

ĐÁNH GIÁ SAI SỐ KHI XÁC ĐỊNH ÁP SUẤT LỚN NHẤT XUẤT HIỆN TRONG NÒNG SÚNG BỘ BINH KHI SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN LÝ THUYẾT VÀ THỰC NGHIỆM

EVALUATE ERROR WHEN DETERMINE THE MAXIMUM PRESSURE APPEARS IN THE GUN BARREL OF INFANTRY WHEN USING THEORETICAL METHOD AND EXPERIMENT METHOD

Trần Quốc Trinh^{1,*}, Vũ Thị Huệ²

TÓM TẮT

Áp suất trong lòng nòng súng là một thông số quan trọng và không thể thiếu trong quá trình thiết kế chế tạo. Thông qua áp suất lòng nòng tại các vị trí khác nhau, chúng ta có thể xác định được một số thông số quan trọng của súng, đạn ví dụ như: sơ tốc đạn, chất lượng của thuốc phóng... Tuy nhiên dựa vào thông số áp suất lớn nhất ta có thể bước đầu lựa chọn được vật liệu chế tạo nòng, bề dày nòng và một số chỉ tiêu khác trong quá trình thiết kế, chế tạo. Bài báo này đưa ra phương pháp xác định giá trị áp suất lớn nhất và áp suất theo chiều dài nòng bằng cả hai phương pháp (Tính toán lý thuyết và thực nghiệm đo đạc), đánh giá sai số giữa các phương pháp. Ngoài ra trong nội dung bài báo, nhóm tác giả sơ bộ đưa ra một vài tiêu chí lựa chọn hệ thống đo trong thử nghiệm đo áp suất nòng súng nhằm giúp các nhà nghiên cứu có thể nhanh chóng đưa ra giải pháp và lựa chọn hệ thống đo khi nghiên cứu, thiết kế, chế tạo các loại súng và nòng súng mới.

Từ khóa: Phương pháp lý thuyết; phương pháp thực nghiệm; áp suất; nòng súng.

ABSTRACT

The pressure inside the barrel is an important parameter and indispensable in the design and manufacturing process. By the pressure in barrel at different positions, we can identify some important parameters of gun, bullet for example: bullet speed, quality of launcher... However, with the maximum pressure parameter, we can select the barrel material, thickness and some other criteria in the design and manufacturing process. This paper gives the method of determining the maximum pressure value and the barrel length by both methods (theoretical calculations and measurement experiments), evaluating errors between methods. In addition, in the internal article, authors preliminarily presents a few criteria for choosing the measuring system in the gun barrel pressure test. to help researchers quickly come up with solutions and select measuring systems when researching, designing and manufacturing new types of guns and barrels.

Keywords: Theoretical method; experiment methods; pressure; gun barrel.

¹Học viện Kỹ thuật Quân sự

²Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

*Email: tranquoctrinh9981@yahoo.com.vn

Ngày nhận bài: 02/01/2020

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 05/6/2020

Ngày chấp nhận đăng: 21/10/2020

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nòng súng pháo là chi tiết quan trọng nhất của súng pháo, các quá trình xảy ra trong nòng rất khắc nghiệt, đây là nơi diễn ra quá trình giãn nở khí thuốc, tăng tốc cho đầu đạn, tạo vận tốc quay để ổn định của đạn... Trong các bài toán thiết kế vũ khí hiện nay, thông số áp suất thường được sử dụng là các đường bao áp suất, đây là phương pháp thông dụng được sử dụng trong thiết kế, chế tạo ở giai đoạn trước. Ví dụ: khi tính bề dày thành nòng súng pháo thường sử dụng thông số áp suất cao nhất, sau khi tính toán và chế tạo sẽ hiệu chỉnh bằng thực nghiệm. Các đường bao áp suất được xây dựng dựa trên các bài toán lý thuyết tính toán áp suất của khí thuốc theo chiều dài của nòng. Phương pháp tính áp suất bằng lý thuyết xuất hiện nhiều sai số do ta đã sử dụng nhiều giả thiết khác nhau. Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật, khả năng tính toán nhanh sử dụng các hệ máy tính mạnh cùng với các phần mềm tính toán chuyên dụng, cho phép chúng ta giảm bớt các sai số khi tính toán lý thuyết nhưng không thể loại trừ hết sai số.

Hiện nay để xác định được thông số chính xác của áp suất trong thời gian diễn ra của phát bắn người ta sử dụng các hệ thống đo thực nghiệm đo thông số áp suất. Có rất nhiều các hệ thống đo và phương pháp đo áp suất khác nhau, không có một hệ thống đo và phương pháp đo cố định sử dụng chung cho tất cả các loại súng pháo khác nhau. Việc lựa chọn chính xác hệ thống đo và phương pháp đo để sử dụng sẽ phụ thuộc vào từng nhiệm vụ cụ thể. Vì vậy xây dựng phương pháp xác định giá trị áp suất lớn nhất bằng lý thuyết và phương pháp đo đạc thực tế áp suất trong nòng súng, đưa ra phương pháp lựa chọn hệ thống đo, đánh giá sai số giữa hai phương pháp và phạm vi ứng dụng của các phương pháp đóng một vai trò cấp thiết.

Trên thực tế người ta thường sử dụng ba phương pháp chủ yếu để xác định áp suất khí thuốc khi bắn:

- Phương pháp lý thuyết: Dựa vào hệ phương trình thuật phóng trong.

- Phương pháp thực nghiệm: Thử nghiệm đo đạc thực tế kết quả giá trị áp suất.

- Phương pháp kết hợp: Xây dựng mô hình, hệ phương trình tính toán lý thuyết, dùng thực nghiệm đo đạc (tại một số vị trí quan trọng điển hình) đánh giá mô hình lý thuyết đã xây dựng.

Trong nội dung bài báo nhóm tác giả chủ yếu tìm hiểu về hai phương pháp: Phương pháp lý thuyết và phương pháp thử nghiệm thực tế, nhóm tác giả cũng bỏ qua tác động của nhiệt độ làm thay đổi các thông số hình học của súng, đạn. Kết quả của bài báo sẽ giúp các nhà thiết kế đơn giản hóa quá trình thiết kế chế tạo cũng như lựa chọn các hệ thống đo hợp lý trong thử nghiệm làm giảm chi phí trong thiết kế, thử nghiệm.

2. PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH ÁP SUẤT LỚN NHẤT TRONG NÒNG SÚNG BẰNG LÝ THUYẾT

2.1. Vai trò của áp suất trong nòng súng

Áp suất trong lòng nòng của súng pháo là một thông số vô cùng quan trọng. Xác định giá trị của áp suất xuất hiện trong lòng nòng súng pháo nói chung hay trong lòng nòng súng bộ binh nói riêng là một nhiệm vụ bắt buộc. Thông qua nhiệm vụ xác định thông số áp suất chúng ta có thể đánh giá chất lượng của thuốc phóng, đạn sau sản xuất, niêm cất bảo quản hay sử dụng thông số áp suất để thiết kế nòng súng pháo, hệ thống súng pháo. Tóm lại việc xác định giá trị áp suất nhằm phục vụ một số nhiệm vụ chính sau:

- Đánh giá chất lượng của thuốc phóng sau chế tạo hoặc sau quá trình niêm cất bảo quản dài hạn.
- Đánh giá chất lượng của đạn sau chế tạo hoặc sau quá trình niêm cất bảo quản dài hạn.
- Làm thông số cơ sở cho thiết kế nòng súng, nòng pháo cũng như để thiết kế các hệ thống súng pháo mới.

Trong nội dung của bài báo nhóm tác giả chỉ đi sâu vào nghiên cứu các phương pháp xác định áp suất trong nòng các loại súng bộ binh khi bắn.

2.2. Phương pháp xác định áp suất trong nòng súng bằng lý thuyết

Như đã trình bày ở trên việc xác định thông số áp suất p của súng bộ binh (đặc biệt quan trọng là p_{max}) khi bắn nhằm đáp ứng một số nhiệm vụ. Phương pháp xác định p bằng lý thuyết được sử dụng nhiều khi chúng ta thiết kế chế tạo nòng súng và hệ thống súng mới. Những nhiệm vụ còn lại người ta không sử dụng phương pháp lý thuyết.

Nội dung cơ bản của phương pháp xác định áp suất bằng lý thuyết là tính áp suất khi bắn thông qua hệ phương trình thuật phóng trong.

* Hệ phương trình vi phân cơ bản xác định áp suất khí thuốc trong nòng [1, 2, 3]

$$\begin{aligned} \frac{dv}{dt} &= \xi_1 \xi_2 \frac{pS}{\rho m} \\ \frac{dl}{dt} &= \xi_1 \xi_3 v \\ \frac{dz}{dt} &= \xi_2 \frac{p}{l_k} \\ \frac{d\omega_c}{dt} &= \xi_2 \chi \omega (1+2\lambda z) \frac{dz}{dt} - \sum_{i=1}^n \xi_i G_i - (1-\xi_3) G_d \\ \frac{dw}{dt} &= \xi_2 \frac{1-\alpha\delta}{\delta} \chi \omega (1+2\lambda z) \frac{dz}{dt} + s v \xi_3 \\ \frac{dp}{dt} &= \frac{1}{w} \left[\xi_2 f \omega \chi (1+2\lambda z) \frac{dz}{dt} - K_p \frac{dw}{dt} - K_T p - K_p (1-\xi_3) G - K_p \sum_{i=1}^n \xi_i G_i \right] \end{aligned} \tag{1}$$

Trong đó: K_T là hàm xác định tổn thất nhiệt và được xác định như sau:

$$K_T = \frac{(k-1) A v_1 \sigma_T (F_k + \pi d l)}{R}$$

Để kể đến ảnh hưởng của áp suất khí thuốc trong thời kỳ tác dụng sau cùng ta áp dụng công thức Bravin:

$$P = P_d \cdot e^{-\frac{t}{b}}$$

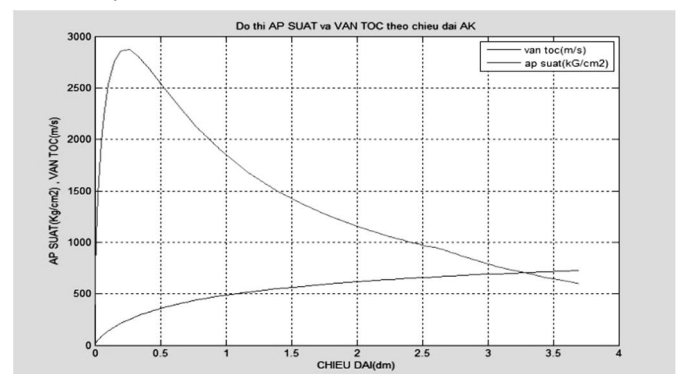
Trong đó, P_d là áp suất đầu nòng; $b = \frac{(\beta-0,5)\omega V_0}{g P_d S}$

* Các giả thiết được sử dụng trong tính toán

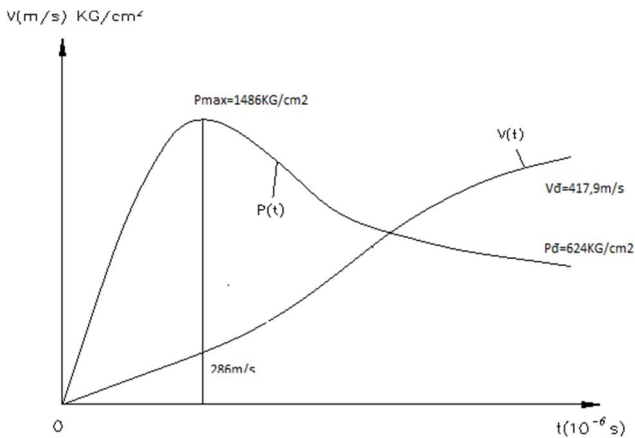
- Thuốc phóng cháy theo quy luật hình học. Tốc độ cháy là tuyến tính với áp suất.
- Nhiệt độ cháy của khí thuốc coi như không đổi trong quá trình thuốc phóng cháy.
- Chỉ số đoạn nhiệt k bằng hằng số và bằng giá trị trung bình trong khoảng thay đổi của nhiệt độ khí thuốc.
- Các công thức yếu được tính qua hệ số tăng nặng của đầu đạn.
- Các chỉ số C_v , C_p đều là giá trị trung bình không đổi theo thời gian.

(Bỏ qua tác động của việc trích khí khi tính cho đạn k56 sẽ gần với thực nghiệm hơn).

* Kết quả tính toán



Hình 1a. Đồ thị áp suất và vận tốc của đầu đạn K56 theo chiều dài nòng ($p_{max} = 2891,5 \text{KG/cm}^2$; $V_d = 745,05 \text{m/s}$; $l_d = 369 \text{mm}$)



Hình 1b. Đồ thị áp suất và vận tốc của đầu đạn K51 theo thời gian
($p_{max} = 1486\text{KG/cm}^2$; $V_d = 417,9\text{m/s}$; $l_d = 87\text{mm}$)

Căn cứ vào kết quả nhận được trong hình 1a, 1b, người thiết kế có thể sơ bộ xác định được vận tốc của đạn (khi cho trước chiều dài nòng) hoặc chiều dài nòng (khi cho trước vận tốc đạn) hoặc cả hai thông số trên (khi thiết kế mới từ đầu) cũng như sơ bộ có thể tính toán bề dày thành nòng, vật liệu chế tạo nòng và kết cấu cả hệ thống vũ khí.

Từ các giả thiết và kết quả nhận được chúng ta nhận thấy kết quả của phương pháp lý thuyết chỉ mang tính gần đúng. Áp suất theo chiều dài nòng là áp suất trung bình thuật phóng. Các thông số được đưa vào tính toán của hệ phương trình lý thuyết đều là các thông số lý tưởng và không thay đổi.

Trên thực tế thử nghiệm chúng ta thấy rằng thuốc phóng trong ống liêu cháy theo quy luật vật lý, thuốc phóng thường không cháy hết khi bắn, các kích thước của mỗi viên đạn đều có dung sai, khối lượng thuốc phóng cũng như khối lượng đầu đạn của từng viên đạn không giống nhau... Nên kết quả nhận được chỉ mang tính định hướng trong thiết kế (điều này giải thích tại sao trong thiết kế trước đây sử dụng khái niệm đường bao áp suất). Tuy nhiên việc xác định thông số áp suất bằng lý thuyết vẫn giữ vai trò quan trọng, thông qua kết quả lý thuyết các nhà thiết kế có thể sơ bộ định hướng vùng giá trị áp suất (p_{max}) để định hướng các công việc thiết kế tiếp theo.

3. XÁC ĐỊNH ÁP SUẤT LỚN NHẤT TRONG NÒNG SÚNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP THỰC NGHIỆM, ĐÁNH GIÁ SAI SỐ GIỮA CÁC PHƯƠNG PHÁP

Như đã trình bày ở trên, phương pháp lý thuyết chỉ mang tính gần đúng và được ứng dụng trong quá trình thiết kế. Để xác định đúng giá trị áp suất theo chiều dài nòng cũng như để kiểm tra đạn, thuốc phóng sau chế tạo hoặc sau niêm cất bảo quản người ta sử dụng phương pháp thực nghiệm.

3.1. Các phương pháp xác định áp suất của khí thuốc trong nòng súng bằng thực nghiệm [4, 5]

Hiện nay để đo áp suất trong nòng súng pháo người ta thường sử dụng hai phương pháp đo chính: Phương pháp đo sử dụng các loại cảm biến Piezo và trụ đồng (Crusher).

- Hệ thống đo sử dụng các loại cảm biến Piezo có thể đo được toàn bộ đường cong áp suất khi bắn và thường được sử dụng trong quá trình đo đặc lấy thông số phục vụ nhiệm vụ nghiên cứu thiết kế, chế tạo và thường được sử dụng để xác định áp suất trong nòng các loại súng pháo cỡ nhỏ (cảm biến đo được bố trí dọc theo chiều dài nòng súng pháo). Đối với các loại pháo cỡ lớn (>85mm) khi tiến hành đo cảm biến được bố trí như khi sử dụng phương pháp trụ đồng.

- Hệ thống đo sử dụng trụ đồng (xác định áp suất lớn nhất xuất hiện khi bắn) được sử dụng trong quá trình đo đặc lấy số liệu đánh giá chất lượng của thuốc phóng, đạn và thường được sử dụng để xác định áp suất trong nòng các loại súng pháo cỡ lớn (cảm biến đo đặt ở đáy ống liêu).

Ngoài ra hiện nay tại một số cơ sở nghiên cứu tại Việt Nam đã nghiên cứu, chế tạo một số hệ thống đo áp suất sử dụng nguyên lý áp trở (sử dụng các tem biến dạng dùng để đo áp suất trong buồng đốt động cơ tên lửa nhiên liệu rắn).

3.1.1. Kết cấu của một hệ thống đo áp suất trong nòng súng bằng Piezo (hình2)

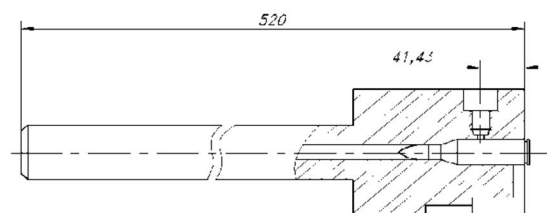


Hình 2. Hệ thống đo áp suất bằng Piezo

3.1.2. Phương pháp xác định các vị trí lắp cảm biến

** Nòng súng thí nghiệm*

Nòng súng được sử dụng trong thí nghiệm đo áp suất phải là các nòng súng chuyên dụng (nòng mẫu, nòng thử nghiệm), tại các vị trí cần đo có khoan sẵn các lỗ để lắp cảm biến. Tuyệt đối không được sử dụng các nòng súng thật gia công khoan lỗ làm nòng súng thí nghiệm. Nòng súng thí nghiệm được chế tạo có bề dày nòng và chiều dài lớn hơn so với các nòng súng thật để có thể lắp và cố định vững chắc các cảm biến đo và đảm bảo điều kiện đo của mỗi phát bắn giống nhau.



Hình 3. Nòng chuyên dùng và khóa nòng đo áp suất trong ống đạn K56

** Xác định vị trí lắp cảm biến*

Như chúng ta đã biết, áp suất trong nòng súng sẽ thay đổi theo chiều dài của nòng, dựa vào giá trị áp suất trong nòng các nhà thiết kế sẽ lựa chọn vật liệu chế tạo nòng và các thông số kích thước hình học của nòng (bề dày, chiều dài)... Mỗi cảm biến chỉ đo được áp suất tại một vị trí của nòng súng. Vì vậy để xác định được áp suất khí thuốc theo chiều dài của nòng chúng ta bố trí cảm biến tại càng nhiều vị trí trên thành nòng càng tốt tuy nhiên chúng ta không thể khoan quá nhiều lỗ trên nòng súng thực nghiệm (giảm độ bền của nòng súng thí nghiệm, tăng chi phí thí nghiệm và cũng không đủ các cảm biến thí nghiệm). Trên thực tế để xác định được áp suất của khí thuốc theo chiều dài của nòng chúng ta chỉ cần xác định được áp suất tại một số vị trí tiêu biểu: Áp suất trong ống liểu, áp suất tại vị trí lớn nhất, áp suất tại lỗ trích khí (nếu có), áp suất đầu nòng. Từ các giá trị áp suất trên, hiệu chỉnh bài toán lý thuyết chúng ta sẽ xác định được toàn bộ giá trị áp suất theo chiều dài nòng.

3.1.3. Các hệ thống đo áp suất đang được sử dụng trong các phòng thí nghiệm

Hiện nay trong các phòng thí nghiệm của các trường đại học và các trung tâm nghiên cứu, thử nghiệm các hệ thống đo áp suất trong nòng súng (giá, bệ, hệ thống điểm hỏa, hệ thống đo...) không có nhiều và chủ yếu là các hệ thống nhập ngoại của các hãng có uy tín khác nhau như AVL, Kistler... Thông thường tại mỗi cơ sở nghiên cứu, thử nghiệm chỉ có một hệ thống. Sự khác nhau của chúng chủ yếu chúng là ở chỗ số lượng các nòng súng thử nghiệm, hệ thống đo đi kèm: sử dụng các loại cảm biến của các hãng khác nhau (AVL, PCB, Kistler...) hay các hệ thống hiển thị khác nhau được nhập (DEWE, KMT...) hay tự chế tạo.

3.2. Thử nghiệm đo đặc xác định áp suất lớn nhất một số loại súng bộ binh điển hình



Hình 4. Hệ thống đo áp suất nòng súng K56 sử dụng bộ bản B299 và máy hiển thị B212

Thí nghiệm đo áp suất bằng một số hệ thống đo khác nhau và trên cùng một hệ thống khi thay đổi các thông số.

Để có thể đánh giá kết quả đo và hệ thống thử nghiệm, chúng ta tiến hành đo áp suất tại vị trí áp đạt giá trị lớn nhất và sử dụng hai hệ thống đo khác nhau:

- Hệ thống đo áp suất chuyên dụng của AVL: Cảm biến, máy hiển thị B212 (tốc độ lấy mẫu 1.000.000 điểm/s).

- Hệ thống đo sử dụng cảm biến và thiết bị hiển thị thông dụng hiện đang có trong các phòng thí nghiệm (hệ thống thu thập dữ liệu NI có tốc độ lấy mẫu tối đa 50.000 mẫu/s, cảm biến AVL) tiến hành đo theo hai chế độ khác nhau: tốc độ lấy mẫu 5.000 mẫu/s và 50.000 mẫu/s.

Tất cả các lần thí nghiệm được tiến hành trong cùng một điều kiện: Độ ẩm 65%, nhiệt độ môi trường 25°C, đạn sử dụng cùng lô, liểu và được bảo ôn tại điều kiện tương tự như điều kiện bắn, các hệ thống đo đều còn trong thời hạn kiểm định.

Thực hành thí nghiệm bắn đo áp suất thực tế trên một số nòng súng mẫu.

*** Kết quả thực nghiệm**

Kết quả áp suất *max* nhận được khi tiến hành thực nghiệm đo sử dụng cảm biến và máy hiển thị B212 như bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thực nghiệm đo áp suất

| Nòng súng thí nghiệm | Lần 1 (bar) | Lần 2 (bar) | Lần 3 (bar) | Lần 4 (bar) | Lần 5 (bar) | Kết quả TB (bar) |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| Nòng thí nghiệm đạn K56 | 3123 | 3098 | 3132 | 3135 | 3127 | 3119 |
| Nòng thí nghiệm đạn K51 | 1628 | 1620 | 1617 | 1633 | 1637 | 1625 |

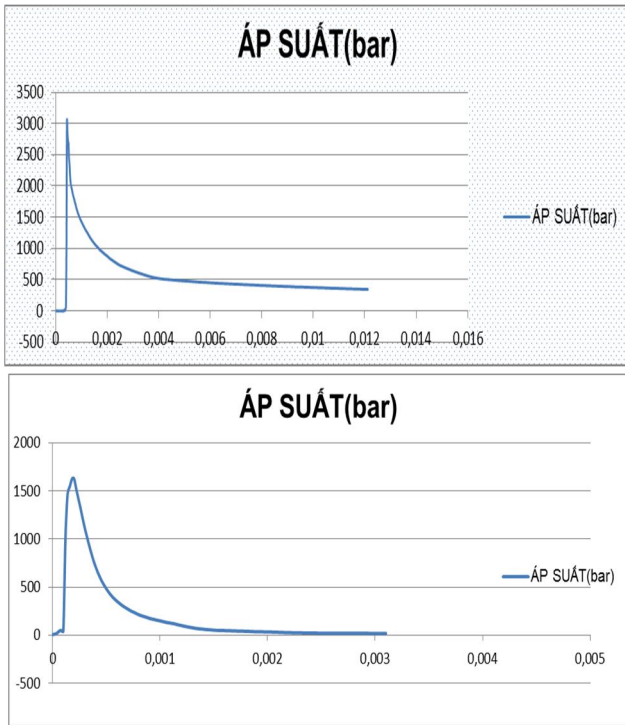
Kết quả áp suất *max* nhận được khi tiến hành thực nghiệm đo sử dụng cảm biến và thiết bị hiển thị thông dụng hiện đang có trong phòng thí nghiệm. Kết quả thí nghiệm trên nòng súng AK-Đạn K56 và K54-đạn K51 được thể hiện trên bảng 2, 3.

Bảng 2. Thí nghiệm trên nòng súng AK-Đạn K56

| Tốc độ lấy mẫu | Lần 1 (bar) | Lần 2 (bar) | Lần 3 (bar) | Lần 4 (bar) | ... | Lần 20 (bar) | Kết quả TB (bar) |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------|------------------|
| Tốc độ lấy mẫu 50000 mẫu/s | 2998 | 3045 | 3119 | 3090 | ... | 2963 | 3047 |
| Tốc độ lấy mẫu 5000 mẫu/s | 2530 | 2930 | 2806 | 2161 | ... | 2735 | 2632 |

Bảng 3. Thí nghiệm trên nòng súng K54-đạn K51

| Tốc độ lấy mẫu | Lần 1 (bar) | Lần 2 (bar) | Lần 3 (bar) | Lần 4 (bar) | ... | Lần 20 (bar) | Kết quả TB (bar) |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------------|------------------|
| Tốc độ lấy mẫu 50000 mẫu/s | 1592 | 1458 | 1626 | 1557 | ... | 1614 | 1595 |
| Tốc độ lấy mẫu 5000 mẫu/s | 1066 | 1564 | 1436 | 1501 | ... | 1243 | 1378 |



Hình 5. Đồ thị kết quả đo áp suất đạn K56 và K51

3.3. Đánh giá các sai số giữa kết quả lý thuyết và thực nghiệm

3.3.1. Đánh giá sai số giữa các kết quả thực nghiệm khi sử dụng hệ thống đo khác nhau

Các kết quả thí nghiệm của giá trị áp suất max khi sử dụng hệ thống đo chuyên dụng AVL tương đối hội tụ. Sai lệch giữa các kết quả nhận được chủ yếu do đạn thí nghiệm (trọng lượng viên đạn, lượng thuốc phóng... khác nhau).

Các kết quả thí nghiệm khi sử dụng cảm biến và thiết bị hiển thị thông dụng hiện đang có trong các phòng thí nghiệm (có tốc độ lấy mẫu thấp 5000 mẫu/s) tương đối phân tán và khi tốc độ lấy mẫu cao (50000 mẫu/s) thì mức độ phân tán giảm, tuy nhiên giá trị áp suất trung bình vẫn thấp hơn nhiều so với khi sử dụng hệ thống đo chuyên dụng nhập ngoại có tốc độ lấy mẫu cao. Điều này xảy ra do khi tần số lấy mẫu không đủ cao kết quả giá trị p_{max} hệ thống đo nhận được không phải là giá trị lớn nhất trên thực tế diễn ra.

3.3.2. Đánh giá sai số giữa kết quả lý thuyết và kết quả thực nghiệm

Thành lập bảng giá trị so sánh áp suất giữa hai phương pháp xác định như bảng 4.

Bảng 4. So sánh áp suất giữa hai phương pháp

| Áp suất | P _{50 000 mẫu-bar} | P _{5 000 mẫu-bar} | P _{tt-KG/cm²} | P _{tt-bar} | Sai số |
|---------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------|
| Đạn k56 | 3047 | 2632 | 2891 | 2948,82 | 3,22% |
| Đạn k51 | 1595 | 1378 | 1486 | 1515,72 | 4,96% |

(qui đổi 1KG/cm² = 1,02bar)

Sau khi qui đổi giá trị áp suất ra cùng đơn vị đo là đơn vị bar, ta có: sai số kết quả của phương tính lý thuyết với

phương pháp đo thực nghiệm là 3,22% với đạn k56; với đạn k51 là 4,96%. Giá trị sai số không lớn nhưng cũng đáng để người thiết kế quan tâm trong các trường hợp cụ thể.

4. ĐÁNH GIÁ, KẾT LUẬN

Phương pháp lý thuyết xác định áp suất theo thời gian và áp suất max (theo chiều dài nòng) được sử dụng trong thiết kế sơ bộ và chỉ mang tính định hướng trong thiết kế.

Phương pháp xác định áp suất theo thời gian và áp suất max bằng thực nghiệm được ứng dụng rộng cho tất cả các nhiệm vụ đặt ra khi cần xác định áp suất max và áp suất theo chiều dài nòng, khi kiểm tra các thông số thuốc phóng, đạn.

Đối với các loại súng bộ binh cỡ nhỏ:

- Phương pháp đo áp suất trong nòng súng được sử dụng là phương pháp đo trực tiếp (cảm biến được gắn trực tiếp vào thành nòng) tại các vị trí cần quan tâm.

- Khi cần thông số chính xác để thiết kế nếu có điều kiện cần lựa chọn các hệ thống đo chuyên dụng có độ chính xác và tần số lấy mẫu cao. Nếu sai số áp suất mong muốn ≤5% thì nên chọn phương pháp thực nghiệm đo.

- Khi sử dụng các hệ thống đo sử dụng cảm biến và thiết bị hiển thị thông dụng hiện đang có trong các phòng thí nghiệm cần chú ý đến nhiều thông số quan trọng của hệ thống đo, đặc biệt để đo các thông số động lực học trong vũ khí cần chú ý đến tốc độ lấy mẫu (nhiều card thu thập và xử lý số liệu trong các hệ thống đo hiện nay có tốc độ lấy mẫu < 50000 mẫu/s) và khi sử dụng các hệ thống này chúng ta chỉ nên đo một thông số (không sử dụng đo nhiều thông số cùng một lúc vì lúc đó tốc độ lấy mẫu cho từng thông số sẽ bị giảm).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Phạm Huy Chương, 1998. *Cơ sở kết cấu và tính toán thiết kế máy tự động*. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.
 [2]. Phạm Huy Chương, 2002. *Động lực học vũ khí tự động*. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.
 [3]. Trần Đăng Điện, 1998. *Thuật phóng trong của súng pháo*. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.
 [4]. Nguyễn Thái Dũng, Nguyễn Lạc Hồng, Bùi Trọng Tuấn, 2007. *Giáo trình Đo lường và Thử nghiệm Vũ khí*. Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội.
 [5]. Tiêu chuẩn Quân sự, 2010. *Phương pháp kiểm tra áp suất buồng đạn bằng nòng súng chuyên dùng*. TCCNQP, Hà Nội.

AUTHORS INFORMAIION

Tran Quoc Trinh, Vu Thi Hue

¹Military Technical Academy

²Hanoi University of Industry