

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO THÂN ĐẠN CỎI ĐC100M-PST BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐÚC THAY THẾ CHO PHƯƠNG PHÁP DẬP HIỆN NAY

RESEARCH ON THE MANUFACTURING OF THE ĐC100M-PST MORTAR SHELL BODY BY CASTING AS AN ALTERNATIVE TO THE CURRENT STAMPING METHOD

ThS. Đoàn Minh Kiều^{1,*}, ThS. Nguyễn Đức Đông¹, KS. Đặng Hồng Duy²,

ThS. Vũ Trọng Thiện³, KS. Lã Ngọc Toàn³

¹Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng

²Khoa Vũ khí, Học viện Kỹ thuật quân sự

³Nhà máy Z115, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng

*Email tác giả liên hệ: minhkieu280790@gmail.com

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu, đánh giá việc chế tạo thân đạn cối ĐC100M-PST bằng phương pháp đúc thay thế cho phương án dập. Phương pháp này ứng dụng công nghệ mô phỏng trên phần mềm ProCAST để tính toán phôi đúc, khuôn đúc và lựa chọn định hướng được phương án đúc phù hợp với điều kiện công nghệ hiện có, phục vụ nhiệm vụ chế tạo sản phẩm tại Nhà máy Z115. Qua thử nghiệm, đánh giá sản phẩm đạn cối chế tạo bằng phương pháp đúc, kết quả đạt yêu cầu theo bộ chỉ tiêu tính năng chiến – kỹ thuật đạn cối 100 mm ĐC100M-PST đã được phê duyệt, điều này có ý nghĩa khoa học và thực tiễn rất lớn trong việc thúc đẩy nghiên cứu, chế thử các sản phẩm mới tại Nhà máy theo phương pháp đúc, giúp giảm giá thành sản phẩm nhưng vẫn đảm bảo yêu cầu kỹ thuật đề ra, chủ động nguồn vật tư và công nghệ sản xuất trong nước.

Từ khóa: Đạn cối ĐC100M-PST; Phương pháp đúc; Phần mềm ProCAST.

ABSTRACT

This study presents the research outcomes and assessment of manufacturing the ĐC100M-PST mortar shell body using a casting process as an alternative to the conventional stamping method. This approach utilizes ProCAST software to design the casting blank and mold, and to determine an optimized casting scheme that meets current technological conditions, thereby facilitating production tasks at Factory Z115. Experimental evaluation of mortar shells produced by the casting method demonstrates that the products fully satisfy the approved tactical – technical requirements of the 100 mm mortar shell ĐC100M-PST. The findings have significant scientific and practical implications, particularly in fostering research and prototyping of new weapon systems at the Factory based on casting technology. This approach contributes to reducing production costs while ensuring compliance with stringent technical standards, as well as enhancing self-reliance in materials and domestic manufacturing capabilities.

Keywords: ĐC100M-PST mortar shell; Casting method; ProCAST software.



1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Để đáp ứng yêu cầu nhiệm vụ trong thời kỳ mới, từ những năm 2000, Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp quốc phòng (CNQP) đã chủ động nghiên cứu, thiết kế, phối hợp cùng Nhà máy Z115 chế tạo thành công các loại cối tăng tầm, cối tầm xa cỡ 60 mm, 82 mm và 100 mm.

Năm 2018, Viện Vũ khí được giao thực hiện đề tài cấp Bộ Quốc phòng thuộc đề án KC.NQ.06 “Nghiên cứu hoàn thiện thiết kế, công nghệ chế tạo đạn cối 100 mm phá sắt thương tăng tầm (ĐC100M-PST) bắn trên súng cối hiện có trong trang bị”, đề tài đã được nghiệm thu cấp Bộ Quốc phòng đạt “Xuất sắc”. Đạn cối ĐC100M-PST do Viện Vũ khí nghiên cứu, chế tạo đáp ứng các yêu cầu chỉ tiêu tính năng chiến – kỹ thuật đã được Thủ trưởng Bộ Tổng Tham mưu phê duyệt. Trong quá trình triển khai chế tạo đạn cối 100 mm ĐC100M-PST, sản phẩm thân đạn cối được gia công từ phôi thép dập do Nhà máy Z183 cung cấp. Phôi thép này đáp ứng được các yêu cầu về chất lượng, chỉ tiêu chiến – kỹ thuật của sản phẩm, tuy nhiên quá trình tạo phôi phải trải qua nhiều nguyên công phức tạp, nhiều lần nghiên cứu cải tiến công nghệ, mất nhiều thời gian làm cho giá thành chế tạo sản phẩm cao, do đó cần nghiên cứu cải tiến phương pháp chế tạo cho phù hợp nhằm rút ngắn thời gian chế tạo sản phẩm, giảm giá thành, nâng cao năng suất nhưng vẫn đảm bảo được chất lượng sản phẩm.

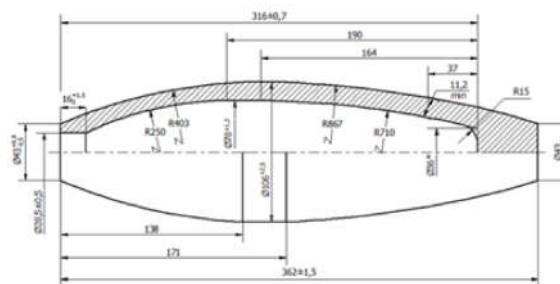
Xuất phát từ yêu cầu thực tiễn đặt ra và kế thừa kết quả nghiên cứu của các đề tài trước. Năm 2023, Nhà máy Z115 chủ động đề xuất nhiệm vụ cấp Tổng cục CNQP “Nghiên cứu công nghệ chế tạo thân đạn cối ĐC100M-PST bằng phương pháp đúc”, đề tài đã được đánh giá nghiệm thu cấp Tổng cục đạt yêu cầu. Sản phẩm của đề tài đáp ứng các yêu cầu, chỉ tiêu tính năng chiến – kỹ thuật được phê duyệt, kết

quả của đề tài tạo tiền đề để Viện Vũ khí triển khai nhiệm vụ sản xuất loạt “O” loại đạn này.

2. NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN, THIẾT KẾ VÀ CHẾ TẠO THÂN ĐẠN BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐÚC

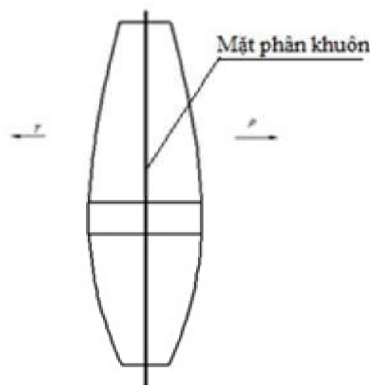
2.1. Tính toán, thiết kế phôi thân đạn ĐC100M-PST bằng phương pháp đúc và chế tạo khuôn đúc

Căn cứ bộ tài liệu thiết kế đạn cối ĐC100M-PST [6] đã được ban hành, nhóm nhiệm vụ xây dựng bản vẽ phôi đúc đạn cối ĐC100M-PST (hình 1):



Hình 1. Bản vẽ phôi đúc đạn cối ĐC100M-PST

Căn cứ vào kết cấu hình dạng vật đúc và các nguyên tắc lựa chọn mặt phân khuôn khi đúc [1], nhóm nhiệm vụ lựa chọn mặt phân khuôn cho vật đúc (hình 2):



Hình 2. Sơ đồ mặt phân khuôn

- Thời gian rót có lợi đối với vật đúc xác định theo công thức sau [1]:

$$t = s \cdot \sqrt[3]{g \cdot G}$$

Trong đó:

g – Chiều dày chính hay trung bình của vật đúc, mm;

G – Khối lượng vật đúc cùng hệ thống rót, đầu ngót, kg;

s – Hệ số (đối với vật đúc bằng thép, $s = 1,6$).

Qua tính toán bằng phần mềm Inventer vật đúc có khối lượng 17,98 kg; căn cứ tài liệu tính toán thiết kế vật đúc [1], [7], nhóm nhiệm vụ lựa chọn các giá trị như sau: $G = 24,3$ kg; $g = 14$ mm; $s = 1,6$.

Thay số, ta được:

$$t = s \cdot \sqrt[3]{g \cdot G} = 1,6 \cdot \sqrt[3]{14 \cdot 24,3} = 11,2 \text{ (s)}$$

- Tính toán tiết diện hệ thống rót:

Diện tích tiết diện ngang F của rãnh dẫn đối với vật đúc có thành dày được tính theo công thức [2]:

$$F = 2 \cdot G^{5/12}$$

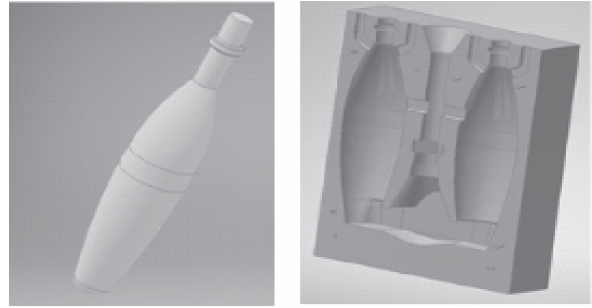
Trong đó: G – Khối lượng vật đúc, kg.

Thay số, ta được: $F = 6,6 \text{ cm}^2$.

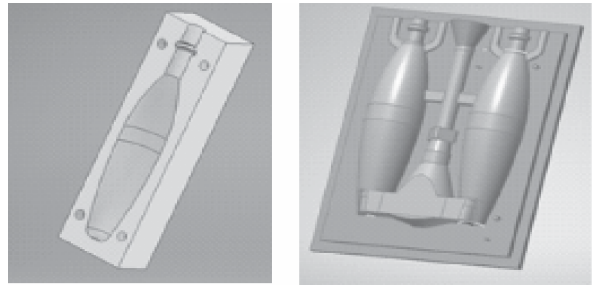
Để thuận tiện cho quá trình làm khuôn, lựa chọn rãnh dẫn có tiết diện hình tròn, bán kính $R_{\text{rãnh dẫn}} = 1,45 \text{ cm}$.

- Thiết kế hệ thống đầu ngót, đầu hơi: Từ những nguyên tắc thiết kế đầu ngót, đầu hơi [1,148], nhóm nhiệm vụ lựa chọn thiết kế vị trí đầu ngót ở phía trên vật đúc, dùng đầu ngót hở để làm nhiệm vụ đầu hơi giúp thoát tạp chất trong quá trình rót, tối ưu cho khuôn đúc.

Xuất phát từ các yêu cầu thiết kế chế tạo sản phẩm, nhóm nhiệm vụ đã thiết kế khuôn đúc, chế tạo thao và vỏ khuôn đúc phối thân đạn cối ĐC100M-PST (hình 3, 4):

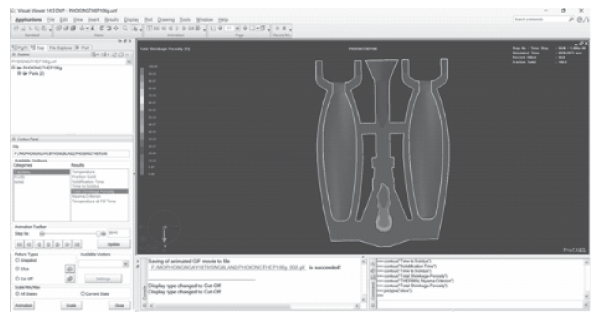


a) Thao b) Vỏ khuôn đúc
Hình 3. Hình ảnh 3D thao và vỏ khuôn đúc phối thân đạn cối ĐC100M-PST



Hình 4. Hình ảnh 3D khuôn tạo thao và khuôn tạo vỏ khuôn đúc

Sử dụng phần mềm ProCast mô phỏng quá trình đúc thân đạn (hình 5) [4], hiệu chỉnh bản vẽ khuôn đúc, thao đảm bảo không xuất hiện rỗ khí trên phần thân đạn.



Hình 5. Kết quả mô phỏng khuyết tật rỗ ngót bằng phần mềm ProCast



Hình 6. Kết cấu khuôn nhôm tạo vỏ khuôn đúc phôi thân đạn cối DC100M-PST

Qua nghiên cứu, tính toán lựa chọn phương án trên vào chế tạo sản phẩm phôi thân đạn cối cho chế thử và thử nghiệm sản phẩm.

2.2. Chế tạo thân đạn cối DC100M-PST bằng phương pháp đúc

Tiến hành đúc thân đạn cối DC100M-PST theo các đợt, các loạt khác nhau, trong đó giám sát chặt chẽ các thông số công nghệ từ quá trình tạo thao, vỏ khuôn và quá trình nấu luyện, đúc rót [2], [3].

- Chế thử loạt nhỏ (số lượng 50 phôi đúc): Sản phẩm sau khi gia công cơ khí, kết quả kiểm tra cơ tính sản phẩm đúc (bảng 1) và thử thu mảnh thân đạn sau khi chế tạo và nhồi thuốc nổ TNT (hình 7) đạt yêu cầu theo tài liệu thiết kế [5], [6].

Bảng 1. Cơ tính phôi đúc thân đạn cối DC100M-PST đúc loạt nhỏ

TT	Tên chỉ tiêu	Giá trị			Yêu cầu	Đánh giá
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3		
1	Độ cứng (HB)	252	265	264	238÷296	Đạt yêu cầu
2	Giới hạn chảy σ_T (kG/mm ²)	39	39,2	40,7	≥ 33	Đạt yêu cầu
3	Giới hạn bền nén σ_n (kG/mm ²)	182,4	195,6	194	≥ 94	Đạt yêu cầu



Hình 7. Kết quả thử nổ thu mảnh thân đạn cối DC100M-PST đúc loạt nhỏ

Sản phẩm chế tạo loạt nhỏ cơ bản đã đáp ứng được yêu cầu (47/50 phôi đúc đạt yêu cầu), tuy nhiên thân đạn sau gia công cơ khí kiểm tra hình dạng kích thước, thử áp số lượng không đạt yêu cầu còn nhiều (16/47 thân đạn).

Nguyên nhân hỏng do quá trình rót kim loại nóng chảy vào khuôn đúc chưa đồng đều, quá trình rót nhiệt độ bị thay đổi (vị trí rót đầu và rót sau), quét sơn lên thao không đồng đều. Do đó, cần phải tăng cường giám sát các thông số công nghệ và các bước thực hiện trong quá trình đúc (từ tạo khuôn đến nấu rót).

- Chế thử loạt lớn (số lượng 110 phôi đúc): Đúc thân đạn cối DC100M-PST theo các nội dung chế tạo loạt nhỏ, tiến hành giám sát chặt chẽ các thông số công nghệ và thao tác thực hiện. Để giảm tỷ lệ phôi hỏng sau đúc, sử dụng gù thép để nấu (gù thép được nấu từ thép phế và sắt xộp được đổ vào các khuôn gù để phục vụ cho các mẻ nấu lớn) [3]. Phôi sau khi đúc được kiểm tra thành phần đạt yêu cầu (bảng 2).

Bảng 2. Thành phần phối đúc thân đạn cối ĐC100M-PST đúc loạt

Giới hạn	Thành phần nguyên tố (%)							
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu
Min	0,57	0,17	0,50	-	-	-	-	-
Max	0,65	0,37	0,80	0,030	0,035	0,25	0,30	0,30
Kết quả	0,62	0,26	0,64	0,021	0,020	0,10	0,04	0,03

Thân đạn sau khi gia công cơ khí, được kiểm tra cơ tính đạt yêu cầu theo tài liệu thiết kế (bảng 3).

Bảng 3. Cơ tính thân đạn cối ĐC100M-PST đúc loạt.

TT	Tên chỉ tiêu	Giá trị			Yêu cầu	Đánh giá
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3		
1	Độ cứng (HB)	268	255	264	238÷296	Đạt yêu cầu
2	Giới hạn chảy σ_T (kG/mm ²)	41,2	41	38	≥ 33	Đạt yêu cầu
3	Giới hạn bền nén σ_n (kG/mm ²)	175,3	188,7	180,2	≥ 94	Đạt yêu cầu

Sản phẩm sau chế tạo loạt đã đáp ứng được yêu cầu đặt ra (106/110 phối đúc đạt yêu cầu). Thân đạn cối sau gia công cơ khí được tiến hành kiểm tra cơ tính, kiểm tra hình dạng kích thước và thử áp đạt yêu cầu: 92/106 thân đạn [5]. Thân đạn cối sau chế tạo đủ điều kiện cho chế tạo, tổng lắp, thử nghiệm và nghiệm thu sản phẩm.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ĐÁNH GIÁ

Thân đạn cối ĐC100M-PST sau khi chế

tạo, được kiểm tra đạt yêu cầu, tiến hành nhồi thuốc nổ TNT và thực hiện các hạng mục thử nghiệm, nghiệm thu như: bắn kiểm tra bền thân đạn, thử nghiệm nổ thu mảnh.

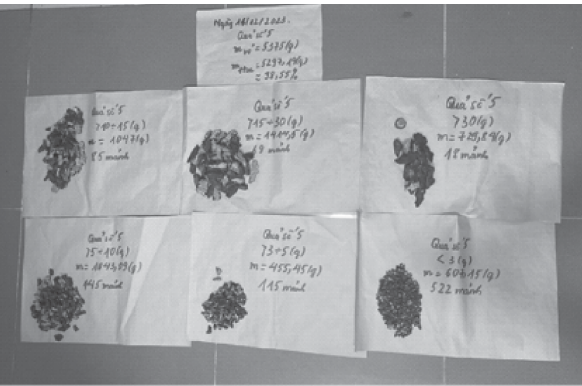
3.1. Thử nghiệm bắn kiểm tra độ bền thân đạn và thử nghiệm nổ thu mảnh thân đạn cối ĐC100M-PST chế tạo bằng phương pháp đúc

Kết quả thử nghiệm bắn kiểm tra độ bền thân đạn (bảng 4) và thử nghiệm nổ thu mảnh (hình 8):



Bảng 4. Biến dạng thân đạn tại mặt cắt I-I và II-II trước và sau khi thử nghiệm bắn kiểm tra độ bền

Thân số	Mặt I-I (vị trí lắp gioăng), (mm)		Mặt II-II (cách mặt bậc ren đuôi 118 mm), (mm)		Kết luận
	Trước khi bắn	Sau khi bắn	Trước khi bắn	Sau khi bắn	
1	93,62÷93,65	93,62÷93,66	34,80÷34,81	34,82÷34,86	Đạt yêu cầu
2	93,60÷93,62	93,60÷93,62	34,80÷34,81	34,82÷34,84	
3	93,60÷93,62	93,66÷93,68	34,80÷34,81	34,80÷34,84	
4	93,60÷93,62	93,62÷93,66	34,80÷34,81	34,80÷34,82	
5	93,60÷93,62	93,62÷93,64	34,80÷34,81	34,80÷34,82	
6	93,60÷93,61	93,60÷93,64	34,80÷34,81	34,82÷34,84	
7	93,60÷93,61	93,62÷93,66	34,80÷34,82	34,80÷34,82	
8	93,60÷93,62	93,68÷93,70	34,80÷34,82	34,80÷34,84	
9	93,60÷93,61	93,66÷93,68	34,80÷34,81	34,80÷34,84	
10	93,60÷93,62	93,60÷93,62	34,80÷34,81	34,80÷34,82	



Hình 8. Kết quả thử nghiệm nổ thu mảnh thân đạn cối ĐC100M-PST

Qua kiểm tra, nghiệm thu tại nhà máy, kết quả nghiệm thu tĩnh và bắn kiểm tra bền thân đạn, thử thu mảnh thân đạn cối ĐC100M-

PST theo phương án đúc đạt yêu cầu theo tài liệu thiết kế [6].

3.2. Kết quả nghiệm thu tổng hợp đạn cối ĐC100M-PST chế tạo bằng phương pháp đúc

Thân đạn cối ĐC100M-PST chế tạo bằng phương pháp đúc sau khi nghiệm thu tĩnh đạt yêu cầu được bắn kiểm tra, nghiệm thu tổng hợp các hạng mục kiểm tra bền đạn, kiểm tra an toàn thuốc nhồi, kiểm tra độ chụm kết hợp nổ hết thuốc.

Kết quả thử nghiệm, nghiệm thu tổng hợp các hạng mục của đạn cối ĐC100M-PST chế tạo bằng phương pháp đúc đạt yêu cầu theo các chỉ tiêu quy định tại tài liệu thiết kế [6].

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu chế tạo thân đạn cối ĐC100M-PST bằng phương pháp đúc cho thấy một số ưu điểm sau:

- Chỉ tiêu cơ tính của thân đạn cối ĐC100M-PST chế tạo bằng phương pháp đúc tương đương với thân đạn cối chế tạo bằng phương pháp dập;

- Kết quả thử nghiệm nổ thu mảnh cho thấy: Khả năng tạo mảnh của thân đạn chế tạo bằng phương pháp đúc tốt hơn so với thân đạn chế tạo từ phôi thép dập;

- Đạn cối ĐC100M-PST chế tạo bằng phương pháp đúc đạt yêu cầu theo bộ chỉ tiêu tính năng chiến – kỹ thuật đã được phê duyệt;

- Giảm thời gian gia công thân đạn cối ĐC100M-PST, rút ngắn thời gian chế tạo và tổng lắp sản phẩm.

Dựa trên kết quả nghiên cứu tính toán, chế tạo và nghiệm thu sản phẩm, khẳng định được độ tin cậy của phương pháp đúc để chế tạo thân đạn cối ĐC100M-PST, đáp ứng được yêu cầu tính năng chiến kỹ thuật của sản phẩm;

nâng cao khả năng triển khai công nghệ chế tạo, năng suất lao động nhằm giảm giá thành sản phẩm góp phần nâng cao tiềm lực sản xuất quốc phòng. ❖

Ngày nhận bài: **23/10/2025**

Ngày phản biện: **30/10/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Nguyễn Xuân Bông, Phạm Quang Lộc, Giáo trình “*Thiết kế đúc*”. NXB. Khoa Học Kỹ thuật, 1978.
- [2]. Nguyễn Hữu Dũng, Giáo trình “*Các phương pháp đúc đặc biệt*”. NXB. Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2006.
- [3]. Nguyễn Hữu Dũng, Giáo trình “*Kỹ thuật nấu luyện hợp kim đúc*”. NXB. Bách khoa Hà Nội, 2012.
- [4]. Trần Thanh Hải, Giáo trình “*Mô phỏng đúc kim loại trên phần mềm ProCAST*”. NXB. Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, 2021.
- [5]. Nguyễn Khánh Trung, Báo cáo tổng kết đề tài “*Nghiên cứu công nghệ chế tạo thân đạn cối ĐC100M-PST bằng phương pháp đúc*”. Nhà máy Z115, 2024.
- [6]. Đỗ Quốc Vi, Bộ tài liệu thiết kế “*Đạn cối ĐC100M-PST*”. Viện Vũ khí, 2022.
- [7]. TCVN 7297 (2003), “*Vật đúc – hệ thống dung sai kích thước và lượng dư gia công*”.