kết quả nghiên cứu đã được ứng dụng thành công vào thực tế sản xuất nòng pháo lắp ghép có độ dôi cỡ 125 mm tại các nhà máy của Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng. ♦

Ngày nhận bài: 18/6/2024

Ngày phản biện: 25/7/2024

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Khoa Vũ khí (2003); “*Nguyên lý kết cấu vũ khí có nòng*”, Học viện Kỹ thuật Quân sự.
- [2]. Алферов В.В., Бакулин А.И., Орлов Б.В., Светлицкий В.А., Топчиев Ю.И., Устинов В.Ф., Хворостин А.Е. (1974), “*Проектирование ракетных и ствольных систем, под ред.*”. Б.В. Орлов, Машиностроение.
- [3]. Зайцев А.С. (2007). “*Проектирование артиллерийских стволов*”, Балтийский государственный технический университет «Военмех», Санкт-Петербург.
- [4]. Елисеев Э.А., Тонышева О.А., Якушева Н.А. (2017). “*Материалы и развитие технологий, обеспечивающих ресурс стволов артиллерийских, танковых и стрелковых систем вооружения*”, Труды ВИАМ, No9 (57), с. 19-26.
- [5]. Чеботарев М.И., Кадыров М.Р. (2017), “*Нормирование точности в соединениях деталей машин*”, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина.
- [6]. Hà Văn Vui, Nguyễn Chi Sáng, Phan Đăng Phong (2004); “*Sổ tay thiết kế cơ khí – Tập I*”, NXB. Khoa học và Kỹ thuật.