

Nghiên cứu một số đặc trưng của hỗn hợp thuốc nổ ocfol-5.5

Nguyễn Trọng Đại*

Viện Thuốc phóng Thuốc nổ/Tổng cục Công nghiệp quốc phòng, 192 Đức Giang, Long Biên, Hà Nội, Việt Nam.

*Tác giả liên hệ: trongdaipe@gmail.com

Nhận bài: 22/9/2024; Hoàn thiện: 09/11/2024; Chấp nhận đăng: 12/12/2024; Xuất bản: 25/12/2024.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.100.2024.69-76>

TÓM TẮT

HMX là một trong số các thuốc nổ có uy lực mạnh nhất hiện nay. Tuy nhiên, HMX lại có nhược điểm là nhạy với va đập và ma sát, khả năng nhồi nén kém, khó có thể ứng dụng nhồi nạp trực tiếp vào các loại vũ khí. Ocfol-5.5 là HMX thuần hóa, thành phần của nó chủ yếu là HMX (94÷96%) và các chất thuần hóa (4÷6%). Bài báo trình bày những kết quả đạt được khi nghiên cứu, chế tạo ocfol-5.5, lựa chọn chất thuần hóa và định hướng công nghệ chế tạo. Lựa chọn thông số công nghệ chế tạo tối ưu trên thiết bị phòng thí nghiệm. HMX được thuần hóa bằng hỗn hợp: axit stearic (38%), serezin (60%) và bột màu xu đặng vàng (2%). Quá trình thuần hóa được thực hiện bằng phương pháp phân tán nhũ tương nước-chất thuần hóa vào huyền phù nước-HMX trong điều kiện khuấy trộn 300 v/phút và nhiệt độ ở $(85 \pm 1) ^\circ\text{C}$, hạ nhiệt từ từ với tốc độ $1 ^\circ\text{C}/\text{phút}$. Đưa ra một số yếu tố ảnh hưởng tới đến tính năng nổ cháy của sản phẩm. Kết quả phân tích cho thấy sản phẩm ocfol-5.5 do nhóm nghiên cứu chế tạo có chỉ tiêu kỹ thuật tương đương công bố của nước ngoài.

Từ khoá: HMX; Thuần hóa; Ocfol-5.5

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, các loại vũ khí và trang thiết bị quân sự ngày càng phát triển. Tốc độ nổ cao, độ nhạy thấp, uy lực lớn và có khả năng tấn công khu vực rộng là xu hướng phát triển hệ thống vũ khí phục vụ quốc phòng. Các vật liệu nổ mạnh như RDX, HMX, CL-20 mặc dù sở hữu những đặc tính vượt trội, bao gồm mật độ năng lượng cao, khả năng chịu nhiệt tốt, độ ổn định khi nổ và tốc độ nổ lớn, nhưng lại có nhược điểm là độ nhạy cơ học cao, khiến chúng chưa đáp ứng hoàn toàn các yêu cầu này [1]. Dựa trên lý thuyết “điểm nóng” của thuốc nổ, khi giảm kích thước hạt đến mức siêu mịn hoặc phủ một lớp bảo vệ lên bề mặt tinh thể có thể làm giảm đáng kể ứng suất lên tinh thể khi chịu tác động cơ học từ bên ngoài. Điều này giúp ngăn chặn sự hình thành các điểm nóng giữa các hạt tinh thể và đồng thời giảm độ nhạy của thuốc nổ [2, 3]. Quá trình phủ lên bề mặt tinh thể chất nổ một lớp chất có tác dụng giảm nhạy với xung cơ học thì quá trình đó được gọi là thuần hóa. Chất có tác dụng làm giảm độ nhạy đối với một chất nổ được gọi là chất thuần hóa: sáp [4]; các chất họ graphit [5-7]; polyme [8-10].

HMX thuần hóa có nhiều ưu điểm hơn RDX thuần hóa, do có độ bền nhiệt, mật độ, tốc độ nổ cao hơn. Độ bền nhiệt cho phép sử dụng HMX trong các liều nổ chịu tác dụng của nhiệt độ cao, ví dụ tiến hành nổ trong các lỗ khoan sâu hoặc cực sâu, trong các đầu đạn pháo tốc độ lớn, trong bom đạn của máy bay siêu âm. Một số mác thuốc nổ thuần hóa HMX phổ biến như: ocfol-3.5; ocfol-5.5; OMA; PBXN-9404; LX-14,... Trong đó, ocfol-5.5 được sử dụng rộng rãi trong các nước thuộc Khối Warszawa trước đây.

Ocfol-5.5 là hỗn hợp bao gồm 94-96% HMX và 6-4% chất thuần hóa có thành phần tương tự như thành phần được sử dụng trong A-IX-1. Ocfol-5.5 có tốc độ nổ là 8670 m/s tại mật độ 1,77 g/cm³. Trong khi đó, A-IX-1 có tốc độ nổ là 8000 m/s tại mật độ 1,60 g/cm³ [11]. Điều này cho thấy cùng một thể tích, nếu sử dụng ocfol-5.5 có thể cho năng lượng tốt hơn so với A-IX-1 như: tốc độ nổ cao hơn, mật độ năng lượng lớn hơn, có khả năng bền nhiệt tốt hơn. Do đó, việc nghiên cứu chế tạo hỗn hợp ocfol-5.5 có độ nhạy va đập tương tự như hỗn hợp A-IX-1, tuy nhiên, có mật độ năng lượng cao hơn nhồi nạp vào các loại đạn để cải thiện uy lực của đạn là nhu cầu cấp thiết.

Bài báo đưa ra kết quả nghiên cứu lựa chọn công nghệ thuần hóa HMX, đưa ra thống số tối ưu cho chế tạo ocfol-5.5 đồng thời trình bày ảnh hưởng của thành phần đến tính chất hóa lý, nổ cháy của sản phẩm.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Hỗn hợp ocfol-5.5 và công nghệ thuần hóa HMX.

2.2. Hóa chất- thiết bị, dụng cụ

Hóa chất được sử dụng trong nghiên cứu gồm:

- HMX, đạt các chỉ tiêu theo QCVN 12-17:2023/BCT, V-TPTN;
- Serezin M-75, Cas 8001-75-0, Nga;
- Axit Stearic (AR), Cas 57-11-4, Xilong (TQ);
- Màu Xu đăng, TQ;
- Chất hoạt động bề mặt (SDS), Cas 151-21-3, Duchefa (HL);
- Axeton (AR), Cas 67-64-1, Xilong (TQ).

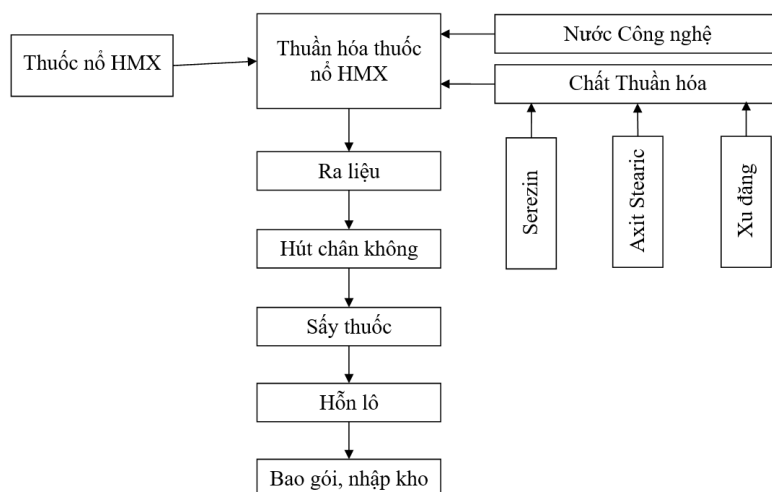
Độ tinh khiết của tất cả các hóa chất được đảm bảo bởi thông tin từ nhà cung cấp và có thể sử dụng trực tiếp mà không cần tinh chế.

Thiết bị, dụng cụ: Bình cầu 3 cổ (5000ml); phễu nhỏ giọt (500 ml), phễu chiết (500 ml), thiết bị ổn nhiệt SH Scientific (WB-22CDN-1, Hàn Quốc), máy khuấy đĩa IKA (EURO-STAR DIGITAL, Đức), nhiệt kế, cân phân tích Sartorius (CPA324S, Đức). Các thiết bị dùng cho phân tích, đánh giá: Tủ sấy, thiết bị đo nhiệt độ nóng chảy Ezmelt (SRS, Mỹ), thiết bị đo độ nhạy va đập Cast (BFH-12, Séc), thiết bị đo tốc độ nổ OZM (VOD-8, Séc), con lắc xạ thuật.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

Khảo sát các tài liệu nước ngoài về công nghệ thuần hóa, đặc tính kỹ thuật của hỗn hợp ocfol-5.5. Từ các kết quả thu được, tiến hành xác lập sơ bộ chỉ tiêu kỹ thuật ocfol-5.5 và lựa chọn công nghệ chế tạo. Thực nghiệm chế thử trong phòng thí nghiệm, đo đạc kiểm tra các thống số hóa lý, nổ cháy của sản phẩm. So sánh với chỉ tiêu nước ngoài. Hiệu chỉnh thành phần, các chế độ công nghệ để tạo ra được hỗn hợp có tính năng tương đương sản phẩm nước ngoài.

Phương pháp tạo mẫu: Quá trình chế tạo ocfol-5.5 được thực hiện trên thiết bị thí nghiệm theo sơ đồ với các bước như hình 1:



Hình 1. Sơ đồ chế tạo hỗn hợp ocfol-5.5.

+ Cấp nước vào trong thiết bị trộn, sau đó cấp HMX. Bật khuấy, gia nhiệt đến nhiệt độ cài đặt (khoảng 85 ÷ 90 °C).

+ Dừng khuấy, cấp hỗn hợp chất thuần hóa theo đơn thành phần.

+ Tiếp tục khuấy trộn ở nhiệt độ đã cài đặt, sau đó hạ nhiệt từ từ hỗn dịch với tốc độ 1 °C/phút bằng cách cấp nước làm mát vỏ thiết bị. Khi nhiệt độ của hỗn dịch hạ về đến 40 °C thì tiến hành lọc thu mẫu.

+ Mẫu sau khi lọc được trải đều trong khay đựng bằng nhôm và tiến hành sấy ở nhiệt độ 55-60 °C trong 8-10 giờ. Sau đó mẫu được bao gói bảo quản.

Trong quá trình thực hiện có sử dụng các phương pháp phân tích đo đạc cụ thể như sau:

- + Phương pháp xác định nhiệt độ nóng chảy: TPTN.Ocfol 5.5.QTPT.01;
- + Phương pháp xác định hàm lượng chất thuần hóa: TPTN.Ocfol 5.5.QTPT.01;
- + Phương pháp xác định hàm ẩm và chất bay hơi: TPTN.Ocfol 5.5.QTPT.01;
- + Phương pháp xác định độ nhảy va đập: TCVN/QS 1837:2017;
- + Phương pháp xác định công nỗ bằng con lắc xạ thuật: TCVN 6424:1998;
- + Phương pháp xác định tốc độ nổ: TCVN 6422:1998;
- + Phương pháp xác định độ nén trụ chi: TCVN 6421:1998.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu xây dựng công nghệ chế tạo

3.1.1. Lựa chọn chất thuần hóa và định hướng công nghệ

a) Lựa chọn chất thuần hóa

Hàm lượng chất thuần hoá trong ocfol-5.5 chiếm tỷ lệ rất nhỏ (4,0 ÷ 6,0) % [11]. Các chất thuần hoá thường là các loại sáp tổng hợp hoặc những hợp chất hydrocacbon có khả năng bám dính vào bề mặt tinh thể. Chất thuần hoá phải có các tính năng sau đây:

- Có tính nhiệt dẻo, có khả năng phân tán và tạo thành lớp màng mỏng hấp phụ bền vững bám lên bề mặt các hạt tinh thể.

- Không bay hơi, bền vững hoá lý, có nhiệt độ nóng chảy cao hơn nhiệt độ trung bình của các ngày trong tháng về mùa hè ở nước ta trên 20 °C.

- Có tính dẻo đồng nhất, có khả năng chịu nén tốt để đảm bảo nhồi nén vào lòng bom, đạn, mìn.

- Không làm ảnh hưởng đến tính chất lý học và hoá học cũng như không có tác dụng hoá học với vật liệu làm vỏ bom, đạn.

- Không tan trong nước.

Kết quả khảo sát tài liệu cho thấy các nước trên thế giới thường sử dụng các tác nhân thuần hoá là axit stearic, serezin, ocsezin, paraffin, vazelin, sáp tổng hợp,... hoặc hỗn hợp các chất trên với nhau. Tùy theo điều kiện cụ thể mà sử dụng cho thích hợp. Thực nghiệm đã chứng minh: Một trong những hợp chất dùng để thuần hoá tốt nhất là hỗn hợp axit stearic-serezin. Căn cứ vào các yêu cầu trên và dựa theo một số tài liệu công bố của nước ngoài về hỗn hợp ocfol-5.5 sử dụng chất thuần hoá tương tự như trên A-IX-1 [11]. Nhóm nghiên cứu đã lựa chọn chất thuần hoá là hỗn hợp axit stearic - serezin với tỷ lệ 38,0% axit stearic; 60,0% serezin và 2,0% chất tạo màu. Hỗn hợp chất thuần hoá có thành phần như trên cũng chính là chất thuần hoá dùng để thuần hoá RDX thành A-IX-I. Đây cũng là một trong những chất thuần hoá tốt nhất.

b) Định hướng công nghệ chế tạo

Chế tạo ocfol-5.5 chính là quá trình thuần hoá HMX bằng chất giảm nhạy. Về cơ bản, chính là quá trình bám dính chất thuần hoá lên bề mặt các hạt tinh thể. Quá trình chế tạo phải được tiến

hành trong điều kiện nhiệt độ, áp suất, khuấy trộn dễ điều khiển và đặc biệt là các điều kiện thí nghiệm không gây nguy cơ mất an toàn cho người và thiết bị.

Xuất phát từ các đặc điểm trên, đề tài đã lựa chọn phương pháp thuận hoá HMX bằng cách phân tán nhũ tương nước-chất thuận hoá vào huyền phù nước-HMX trong điều kiện khuấy trộn và nhiệt độ thích hợp (tại đó chất thuận hoá nóng chảy và hoá lỏng) rồi sau đó làm lạnh hỗn hợp đã thuận hoá. Môi trường phân tán được sử dụng ở đây là nước.

3.1.2. Nghiên cứu lựa chọn chế độ công nghệ để chế tạo ocfol-5.5

a) Ảnh hưởng của lượng dung môi

Với việc sử dụng chất thuận hoá là hỗn hợp axit stearic - serezin có nhiệt độ nóng chảy nhỏ hơn 100 °C nên ta có thể sử dụng dung môi là nước là tốt nhất. Nước vừa an toàn, không độc hại lại rất sẵn có. Tỷ lệ dung môi so với khối lượng thuốc nổ ảnh hưởng đến trạng thái khối thuốc như bảng 1.

Bảng 1. Ảnh hưởng của lượng dung môi đến công nghệ chế tạo.

TT	Tỷ lệ dung môi/ hỗn hợp thuốc (% khối lượng)	Đặc điểm công nghệ, sản phẩm	Độ nhạy cao nhất (% nổ)
1	5/1	Khuấy trộn dễ, hạt nhỏ mịn, đều	80
2	3/1	Khuấy trộn dễ, hạt nhỏ mịn, đều	72
3	1,5/1	Quá trình khuấy trộn khó, hạt thuốc to	60
4	0,5/1	Quá trình khuấy khó, xuất hiện vón cục trong hỗn hợp thuận hóa, sản phẩm có dạng hạt to	-

Từ kết quả có thể thấy, tỷ lệ dung môi ảnh hưởng lớn đến khả năng tạo hạt hỗn hợp thuận hóa và chất lượng thuốc. Tỷ lệ dung môi càng nhỏ, độ nhớt càng tăng nên khuấy trộn khó dần, tuy nhiên, độ nhạy lại càng thấp tức là khả năng bao bọc tốt hơn. Khi tỉ lệ dung môi/thuốc lớn, các hạt thuốc thuận hóa tương đối đều và mịn, tuy nhiên, lượng dung môi lớn chất thuận hóa không được bám dính hoàn toàn vào thuốc, do vậy độ nhạy của thuốc cao. Điều này có thể giải thích theo toán xác suất, là do khoảng không gian bị thu hẹp dẫn đến cơ hội tiếp xúc giữa các phần tử nhiều hơn, quá trình bao bọc khi làm lạnh bằng sáp tốt hơn. Tuy nhiên, bên cạnh đó khả năng tạo thành hạt to cũng tăng lên, thậm chí khó khăn cho quá trình công nghệ. Đặc biệt, trong trường hợp làm bay hết dung môi, nguy cơ mất an toàn tăng lên rõ rệt. Trên cơ sở kết quả thí nghiệm, nghiên cứu lựa chọn tỉ lệ dung môi/thuốc nổ là 3/1 đáp ứng được yêu tố công nghệ và cho chất lượng sản phẩm tốt.

b) Ảnh hưởng của nhiệt độ

Bảng 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ trộn đến công nghệ chế tạo ocfol-5.5.

TT	Nhiệt độ trộn	Hiện tượng xảy ra
1	75 ± 1°C	Tốc độ nóng chảy của hỗn hợp chất thuận hóa chậm, sản phẩm thu được chất thuận hóa chưa tan hết.
2	80 ± 1°C	Tốc độ nóng chảy của hỗn hợp chất thuận hóa chậm, sản phẩm thu được chất thuận hóa chưa bao bọc hoàn toàn hạt thuốc nổ, hỗn hợp không đồng nhất.
3	85 ± 1°C	Tốc độ nóng chảy của hỗn hợp chất thuận hóa nhanh, sản phẩm thu được chất thuận hóa bao bọc hoàn toàn hạt thuốc nổ, hỗn hợp đồng nhất.
4	90 ± 1°C	Tốc độ nóng chảy của hỗn hợp chất thuận hóa nhanh, sản phẩm thu được chất thuận hóa bao bọc hoàn toàn hạt thuốc nổ, hỗn hợp đồng nhất.

Quá trình thuần hoá HMX chỉ đơn thuần là một quá trình biến đổi trạng thái vật lý của các chất thuần hoá qua các giai đoạn: pha rắn nóng chảy - pha lỏng - pha rắn đông đặc. Quá trình đông đặc xảy ra trong môi trường phân tán của hệ gồm các pha rắn - lỏng. Vì vậy, ảnh hưởng của nhiệt độ tới quá trình chuyển pha không giống như ảnh hưởng của nhiệt độ tới tốc độ phản ứng hoá học. Nghĩa là, nhiệt độ trong quá trình thuần hoá chỉ có tác dụng làm biến đổi trạng thái vật lý của hỗn hợp chất thuần hoá mà không tham gia vào bất kỳ phản ứng hoá học nào. Chính vì vậy, chỉ cần tiến hành quá trình thuần hoá ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ chảy giọt của chất thuần hoá ($5 \div 10$) °C. Hỗn hợp chất thuần hoá axit stearic (38%), serezin (60%) và bột màu xu đăng vàng (2%) có nhiệt độ nóng chảy khoảng (75 ± 5) °C. Do vậy, tác giả đã tiến hành khảo sát ở nhiệt độ $(75 \div 90)$ °C.

Dựa trên kết quả khảo sát, xét về góc độ kinh tế và an toàn nhóm nghiên cứu lựa chọn tiến hành chế tạo ở nhiệt độ 85 ± 1 °C.

Quá trình làm nguội, nếu hạ nhiệt độ quá nhanh bằng các tác nhân làm lạnh thì thời gian để thực hiện sự bám dính hoàn toàn chất thuần hoá lên bề mặt các hạt HMX là chưa đủ, dễ dàng xảy ra hiện tượng chất thuần hoá bị đông đặc ở ngoài "khoảng trống" giữa các hạt HMX. Khi đó, chất thuần hoá chưa kịp bám dính lên bề mặt các hạt đã bị đông đặc. Vì vậy, trong quá trình thí nghiệm, khi hạ nhiệt độ của hỗn hợp đã thuần hoá nên tiến hành từ từ. Trung bình, thời gian làm nguội thiết bị thuần hoá kéo dài 45 phút (1 °C/phút), nhiệt độ trong bình phản ứng đạt tới nhiệt độ phòng.

c) Ảnh hưởng của chế độ thủy động học

Trong quá trình chế tạo, sự khuấy trộn không những đóng vai trò làm đồng đều khối chất trong bình phản ứng mà nó còn giữ vai trò phân tán đều các hạt HMX đã được thuần hoá, không cho chúng có đủ điều kiện để "đông tụ" lại với nhau thành từng khối. Nếu như không có khuấy trộn hoặc khuấy trộn với tốc độ quá thấp thì pha lỏng có tỷ trọng thấp (serezin - axit stearic - chất tạo màu xu đăng) sẽ nổi lên phía trên, còn HMX có tỷ trọng lớn hơn sẽ chìm xuống phía dưới. Kết quả là chỉ có chất thuần hoá ở phía trên bị đông tụ lại thành từng cục, còn HMX không được thuần hoá vẫn chìm ở phía dưới. Kết quả khảo sát ảnh hưởng của chế độ thủy động lực đến quá trình chế tạo được thể hiện trong bảng:

Bảng 3. Ảnh hưởng của chế độ thủy động học đến công nghệ chế tạo ocfol-5.5.

TT	Tốc độ khuấy	Hiện tượng xảy ra
1	50±5 (vòng/phút)	HMX đọng lại đáy bình, chất thuần hóa vón cục
2	100±5 (vòng/phút)	Đông tụ thành từng cục lớn (có hạt 10 mm)
3	200±5 (vòng/phút)	Vón cục nhỏ, lổn nhổn (hạt lớn 3-4 mm)
4	300±5 (vòng/phút)	Hạt tơi, rời rạc, không dính với nhau (kích thước hạt ≤ 0,8 mm)
5	400±5 (vòng/phút)	Sản phẩm, nguyên liệu bám dính trên thành bình

Như vậy, với kết quả thu được nhóm nghiên cứu lựa chọn khoảng tốc độ khuấy khoảng 300±5 vòng/phút.



a) Sản phẩm đông tụ cục lớn; b) Sản phẩm vón cục nhỏ; c) Sản phẩm hạt tơi rời rạc.

Hình 2. Sản phẩm Ocfol-5.5 ở các chế độ khảo sát.

3.2. Nghiên cứu một số ảnh hưởng của thành phần đến tính năng của ocfol-5.5

3.2.1. Ảnh hưởng của thành phần đến độ nhạy

Kết quả đo độ nhạy của ocfol-5.5 khi thay đổi hàm lượng chất thuần hóa như bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng chất thuần hóa đến độ nhạy và đập.

TT	Tên chất thuần hóa	Hàm lượng, %	Độ nhạy, % nổ
1	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	3	72
2	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	4	48
3	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	4,5	42
4	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	5	36
5	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	5,5	26
6	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	6	14

Từ bảng 4, ta thấy độ nhạy và đập của ocfol-5.5 giảm dần khi tăng hàm lượng chất thuần hóa. Độ nhạy của ocfol-5.5 có giá trị từ (14÷48)% là phù hợp, bởi so với các hỗn hợp thuần hóa khác như A-IX-1 có độ nhạy (25÷35)%, hàm lượng chất thuần hóa của ocfol-5.5 tương đương của A-IX-1. HMX chưa thuần hóa có độ nhạy nổ từ (88÷100)%, không thể nén ép tạo hình được. Sau khi thuần hóa, độ nhạy và đập giảm xuống. Cơ chế giảm nhạy khi thêm chất thuần hóa vào có thể được giải thích là do nhiệt độ nóng chảy của chất thuần hóa thấp hơn thuốc nổ, khi nóng chảy sẽ thu nhiệt sinh ra do xung kích thích từ bên ngoài như va đập hay ma sát (bản chất kích nổ do va đập hay ma sát có nguồn gốc từ nhiệt). Chất thuần hóa có khả năng bôi trơn tốt nên phân tán nội ứng suất, giảm thế năng trượt cắt giữa các mặt tinh thể thuốc nổ [12]. Ngoài ra, có thể có phản ứng của chất thuần hóa với sản phẩm phân hủy sinh ra ở các điểm nhiệt [13].

3.2.2. Ảnh hưởng của thành phần đến công nổ

Kết quả đo công nổ của ocfol-5.5 khi thay đổi hàm lượng chất thuần hóa như bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng chất thuần hóa đến công nổ.

TT	Tên chất thuần hóa	Hàm lượng, %	Công nổ, %TNT
1	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	3	141,5
2	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	4	139,2
3	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	5	134,9
4	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	6	131,3

Từ bảng 5, ta thấy công nổ của ocfol-5.5 giảm dần khi tăng dần hàm lượng chất thuần hóa. Điều này là phù hợp với lý thuyết và thực nghiệm [14, 15] về việc ảnh hưởng của chất thuần hóa đến các đặc trưng nổ.

3.2.3. Ảnh hưởng của thành phần đến tốc độ nổ

Kết quả đo tốc độ nổ của ocfol-5.5 khi thay đổi thành phần chất thuần hóa như bảng 6.

Bảng 6. Ảnh hưởng chất thuần hóa đến tốc độ nổ.

TT	Tên chất thuần hóa	Hàm lượng, %	Tốc độ nổ quy đổi (ở mật độ 1,78 g/cm ³), m/s
1	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	3	8944
2	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	4	8983
3	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	5	8779
4	Axit stearic+Serezin+Xu đăng	6	8551

Tốc độ nổ giảm dần khi tăng hàm lượng chất thuần hóa do bản thân chất thuần hóa là chất trơ nên nó cản trở một phần khả năng truyền nổ. Mức độ cản trở khả năng truyền nổ tăng dần khi tăng hàm lượng chất thuần hóa.

Rõ ràng, có mối liên hệ khăng khít giữa hàm lượng chất thuần hóa và tính năng của thuốc nổ.

Nghiên cứu khoa học công nghệ

Tăng hàm lượng chất thuần hoá sẽ làm giảm một số đặc trưng năng lượng và các tính chất khác của thuốc nổ. Nhưng nếu hàm lượng chất thuần hoá quá ít sẽ không đủ để che phủ toàn bộ bề mặt các hạt tinh thể dẫn đến độ nhạy tăng. Sử dụng chất nổ với hàm lượng chất thuần hoá thích hợp sẽ làm tăng hiệu quả và đảm bảo an toàn cho sử dụng. Từ các kết quả nghiên cứu trên có thể thấy để đảm bảo sản phẩm có tốc độ nổ cao đồng thời độ nhạy va đập trong giới hạn cho phép có khả năng sử dụng trên các loại đạn pháo, tác giả xác định hàm lượng HMX tối ưu để chế tạo ocfol-5.5 là (94÷96)%, hàm lượng chất thuần hoá (4÷6)%.

Sản phẩm ocfol-5.5 do nhóm nghiên cứu chế tạo có chỉ tiêu kỹ thuật như bảng sau:

Bảng 7. Chỉ tiêu kỹ thuật ocfol-5.5.

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Ocfol-5.5 do nhóm chế tạo	Ocfol -5.5 (theo tài liệu [11])	A-IX-1	Ghi chú
1	Hàm lượng chất thuần hoá và phụ gia	%	4,56	4÷6	5,5±0,5	
2	Hàm lượng thuốc nổ	%	95,39	94÷96	94,5±0,5	
3	Nhiệt độ nóng chảy thuốc nổ trong hỗn hợp	°C	282,6	-	≥201,0	
4	Hàm ẩm và chất bay hơi	%	0,05	-	≤0,1	
5	Độ nhạy va đập bằng phương pháp Cast	%	24		≤40	
6	Khả năng sinh công bằng phương pháp con lắc xạ thuật	% TNT	139,98	-	120÷139	
7	Tốc độ nổ ở mật độ nén - 1,78 g/cm ³ (quy đổi) - 1,60 g/cm ³ (quy đổi) (hệ số quy đổi M=4310 m.cm ³ /s.g)	m/s	8854,8 8079,0	8670 -	- 7800±300	
8	Độ nén trụ chì (25g)		18,92	-	≥15,0	

Như vậy, có thể thấy toàn bộ các chỉ tiêu kỹ thuật của ocfol-5.5 do nhóm nghiên cứu chế tạo đều có chỉ tiêu tương đương với thông số theo tài liệu của nước ngoài.

4. KẾT LUẬN

Như vậy, dựa trên những nghiên cứu tài liệu trong và ngoài nước, những nghiên cứu thực nghiệm, nhóm nghiên cứu đã xây dựng được chế độ công nghệ tối ưu chế tạo ocfol-5.5 đạt tốc độ cháy tương đương sản phẩm của Nga theo tài liệu [11] và đảm bảo công nổ cao hơn thuốc nổ A-IX-1. HMX được thuần hoá bằng hỗn hợp: axit stearic (38%), serezin (60%) và bột màu xu đăng vàng (2%). Tỷ lệ HMX trong ocfol-5.5 là (94÷96)%, chất thuần hoá là (4÷6)%. Quá trình thuần hoá được thực hiện bằng phương pháp phân tán nhũ tương nước-chất thuần hoá vào huyền phù nước-HMX trong điều kiện khuấy trộn 300±5 v/phút và nhiệt độ ở 85 ± 1 °C, hạ nhiệt từ từ với tốc độ 1 °C/phút. Phương pháp chế tạo thuốc nổ đơn giản và an toàn, có thể thực hiện với mẻ lớn. Kết quả nghiên cứu là cơ sở để ứng dụng nâng cao uy lực đạn, đồng thời nâng cao khả năng, hiệu suất của vũ khí trong tương lai.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Antoine E. D. M. van der Heijden and Richard H. B. Bouma (2004), “Crystallization and characterization of RDX, HMX, and CL-20”, J. Crystal Growth & Design, Vol. 4, No. 5, pp. 999–1007, (2004).

- [2]. G. Levesque; P. Vitello; W. M. Howard, “Hot-spot contributions in shocked high explosives from mesoscale ignition models”, *J. Applied Physics*, **Vol. 113**, No. 23, pp. 54–61, (2013).
- [3]. Chan, S. K., and C. M. Lownds, “Theoretical prediction of the velocity-diameter relation of bubble-sensitized liquid explosives”, *J. Propellants Explosives Pyrotechnics*, **Vol. 8**, No. 6, pp. 184–92, (1983).
- [4]. Cowey K., Day S., Fryer R, “Examination of Wax-Coated RDX by Scanning Electron Microscopy and X Ray Photoelectron Spectroscopy”, *J. Propellants Explosives Pyrotechnics*, **Vol. 10**, No. 3, pp. 61-64, (1985).
- [5]. Jin B., Peng R. F., Chu S. J., Huang Y. M., Wang R, “Study of the Desensitizing Effect of Different [70] Fullerene Crystals on Cyclotetramethylenetetranitramine (HMX)”, *J. Propellants Explosives Pyrotechnics*, **Vol. 33**, No. 6, pp. 454-458, (2008).
- [6]. Manning Th. G., Strauss B. “Reduction of Energetic Filler Sensitivity in Propellants Through Coating”, US Patent 6524706, (2003).
- [7]. Rui Li, Jun Wang, Jin Peng Shen, Cheng Hua, and Guang Cheng Yang, “Preparation and Characterization of Insensitive HMX/Graphene Oxide Composites”, *J. Propellants Explosives Pyrotechnics*, **Vol. 38**, No. 6, pp. 798-804, (2013).
- [8]. An C. W., Guo X. D., Song X. L., Wang Y., Li F. L, “Preparation and Safety of Well-dispersed RDX Particles Coated with Cured HTPB”, *J. Energetic Materials*, **Vol. 27**, No. 2, pp. 118–132, (2009).
- [9]. James Padfield, Matthew D. Ferran, and Audrey Lao Linmei, “Chemical Desensitization of Explosives. Part 1. Effect of Ethyl Centralite on the Properties of an RDX-Based PBX”, *J. Energetic Materials*, **Vol. 32**, No. 2, pp. 105–115, (2013).
- [10]. Silva G., Iha K., Teipel U “Characterization of Polymer Coated RDX and HMX Particles”, *J. Propellants Explosives Pyrotechnics* Vol. **33**, No. 1, pp. 44-50, (2008).
- [11]. А.Ф. Ильющенко, Е.Е. Петюшик, А.Л. Рак, С.Л. Евмененко, Т.А. Молодякова, “Применение в промышленности высокоэнергетических взрывчатых веществ”, справ. Пособие – Минск: Беларуская навука. 283 с, (2017).
- [12]. Chaoyang Zhang, Xin Cao, Bin Xiang, “Understanding the desensitizing mechanism of olefin in explosives: shear slide of mixed HMX-olefin systems”, *J. Molecular model*, **Vol. 18**, No. 4, pp. 1503-1512, (2012).
- [13]. N. P. Loginov, S.N. Surkova, “Effectiveness of phlegmatizers in explosive compositions under mechanical loading”, *J. Combustion, Explosion and shock waves*, **Vol. 42** No. 1, pp. 88-93, (2006).
- [14]. Л. П. Орленко, “Физика взрыва. Том 1”, Москва: Физматлит, (2002).
- [15]. Л. П. Орленко, “Физика взрыва. Том 2”, Москва: Физматлит, (2002).

ABSTRACT

A study on the key characteristics of the explosive mixture ocfol-5.5

HMX is currently one of the most powerful explosives. However, HMX has the drawbacks of being sensitive to impact and friction, having poor compressibility, and being difficult to directly load into various types of weapons. Ocfol-5.5 is a phlegmatized version of HMX, primarily composed of HMX (94-96%) and phlegmatizing agents (4-6%). This paper presents the results achieved in the research and development of ocfol-5.5, the selection of phlegmatizing agents, and the orientation of the manufacturing technology. Optimal manufacturing parameters were selected in a laboratory setting. HMX was phlegmatized using a mixture of stearic acid (38%), ceresin (60%), and Sudan yellow pigment (2%). The phlegmatizing process was carried out by dispersing a water-phlegmatizing agent emulsion into a water-HMX suspension under stirring at 300 rpm and at a temperature of $(85 \pm 1) ^\circ\text{C}$, gradually cooling at a rate of $1 ^\circ\text{C}$ per minute. The paper also identifies factors affecting the explosive and combustion properties of the product. The analysis results indicate that the technical specifications of the ocfol-5.5 produced by the research group are comparable to those published abroad.

Keywords: HMX; Phlegmatizing; Ocfol-5.5.