

Nghiên cứu chế tạo viên đường dùng cho cơ cấu bảo hiểm của ngòi DN-01

Hoàng Văn Hùng^{1, 2*}, Trần Hữu Thành², Nguyễn Văn Hùng²,
Lương Ngọc Linh³, Đoàn Văn Điệp²

¹Học viện Kỹ thuật quân sự, Số 236 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam;

²Viện Thuốc phóng Thuốc nổ, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng, Số 192 Đức Giang, Long Biên, Hà Nội, Việt Nam;

³Viện Vũ khí, Tổng cục Công nghiệp Quốc phòng, Cầu Diễn, Bắc Từ Liêm, Hà Nội, Việt Nam.

*Email: hoanghung.IPE95@gmail.com

Nhận bài: 03/7/2024; Hoàn thiện: 16/9/2024; Chấp nhận đăng: 18/9/2024; Xuất bản: 14/10/2024.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.IPE.2024.118-124>

TÓM TẮT

Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo viên đường dùng cho cơ cấu bảo hiểm của ngòi DN-01. Qua đó, đã xác định được thành phần viên đường gồm saccarozo: (95,0±1,0)%; chất kết dính: (3,0±0,3)%; chất phụ gia chống ẩm: (1,0±0,1)%; độ ẩm, không lớn hơn: 1,0%. Đã tiến hành chế tạo và thử nghiệm viên đường trong ngòi DN-01. Kết quả cho thấy, thời gian mở bảo hiểm trong khoảng (10÷25) phút ở nhiệt độ nước từ (10÷35) °C, đạt yêu cầu theo quy định. Với kết quả nghiên cứu đạt được cho phép khẳng định hoàn toàn có thể làm chủ công nghệ chế tạo viên đường bảo hiểm cho ngòi DN-01 nói riêng và trong cơ cấu bảo hiểm của các loại vũ khí dưới nước nói chung để trang bị lực lượng Hải quân hiện nay.

Từ khóa: Viên đường bảo hiểm; Ngòi-mìn; Thủy lôi; Vũ khí chiến đấu dưới nước.

1. MỞ ĐẦU

Hiện nay, Binh chủng Đặc công đã phát triển các phương pháp tác chiến hiện đại, sử dụng mìn và khối nổ để tiêu diệt mục tiêu dưới nước. Trong đó, ngòi DN-01 là loại ngòi hẹn giờ điện tử có điều khiển, được thiết kế để sử dụng để kích nổ mìn và lượng nổ nhằm đánh phá các mục tiêu như tàu thuyền, nhà giàn, giàn khoan,... Do yêu cầu đặc thù của các loại mìn, thường cần có thời gian trễ để mở bảo hiểm, đây là khoảng thời gian ngắn nhất cho phép các chiến sĩ đặc công cài đặt mìn và rời khỏi trận địa an toàn. Thông thường, thời gian mở bảo hiểm này được đảm bảo bằng các cơ cấu như chốt chì, cơ cấu đồng hồ, cơ cấu thủy lực hoặc viên đường bảo hiểm. Nhưng đối với vũ khí dưới nước người ta thường sử dụng viên đường bảo hiểm trong cơ cấu an toàn.

Ngòi DN-01 là một sản phẩm hoàn toàn mới, không thể tận dụng các bán thành phẩm từ các loại ngòi hiện có. Do đó, quá trình nghiên cứu và chế tạo ngòi DN-01 phải đảm bảo các yêu cầu chiến thuật và kỹ thuật nhằm đạt hiệu quả tối đa trong chiến đấu. Tuy nhiên, vấn đề an toàn cho các chiến sĩ đặc công khi sử dụng vũ khí này cũng là một yếu tố quan trọng được các nhà sản xuất đặc biệt chú trọng trong quá trình nghiên cứu phát triển sản phẩm.

Viên đường bảo hiểm dùng cho ngòi DN-01 cần đạt các tính năng kỹ thuật như bảng 1 sau:

Bảng 1. Tính năng kỹ thuật của viên đường bảo hiểm.

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
1	Thời gian mở bảo hiểm khi lắp viên đường trong ngòi hoặc đồ gá có nguyên lý hoạt động như ngòi	phút	Từ 10 đến 25
2	Kích thước bao	mm	(Ø8 ± 0,2) x (5 ± 0,2) mm
3	Độ bền nén, không nhỏ hơn	N/cm ²	100

Trong giới hạn bài báo này trình bày một số kết quả chính trong nghiên cứu, chế tạo viên đường bảo hiểm dùng cho cơ cấu bảo hiểm của ngòi DN-01.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

- Đối tượng nghiên cứu: Viên đường dùng cho cơ cấu bảo hiểm của ngòi DN-01.

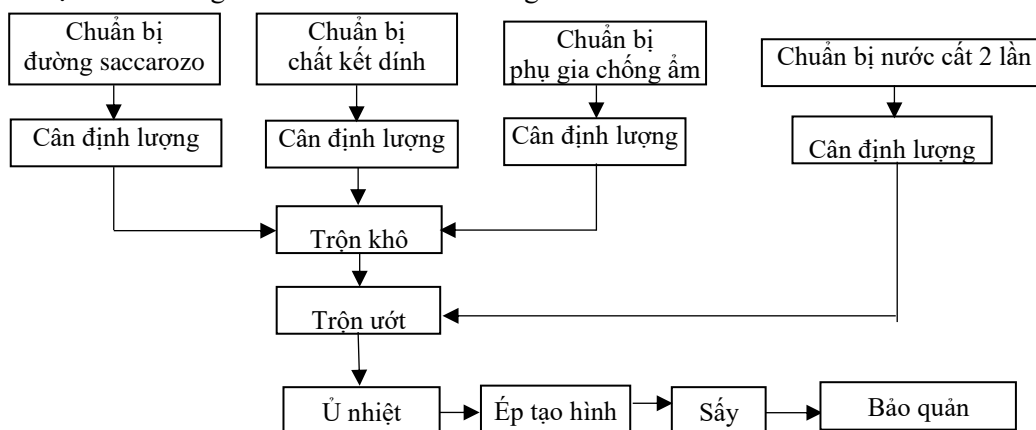
2.2. Vật tư, hóa chất

- Chất kết dính, hàng P, hàm ẩm: $\leq 1,0\%$;
- Đường saccarozo, hàng AR, được nghiền sàng với các khoảng kích thước hạt $(200\div 315)\mu\text{m}$, $(315\div 400)\mu\text{m}$, $(400\div 600)\mu\text{m}$, $(600\div 800)\mu\text{m}$.
- Muối NaCl, hàm lượng NaCl, không nhỏ hơn: 97%;
- Phụ gia chống ẩm, hàng P, hàm ẩm: $\leq 1,0\%$;
- Nước cất 2 lần.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

- *Nghiên cứu đơn thành phần*: Sử dụng các phương pháp phân tích phổ IR, phương pháp phân tích TGA.

- *Chế tạo mẫu*: Viên đường bảo hiểm được nén ép kích thước $(\text{Ø}8 \pm 0,2) \times (5 \pm 0,2)$ mm với khối lượng $(0,35 \pm 0,02)$ g, mật độ ép $(1,41 \div 1,44)$ g/cm³, thời gian lưu áp $(8 \div 10)$ s. Quy trình công nghệ chế tạo viên đường bảo hiểm theo sơ đồ trong hình 1.



Hình 1. Sơ đồ công nghệ viên đường bảo hiểm.



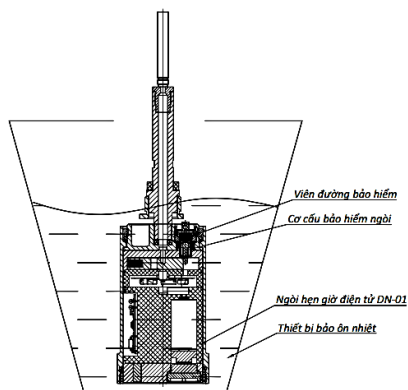
Hình 2. Sản phẩm viên đường bảo hiểm đạt yêu cầu.

- *Phương pháp xác định độ bền nén*: Độ bền nén được xác định bằng theo Quy trình TPTN.ĐBN.QTPT.01 của Viện T.

- *Phương pháp xác định tác động của sự thay đổi nhiệt độ, độ ẩm đến độ bền nén và thời gian mở bảo hiểm*: Sử dụng tủ môi trường, tiến hành chạy thử nghiệm 6 ngày đêm với chu trình $20\text{ }^\circ\text{C} \rightarrow -10\text{ }^\circ\text{C} \rightarrow 20\text{ }^\circ\text{C} \rightarrow +50\text{ }^\circ\text{C}$ thời gian ở mỗi nhiệt độ là 3 h và thời gian chuyển tiếp mỗi nhiệt độ 3 h với độ ẩm môi trường $(80 \div 90)\%$.

- *Phương pháp xác định thời gian tan*: Viên đường bảo hiểm được lắp trong cơ cấu bảo hiểm của ngòi DN-01 thử nghiệm; Thử kín ngòi DN-01 thử nghiệm bằng khí ở áp suất 0,2 atm trong 30 s; Ngòi được để trong nước muối NaCl $(3,1-3,8)\%$ ở tư thế sao cho mức nước trên cơ cấu bảo hiểm

không nhỏ hơn 3 cm (sơ đồ thử nghiệm như hình 3); Thời gian bảo hiểm được tính từ lúc bắt đầu ngâm ngòi xuống nước cho đến khi cơ cấu bảo hiểm mở (còi kêu); Sử dụng đồng hồ bấm giây đo thời gian mở bảo hiểm của cơ cấu bảo hiểm.



Hình 3. Sơ đồ thử nghiệm kiểm tra thời gian mở bảo hiểm.

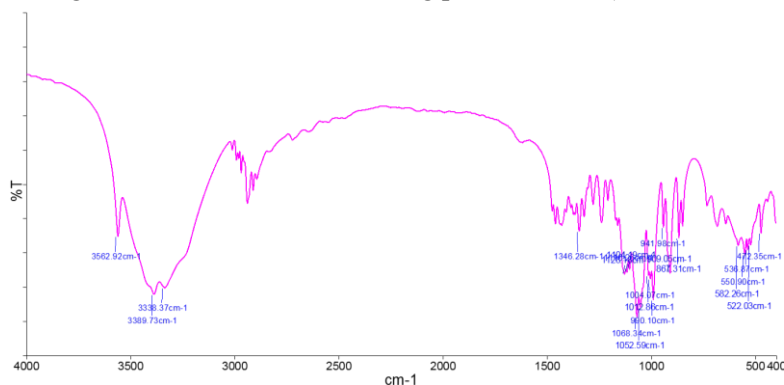
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Nghiên cứu thành phần của viên đường bảo hiểm thủy lôi của Nga

Theo các tài liệu [1, 2], thành phần chính của viên đường thủy lôi là đường sacarozo tinh luyện, ngoài ra có thể có một số phụ gia khác. Để xác định thành phần và tỷ lệ phụ gia có trong viên đường thủy lôi, nhóm nghiên cứu sẽ khảo sát viên đường bảo hiểm của Nga (viên đường bảo hiểm dùng cho thủy lôi K có tính năng tương tự với viên đường bảo hiểm của ngòi DN-01 chỉ khác về hình dạng, kích thước và khối lượng). Từ đó làm cơ sở để nghiên cứu xây dựng đơn thành phần viên đường trong cơ cấu bảo hiểm của ngòi DN-01.

*Phân tích phổ IR:

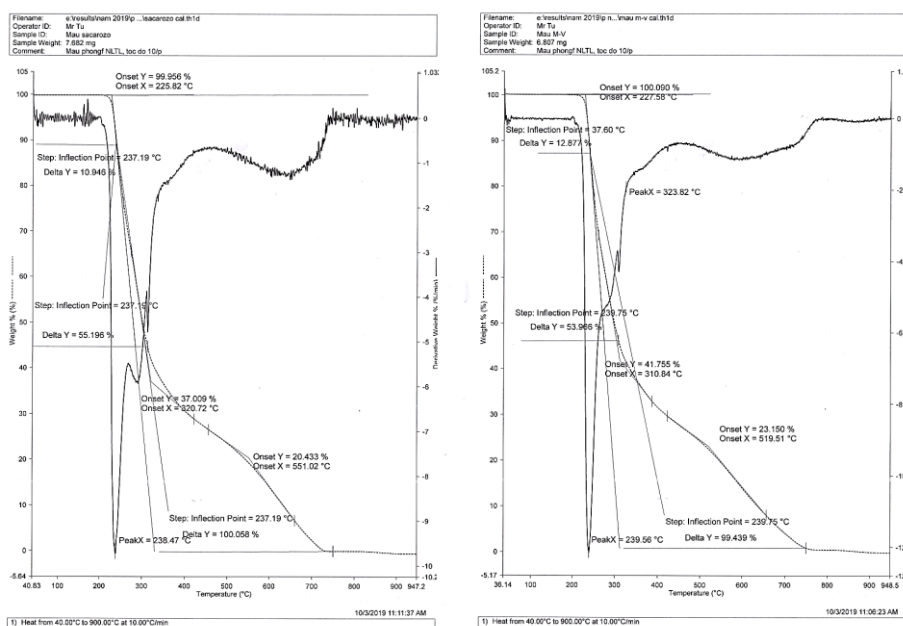
Kết quả phân tích IR cho thấy viên đường bảo hiểm của Nga và mẫu đường saccarozơ là tương đồng với nhau. Phổ IR của mẫu viên đường bảo hiểm có các pic đặc trưng tương tự như sau: pic tại 3562 cm^{-1} là dao động hóa trị của các nhóm -OH độc lập; hai pic rộng tại 3389 cm^{-1} và 3338 cm^{-1} là dao động hóa trị của liên kết hydro trong các nhóm -OH ; các pic trong khoảng $2900 - 3000\text{ cm}^{-1}$ là dao động hóa trị của liên kết C-H sp^3 của các nhóm $\text{-CH}_2\text{-}$; trong khoảng $1430 - 1470\text{ cm}^{-1}$ là dao động biến dạng của các nhóm $\text{-CH}_2\text{-}$; pic có cường độ mạnh tại 1068 cm^{-1} là dao động hóa trị của các nhóm diankyl ete; các pic trong khoảng $1000 - 1300\text{ cm}^{-1}$ là dao động hóa trị của liên kết C-O trong các nhóm ete và ancol bậc 1 và bậc 2 (các nhóm còn lại của chất kết dính có thể giống với saccarozơ hoặc lượng chất kết dính ít, thiết bị không phát hiện được). Phổ IR được trình bày hình 4.



Hình 4. Phổ hồng ngoại IR của viên đường bảo hiểm.

***Phân tích phổ TGA:**

Phân tích phổ TGA với dải nhiệt độ từ (40 ÷ 900) °C với tốc độ gia nhiệt 10 °C/phút gồm mẫu đường sacarozơ(mẫu 1) và mẫu viên đường bảo hiểm (mẫu 2) cho thấy, phổ của 2 mẫu tương đồng với nhau. Nhiệt độ bắt đầu phân hủy từ (226 ÷ 227) °C, ở khoảng nhiệt độ (237 ÷ 239) °C thì khối lượng của mẫu 1 thay đổi là 10,95% và mẫu 2 thay đổi 12,88%, do đó, có thể khẳng định ở nhiệt độ này phụ gia của mẫu 2 đã bị phân hủy, khối lượng khoảng 2%. Tiếp theo ở nhiệt độ từ 237 °C đến 550 °C độ giảm khối lượng tăng mạnh, chứng tỏ 2 mẫu bị phân hủy mạnh do saccarozo bị phân hủy, bên cạnh đó ở khoảng nhiệt độ (520 ÷ 550) °C khối lượng còn lại của 2 mẫu chênh lệch nhau khoảng 2,5%, do đó, ngoài saccarozo phân hủy còn phụ gia phân hủy. Tại nhiệt độ trên 700 °C viên đường bị phân hủy thành khí hoàn toàn. Qua phân tích ở trên có thể dự đoán thành phần hóa học của viên đường thủy lôi gồm có (96 ÷ 97)% đường saccarozo, (3 ÷ 4)% các phụ gia. Nhóm nghiên cứu nhận định phụ gia ở đây gồm chất kết dính và phụ gia chống ẩm.



a) Mẫu đường saccarozo.

b) Viên đường bảo hiểm của Nga.

Hình 5. Kết quả phân tích TGA.

3.2. Nghiên cứu ảnh hưởng của chất kết dính đến đặc tính tan của viên đường bảo hiểm

Căn cứ vào quá trình phân tích thành phần viên đường bảo hiểm cho thủy lôi K ở mục 3.1. Nhóm nghiên cứu tiến hành khảo sát thành phần viên đường nhằm lựa chọn tỉ lệ chất kết dính phù hợp, chế tạo các mẫu viên đường bảo hiểm (theo quy trình công nghệ được trình bày ở mục 2.2). Tỷ lệ chất kết dính được lựa chọn là (0 ÷ 4)% theo khối lượng. Đường saccarozo là loại đường có cỡ hạt từ (600 ÷ 800) µm.

Kết quả ảnh hưởng của chất kết dính đến thời gian mở bảo hiểm được trình bày ở bảng 2:

Bảng 2. Ảnh hưởng của chất kết dính tới thời gian mở bảo hiểm.

Thành phần	M1	M2	M3	M4	M5
Sacarozo,%	98	97	96	95	94
Chất kết dính,%	0	1	2	3	4
Phụ gia chống ẩm,%	1	1	1	1	1
Hàm ẩm,%	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
Thời gian mở bảo hiểm, phút (Viên đường bị vỡ)	3,5,6 (Viên đường bị vỡ)	5,6 (Viên đường bị vỡ)	11	13	13

Kết quả cho thấy, khi sử dụng chất kết dính thời gian mở bảo hiểm của cơ cấu bảo hiểm ở 28 °C, với hàm lượng chất kết dính (0 ÷ 1)% trong thử nghiệm có một số viên đường có hiện tượng bị vỡ vụn do không chịu được được lực nén của lò xo (lò xo lực nén 100 N/cm²) trong cơ cấu bảo hiểm điều này chứng tỏ khi ngòi DN-01 được thả xuống nước, viên đường khi không có chất kết dính hoặc quá ít thì sẽ tan một phần và liên kết cơ học vật lý bị phá vỡ; chất kết dính từ (2 ÷ 4)% thì thời gian bảo hiểm tăng rõ rệt, nhưng ở hàm lượng 4% thì thời gian không tăng.

Qua thử nghiệm, nhóm nghiên cứu nhận thấy thời gian mở bảo hiểm đạt yêu cầu kỹ thuật của ngòi DN-01, khi sử dụng lượng chất kết dính là 3% theo khối lượng là tối ưu nhất.

3.3. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ nước đến thời gian mở bảo hiểm trong cơ cấu bảo hiểm

Tính tan của đường nói chung và của viên đường bảo hiểm nói riêng phụ thuộc nhiều vào nhiều yếu tố bao gồm nhiệt độ nước. Khi đường được đưa vào nước có nhiệt độ cao thì phân tử nước chuyển nhanh hơn quá trình tương tác với phân tử đường nhiều hơn. Do đó, thời gian tan của viên đường bảo hiểm giảm xuống. Để khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ để tính tan của viên đường bảo hiểm, nhóm nghiên cứu lựa chọn thành phần như bảng 3.

Bảng 3. Tỷ lệ các thành phần hóa học chính của viên đường.

TT	Tên thành phần	Tỷ lệ	Yêu cầu
1	Sacarozo	%	95,0 ± 1,0
2	Chất kết dính	%	3,0 ± 0,3
3	Phụ gia chống ẩm	%	1,0 ± 0,1
4	Hàm ẩm, không lớn hơn	%	1,0

Theo [5], các tác giả nghiên cứu về nhiệt độ nước biển tầng mặt vùng biển đông từ dữ liệu viễn thám. Kết quả khảo sát trong nhiều năm (từ năm 2011 - 2020) cho thấy nhiệt độ tại vùng Biển Đông có sự biến động mạnh theo thời gian (sự khác biệt giữa hai mùa gió) và không gian (nhiệt độ tăng dần từ bắc vào nam), số liệu nhiệt độ nước biển tầng mặt vùng Biển Đông dao động trong khoảng giá trị từ 10 °C đến 35 °C nhưng phần lớn giá trị tập chung ở ngưỡng nhiệt độ từ 25 °C đến 30 °C.

Trên cơ sở khảo sát nhiệt độ của bề mặt nước biển, nhóm nghiên cứu đã khảo sát ảnh hưởng nhiệt độ tới tính tan của viên đường bảo hiểm và thời gian mở bảo hiểm trong khoảng nhiệt độ từ 10 °C đến 35 °C. Kết quả được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Ảnh hưởng của nhiệt độ đến thời gian mở bảo hiểm trong cơ cấu bảo hiểm.

TT	Nhiệt độ nước, °C	Thời gian mở bảo hiểm, phút
1	10	20,5
2	15	18,0
3	20	17,5
4	25	15,0
5	30	11,5
6	35	8,0

Qua kết quả thử nghiệm thời gian mở cơ cấu bảo hiểm trong cơ cấu bảo hiểm ngòi DN-01, trong khoảng nhiệt độ từ 10 °C đến 35 °C, ta nhận thấy theo chiều tăng nhiệt độ, thời gian mở bảo hiểm giảm dần. Tại ở khoảng nhiệt độ thử nghiệm của nước là 35 °C thời gian mở bảo hiểm của ngòi DN-01 là 8 phút, còn ở các nhiệt độ khác thời gian mở bảo hiểm đạt yêu cầu theo tính năng, chiến kỹ thuật.

Để đạt yêu cầu theo đúng tính năng, chiến kỹ thuật nhóm nghiên cứu tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng cỡ hạt của đường saccarozo đến thời gian mở bảo hiểm.

3.4. Nghiên cứu ảnh hưởng cỡ hạt của đường saccarozo đến thời gian mở bảo hiểm

Để đánh giá ảnh hưởng của kích thước cỡ hạt của đường saccarozo nhằm đạt yêu cầu tính năng chiến kỹ thuật của ngòi DN-01, nhóm nghiên cứu thay đổi kích thước cỡ hạt trong khoảng 200 μm đến 800 μm . Tiến hành thử nghiệm trong khoảng nhiệt độ 10 $^{\circ}\text{C}$ và 35 $^{\circ}\text{C}$. Kết quả được cho dưới bảng 5.

Bảng 5. Ảnh hưởng của cỡ hạt đường saccarozo đến thời gian mở bảo hiểm.

Kích thước hạt đường, μm	Nhiệt độ nước, $^{\circ}\text{C}$			
	200 - 315	315 - 400	400 - 600	600 - 800
35	15	14	10	8
10	26	24	22	20

Từ kết quả của bảng 5, cho ta thấy thời gian mở bảo hiểm của cơ cấu bảo hiểm trong ngòi DN - 01 tăng dần khi kích thước hạt đường saccarozo giảm dần từ 800 μm xuống 200 μm , điều này hoàn toàn phù hợp với lý thuyết đưa ra. Tuy nhiên, với kích thước hạt nhỏ (200 - 315) μm thời gian mở bảo hiểm của ngòi DN - 01 là giảm không đáng kể và ở nhiệt độ 35 $^{\circ}\text{C}$ thời gian mở bảo hiểm 26 phút ngoài vùng yêu cầu (yêu cầu từ 10 ÷ 25 phút). Bảng 4 ta nhận thấy ở 2 khoảng kích thước hạt (315 - 400) μm và (400 - 600) μm thời gian mở bảo hiểm của ngòi DN - 01 đều đạt yêu cầu kỹ thuật nhưng ở cỡ hạt (400 - 600) μm , với nhiệt độ 35 $^{\circ}\text{C}$ thời gian mở bảo hiểm ở cần dưới. Tuy nhiên, để bảo đảm viên đường bảo hiểm hoạt động tin cậy trong điều kiện môi trường chiến đấu huấn luyện, nhóm nghiên cứu quyết định lựa chọn cỡ hạt đường saccarozo (315 - 400) μm là tối ưu nhất cho viên đường bảo hiểm.

3.5. Nghiên cứu thử nghiệm tác động của sự thay đổi nhiệt độ, độ ẩm đến độ bền nén và thời gian mở bảo hiểm

Sau khi lựa chọn được đơn thành phần và xây dựng được công nghệ chế tạo viên đường bảo hiểm. Để bảo đảm viên đường bảo hiểm hoạt động tin cậy trong điều kiện bảo quản lâu dài tại đơn vị trước khi được đưa ra sử dụng. Nhóm sẽ tiến hành thử nghiệm tác động của sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm đến độ bền nén và thời gian mở bảo hiểm.

Viên đường sẽ được tổng lắp hoàn chỉnh vào ngòi DN-01 thử nghiệm mở bảo hiểm, sau đó được bao gói trong (2 ÷ 3) lớp ni lông kín, tiến hành cho chạy thử nghiệm 6 ngày đêm với chu trình + 20 $^{\circ}\text{C}$ → - 10 $^{\circ}\text{C}$ → + 20 $^{\circ}\text{C}$ → + 50 $^{\circ}\text{C}$ thời gian ở mỗi nhiệt độ là 3 h và thời gian chuyển tiếp mỗi nhiệt độ 3 h với độ ẩm môi trường (80 ÷ 90)%. Sau đó, viên đường bảo hiểm được kiểm tra độ bền nén với tốc độ di chuyển (2 ÷ 3) mm/phút và kiểm tra thời gian mở bảo hiểm của cơ cấu bảo hiểm ở (25 ± 2) $^{\circ}\text{C}$. Kết quả tại bảng 6.

Bảng 6. Thử nghiệm tác động của sự thay đổi nhiệt độ và độ ẩm.

Chỉ tiêu kỹ thuật	Độ bền nén, (N/cm ²)	Thời gian mở bảo hiểm, (phút)
	Viên đường	100
Mẫu viên đường chưa chạy MT	135	16
Viên đường chạy MT	120	15

Từ kết quả thử nghiệm trong bảng 6, với tác động của sự thay đổi nhiệt độ, độ ẩm đến độ bền nén và thời gian mở bảo hiểm không bị ảnh hưởng nhiều, do đó, ta có thể kết luận các liên kết của các hạt đường trong viên đường bảo hiểm không bị ảnh hưởng nhiều bởi nhiệt độ và độ ẩm.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu và thực nghiệm, nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công viên đường với thành phần bao gồm saccarozo: (95,0±1,0)%; chất kết dính: (3,0±0,3)%; chất phụ gia chống ẩm: (1,0±0,1)%; độ ẩm, không lớn hơn: 1%. Viên đường trong cơ cấu bảo hiểm đạt yêu cầu về

tính năng chiến kỹ thuật của ngòi DN-01, với thời gian mở bảo hiểm trong khoảng (10÷25) phút ở nhiệt độ nước từ 10 °C đến 35 °C. Kết quả này khẳng định khả năng làm chủ công nghệ chế tạo viên đường bảo hiểm, đặt nền tảng cho việc sản xuất hàng loạt nhằm thay thế các viên đường trong cơ cấu bảo hiểm của các loại vũ khí dưới nước đang được trang bị trong Quân đội hiện nay.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Кузин В.П., Никольский В.И. Военно-Морской Флот СССР 1945-1991. СПб, “Историческое Морское Общество”.- 653 с, (1996).
- [2]. Морское минное оружие: иллюстрированная энциклопедия. Кн. 1. Минное оружие флота России. ОАО Концерн “Морское подводное оружие – Гидроприбор”. СПб.: Фонд содействия флоту Отечество, (2007).
- [3]. “Военно-инженерная подготовка: учебник”, [И. Ю. Лепешинский и др.]. – Омск: Изд-во ОмГТУ. 444 с, (2013).
- [4]. “Инженерные боеприпасы: Руководство по материальной части и применению (для служебного пользования)”. Книга первая. – М: Военное издательство Министерства обороны СССР. 244 с, (1976).
- [5]. Nguyễn Ngọc Tuấn và cộng sự. “Xu thế phân bố nhiệt độ nước biển tầng mặt vùng Biển Đông từ dữ liệu viễn thám”. Hội nghị khoa học Quốc gia về Công nghệ Địa không gia trong Khoa học Trái Đất và Môi trường, (2021).

ABSTRACT

Investigation into the fabrication of insurance sugar pellets for the safety mechanism of the DN-01 fuze

The study presents the findings from research on the development of sugar pellets utilized in the safety mechanism of the DN-01 fuse. The formulation of the pellets was identified as comprising sucrose: (95.0±1.0)%, binder: (3.0±0.3)%, moisture-resistant additive: (1.0±0.1)% and a moisture content, not exceeding: 1.0%. The production process and experimental validation of the sugar pellets within the DN-01 fuse were successfully completed. The results demonstrate that the activation time of the safety mechanism ranges between 10 and 25 minutes at water temperatures from 10°C to 35°C, fully adhering to established regulatory standards. These results confirm the complete mastery of the technology required for the production of safety sugar pellets for the DN-01 fuse, as well as their broader application within the safety configurations of underwater weapon systems, providing readiness for equipping naval forces.

Keywords: Insurance sugar pellets; Mines-fuses; Torpedoes; Underwater combat weapons.