

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO HỘP TÁI SINH KHÔNG KHÍ TRONG THIẾT BỊ THỞ CÁ NHÂN, SỬ DỤNG TRONG TRƯỜNG HỢP KHẨN CẤP TRÊN TÀU HẢI QUÂN

HÀ NGỌC THIÊN ⁽¹⁾, VŨ TRẦN DƯƠNG ⁽¹⁾, VƯƠNG VĂN TRƯỜNG ⁽¹⁾,
HOÀNG NHƯ KHA ⁽¹⁾, ĐỖ TIẾN TÙNG ⁽¹⁾, NGUYỄN HÙNG THÁI ⁽¹⁾,

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thiết bị thở cá nhân (TBTCN) hay mặt nạ cách ly là khí tài được trang bị, sử dụng để bảo vệ cơ quan hô hấp, mắt, da mặt, cung cấp oxy (tái sinh khí) giúp cho người sử dụng không bị nhiễm độc bởi bất kỳ hỗn hợp khí độc hại trong môi trường không khí, không phụ thuộc vào nồng độ của chúng. TBTCN là một trong những trang bị không thể thiếu của lực lượng làm công tác cứu hộ, cứu nạn, phòng cháy chữa cháy; trong các lực lượng đặc nhiệm chống khủng bố; trong ngành khai thác than, khoáng sản, hầm mỏ, ngành làm việc trong môi trường hóa chất độc hại, nguy cơ cháy nổ cao [1, 2]. Trong lĩnh vực quân sự, thiết bị thở cá nhân trên cơ sở các hỗn hợp hóa học sinh oxy là khí tài được sử dụng chủ yếu cho sĩ quan phòng hóa, thủy thủ Hải quân. TBTCN bao gồm các bộ phận chính là mặt trùm, cụm túi thở hộp tái sinh và hộp đựng bảo quản, trong đó hộp tái sinh là bộ phận quan trọng nhất. Hộp tái sinh chứa cơ cấu khởi động, chất tái sinh. Khi sử dụng, các chất trong hộp tái sinh phản ứng với khí cacbonic và hơi nước trong khí thở của con người, tái tạo lại lượng oxy cần thiết để thở. Vì liên quan tới bí mật công nghệ nên các công trình nghiên cứu về TBTCN (đặc biệt về các TBTCN sử dụng cho các nhiệm vụ đặc thù) ít được phổ biến, các tài liệu chuyên ngành cũng chỉ đề cập ở dạng lý thuyết, nguyên lý chung. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày một số kết quả nghiên cứu chế tạo hộp tái sinh trong thiết bị thở cá nhân cho thủy thủ sử dụng trong trường hợp khẩn cấp trên tàu Hải quân.

2. THỰC NGHIỆM

2.1. Nguyên liệu, hóa chất

NaO₂ (hàm lượng oxy hoạt động trên 31,5%, Nga), KO₂ (hàm lượng oxy hoạt động trên 39,2%, Nga); KHSO₄ (≥ 99%, Merck); bột Al (≥ 97%, Merck); H₂SO₄, H₃PO₄ (Merck); nước cất 2 lần, pH từ 5,6 đến 6,8; CaSiO₃ (≥ 98%, Nga); bột talc Mg₃Si₄O₁₀(OH)₂ (kích thước hạt ≤ 5 μm, Trung Quốc); hạt tái sinh OKCh-1M (hàm lượng oxy hoạt động trên 25%, Nga); hạt tái sinh OKCh-2 (hàm lượng oxy hoạt động trên 25,5%, Nga); hạt tái sinh OKCh-3 (hàm lượng oxy hoạt động trên 25,5%, Nga); hạt tái sinh B2-I (hàm lượng oxy hoạt động trên 29%, Nga); hạt tái sinh Granules I (hàm lượng oxy hoạt động trên 24%, Ấn Độ); KO₂ dạng hạt (hàm lượng oxy hoạt động trên 26%, Trung Quốc); dung dịch môi là hỗn hợp hai axit theo tỷ lệ thể tích gồm dung dịch H₂SO₄ 35%, dung dịch H₃PO₄ 63% và nước là 11 : 44 : 45).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

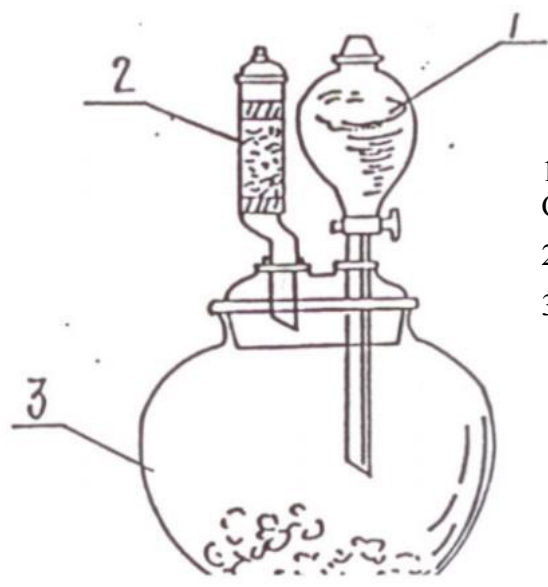
2.2.1. Phương pháp chế tạo bánh khởi động (BKĐ)

Cân định lượng 115g hỗn hợp các thành phần nguyên liệu theo đơn chế tạo gồm KO_2 40% ; NaO_2 14% ; KHSO_4 40,0% ; Al 3,0% ; CaSiO_3 3%. cho vào hộp kín dung tích 1 lít, trộn lắt đều.

Cho toàn bộ hỗn hợp hóa chất ở trên vào khuôn ép tạo hình BKĐ, lực ép 60 Mpa, thời gian ép 20 giây [4]. Bánh khởi động sau khi ép được bảo quản trong hộp kín. Các thao tác được tiến hành trong phòng công nghệ ở nhiệt độ $25 \pm 2^\circ\text{C}$ và độ ẩm dưới 20%.

2.2.2. Phương pháp xác định hàm lượng ôxy hoạt động trong mẫu

- Phương pháp trọng lượng: Lắp hệ phản ứng (hình 1) gồm bình cầu 2 cổ có chứa mẫu (chất tái sinh), một cổ nối với ống thoát khí có chứa silicagel khô, một cổ lắp phễu nhỏ giọt chứa dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ (Coban nitrat đóng vai trò ngăn ngừa sự hình thành hydro peroxit ảnh hưởng đến kết quả xác định hàm lượng oxy hoạt động). Cân khối lượng toàn hệ trước phản ứng, thực hiện phản ứng sinh khí O_2 bằng cách nhỏ từ từ dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ vào bình. Khi phản ứng kết thúc, để nguội cân khối lượng toàn hệ sau phản ứng. Khối lượng chênh lệch của hai lần cân trước và sau phản ứng là khối lượng O_2 thoát ra, từ đó tính được hàm lượng O_2 hoạt động của mẫu.



- 1 - Phễu nhỏ giọt, chứa dung dịch $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 1%, dung tích 10 ml
- 2 - Ống silica gel khô, dung tích 8 ml
- 3 - Bình phản ứng, dung tích 60 ml

Hình 1. Dụng cụ xác định O_2 hoạt động

- Phương pháp thể tích (xác định tổng hàm lượng ôxy hoạt động của BKĐ): Thực hiện trên thiết bị đo thể tích khí LML-2 (kết nối với máy đo lưu lượng khí). Cho mẫu kiểm tra vào buồng phản ứng của thiết bị, bơm vào mẫu 1ml dung dịch môi. Quan sát và ghi lại lượng khí thoát ra thông qua đồng hồ đo lưu lượng khí.

2.2.3. Phương pháp kiểm tra độ kín hộp tái sinh

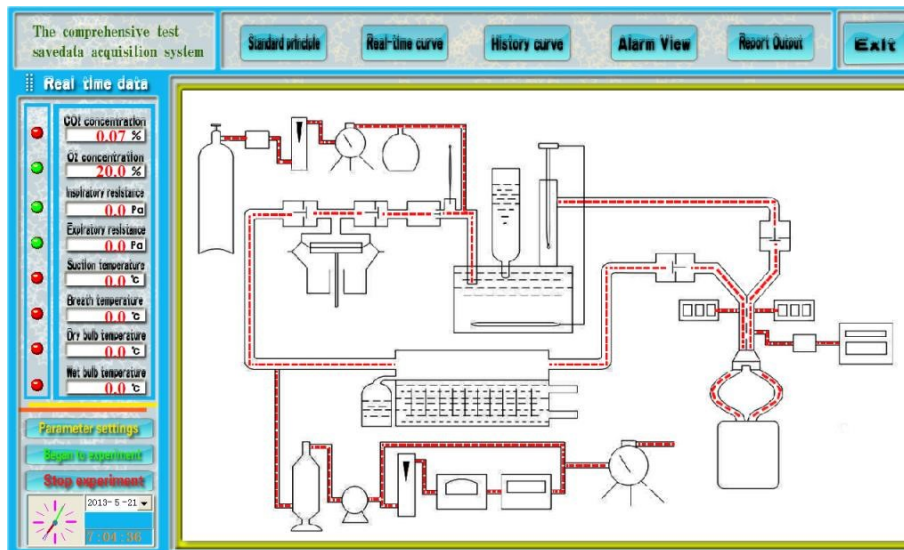
Kiểm tra độ kín hộp tái sinh được thực hiện trên thiết bị đo độ kín TG-FT-10. Hộp tái sinh (đã làm kín) được đặt vào buồng kiểm tra độ kín của thiết bị. Áp suất kiểm tra là $0,25 \text{ kG/cm}^2$ (tương đương 190mmHg), thời gian duy trì áp suất là 15 giây, áp suất giảm xuống không lớn hơn 10mmHg là hộp đạt yêu cầu về độ kín (quan sát đèn tín hiệu trên bảng hiển thị, đèn xanh là đạt tiêu chuẩn “OK”, nếu đèn đỏ là hộp bị hở).

2.2.4. Phương pháp kiểm tra trở lực hộp tái sinh

Kiểm tra trở lực được tiến hành ngay sau khi kết thúc quá trình kiểm tra trên phổi nhân tạo hoặc thử nghiệm với người tình nguyện (khi làm việc với cường độ hoạt động trung bình) ở lưu lượng khí vào 60L/min trên "Thiết bị kiểm tra trở lực". Bật thiết bị kiểm tra trở lực, mở khí nén, duy trì áp suất khí nén trên đồng hồ tổng là 4kG/cm^2 , lưu lượng khí vào ở 60 L/min. Kết nối hộp tái sinh với thiết bị thông qua ống vòi voi, điều chỉnh lưu lượng khí kiểm tra ở 60L/min, đọc kết quả trở lực trên đồng hồ đo.

2.2.5. Thử nghiệm thời gian bảo vệ của hộp tái sinh trên thiết bị phổi nhân tạo (động học phản ứng tái sinh không khí)

Được thực hiện trên thiết bị phổi nhân tạo, sử dụng thiết bị tạo ra khí thở với tần số cơ bóp 25 lần/min, lưu lượng CO_2 là 1,35 lít/phút, lượng khí hút ra 1,45 lít/phút; độ ẩm vào hộp tái sinh 90%-95% giống như khí thở của con người, hệ thống máy tính giám sát liên tục nồng độ CO_2 , O_2 , trở lực, nhiệt độ dưới dạng đồ thị.



Hình 2. Sơ đồ nguyên lý hoạt động thiết bị phổi nhân tạo

Thời gian bảo vệ chính là khoảng thời gian từ khi khởi động đến khi ít nhất 1 trong 2 yếu tố nồng độ CO_2 , O_2 vượt ngưỡng, cụ thể nồng độ $\text{O}_2 < 21\%$; $\text{CO}_2 > 1,5\%$, sau đó tiến hành đo trở lực theo mục 2.2.4.

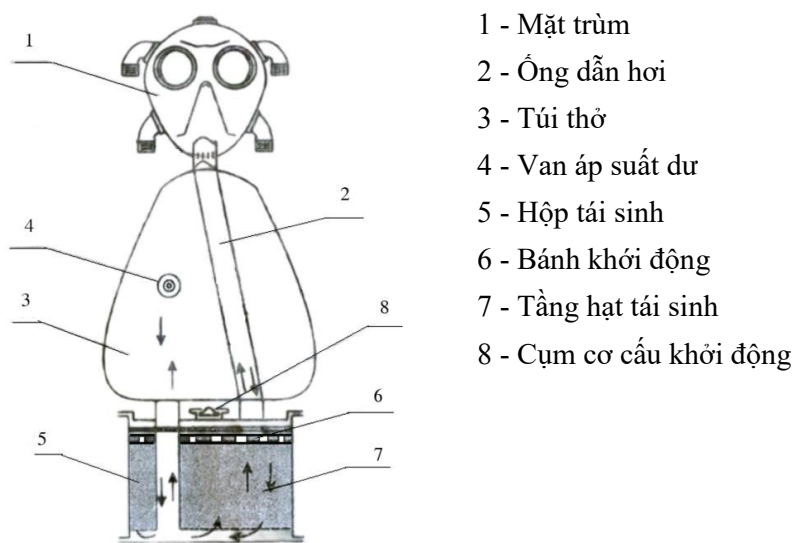
2.2.6. Thử nghiệm khả năng tái sinh không khí với người tình nguyện

Để đánh giá khả năng tái sinh không khí của hộp tái sinh thiết bị thở cá nhân, tiến hành thử nghiệm với người tình nguyện. Người tình nguyện được lựa chọn là những người khỏe mạnh, tiền sử không mắc các bệnh về tim mạch, thần kinh, không sử dụng rượu bia và các chất kích thích 72 giờ trước giờ thử nghiệm và được kiểm tra sức khỏe sơ bộ trước và sau thử nghiệm (đo cân nặng, huyết áp, tần số thở). Cho người tình nguyện thở hoàn toàn bằng thiết bị thở cá nhân ở các chế độ khác nhau: khi thực hiện các công việc với cường độ hoạt động nặng, khi thực hiện các công việc với cường độ hoạt động trung bình; ở trạng thái nghỉ ngơi tương đối yên tĩnh. Đo thời gian thở và đánh giá theo yêu cầu kỹ thuật của thiết bị thở cá nhân [3].

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả nghiên cứu chế tạo bánh khởi động sử dụng trong hộp tái sinh thiết bị thở cá nhân

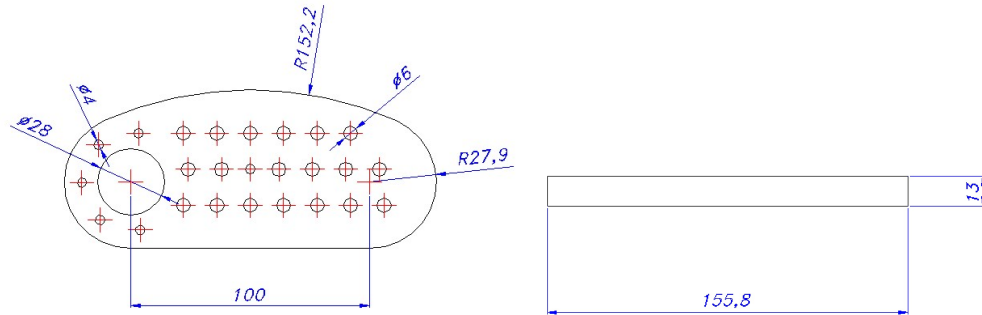
Nguyên lý hoạt động của thiết bị thở cá nhân (ví dụ PĐA, IP-6, HC-12, IP-4M...) diễn ra theo mô hình con lắc điều hòa được thể hiện như sơ đồ hình 3.



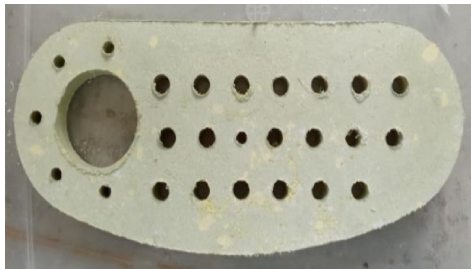
Hình 3. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của thiết bị thở cá nhân

Để bảo đảm cung cấp lượng oxy cần thiết trong những phút đầu tiên và tăng nhanh khả năng tạo oxy trong hộp tái sinh, cần sử dụng ampul khởi động trong cụm khởi động 9. Dung dịch môi trong ampul khởi động phân hủy bánh khởi động tạo ra oxy cung cấp tức thì cho người sử dụng, lượng oxy dư sẽ làm đầy túi thở. Quá trình hít thở diễn ra theo sơ đồ con lắc điều hòa. Khi thở, hỗn hợp khí thở ra theo đường ống dẫn hơi 6 qua BKĐ đi vào hộp tái sinh 6 chứa tầng hạt tái sinh 8 (do đó BKĐ phải được thiết kế có nhiều lỗ thông khí để không khí đi qua khi sử dụng), tại đây nó sẽ hấp thụ khí cacbonic và hơi nước để giải phóng ra một lượng oxy tỷ lệ thuận với lượng chất hấp thụ trong hộp tái sinh, sau đó đi vào túi thở 3. Khi hít vào, hỗn hợp

khí được làm giàu oxy từ túi thở đi theo hướng ngược lại qua hộp tái sinh, tại đây lại được lọc khí carbonic, qua BKĐ sau đó theo đường ống dẫn hơi 6 đến cơ quan hô hấp. Lượng dư hỗn hợp khí được tạo ra (nếu có) khi hộp tái sinh hoạt động mạnh sẽ thoát ra qua van áp suất dư 5 vào môi trường xung quanh. Từ nguyên lý hoạt động của thiết bị thở cá nhân ở trên và các kết quả khảo sát về hình dạng kích thước của BKĐ của thiết bị thở cá nhân kiểu PĐA-E, nhóm nghiên cứu thiết kế BKĐ có hình dạng kích thước như hình 4.



a) Thông số kỹ thuật của bánh khởi động



b) Bánh khởi động trước phản ứng



c) Bánh khởi động sau phản ứng

Hình 4. Hình ảnh thiết kế BKĐ của thiết bị thở cá nhân

BKĐ của thiết bị thở cá nhân được thiết kế có 25 lỗ thông khí khác nhau, có kích thước $\Phi 4,0$ mm và $\Phi 6,0$ mm. Các lỗ thông khí này đảm bảo cho dòng khí đi qua trong quá trình sử dụng mặt nạ. Do đó hỗn hợp chất tái sinh sử dụng chế tạo BKĐ ngoài các yêu cầu cơ bản như: hàm lượng oxy cao trên một đơn vị khối lượng; kịp thời tạo ra lượng hơi nước đủ để kích hoạt tầng tái sinh trong giai đoạn đầu; có độ bền cơ học cao... còn phải đảm bảo giữ được sự ổn định về cấu trúc trong quá trình vận hành. Tiến hành chế thử 03 BKĐ theo quy trình công nghệ mục 2.2.1 trên khuôn mẫu thiết kế như hình 4. Khảo sát các thông số làm việc của BKĐ trên thiết bị đo thể tích khí LML-2 (kết nối với máy đo lưu lượng khí) theo mục 2.3. Các thông số khảo sát gồm: thể tích khí oxy được giải phóng, khoảng thời gian kích hoạt BKĐ, thời gian làm việc của BKĐ. Ngoài ra, mùi khí cùng với hơi nước thoát ra trong quá trình nhà oxy được đánh giá trực tiếp bằng cảm quan. Hình dạng, màu sắc BKĐ sau phản ứng được quan sát, đánh giá bằng mắt thường. Kết quả thử nghiệm được cho trong bảng 1.

Bảng 1. Kết quả thử nghiệm BKĐ theo đơn nghiên cứu [4]

TT	t ₁ , giây	t ₂ , giây	V _{O₂} , lít	Tình trạng BKĐ sau phản ứng	Mùi*
1	2	21	13,6	Giữ được hình dạng	Khí thoát ra có mùi bình thường, luồng khí hít vào ấm, cảm giác dễ chịu
2	2	21	13,6	Giữ được hình dạng	
3	2	21	13,5	Giữ được hình dạng	

t₁: Là khoảng thời gian tính từ lúc dung dịch môi bắt đầu rơi vào BKĐ đến lúc bắt đầu sinh khí ô xy ở BKĐ;

t₂: Là khoảng thời gian tính từ lúc dung dịch môi bắt đầu rơi vào BKĐ đến khi BKĐ phản ứng hoàn toàn;

V_{O₂}: Là thể tích khí oxy được sinh ra từ BKĐ;

* Mùi, hơi nước khi người trực tiếp khí thoát ra trong quá trình nhả ôxy.

Từ kết quả bảng 3 cho thấy BKĐ với thành phần đơn phối liệu gồm: KO₂ 40,0%; NaO₂ 14,0%; KHSO₄ 40,0%; Al 3,0%; CaSiO₃ 3,0% cho thời gian kích hoạt (t₁) là 2 giây, thời gian làm việc (t₂) là 21 giây, khí thoát ra có mùi bình thường, luồng khí hít vào ấm, cảm giác dễ chịu. Bánh khởi động sau phản ứng giữ được trạng thái, cấu trúc ban đầu, các lỗ thông khí không bị ảnh hưởng (không bị bít, hình 4c), sẽ đảm bảo cho dòng khí đi qua dễ dàng. Như vậy thành phần đơn phối liệu và chế độ công nghệ để chế tạo BKĐ mà nhóm nghiên cứu lựa chọn là phù hợp.

3.2. Kết quả nghiên cứu lựa chọn tầng hạt tái sinh cho thiết bị thở PDA-E.VN

Các loại mặt nạ cách ly hiện đại, tầng tái sinh sử dụng các chất tái sinh khác nhau dạng hạt, dạng khối, dạng viên, dạng tấm hay kết hợp giữa chúng,... trong đó dạng hạt là phổ biến hơn cả [3-9]. Tùy theo thời gian tái sinh, mục đích sử dụng mà lựa chọn chủng loại, khối lượng tầng hạt tái sinh phù hợp. Khối lượng chất tầng hạt tái sinh sử dụng cho thiết bị thở cá nhân kiểu PDA-E là 300 g [3]. Để lựa chọn chất hạt tái sinh phù hợp, nhóm nghiên cứu khảo sát các chất hạt tái sinh gồm: hạt tái sinh OKCh-1 (hàm lượng oxy hoạt động trên 25%, phân đoạn chính 3,5-5,5 mm, Nga); hạt tái sinh OKCh-1M (hàm lượng oxy hoạt động trên 25,5%, phân đoạn chính 2,0-3,5 mm, Nga); hạt tái sinh OKCh-3 (hàm lượng oxy hoạt động trên 25,5%, phân đoạn chính 3,5-5,5 mm, Nga); hạt tái sinh OKCh-3M (hàm lượng oxy hoạt động trên 25,5%, phân đoạn chính 2,5-4,0 mm, Nga); hạt tái sinh B2-I (hàm lượng oxy hoạt động trên 29%, phân đoạn chính 2,0-4,0 mm, Nga); hạt tái sinh Granules I (hàm lượng oxy hoạt động trên 23%, phân đoạn chính 3,0-5,0 mm, Ấn Độ); KO₂ dạng hạt (hàm lượng oxy hoạt động trên 26%, phân đoạn chính 2,0-3,5 mm, Trung Quốc). BKĐ được chế tạo theo đơn mục 3.1, khối lượng 115g. Khối lượng chất tầng hạt tái sinh là 300 g. Tiến hành thử nghiệm trên thiết bị phổi nhân tạo ở điều kiện theo mục 2.2.5. Trờ lực hợp tái sinh sau thử nghiệm được đo theo mục 2.4. Kết quả thử nghiệm được cho trong bảng 2.

Bảng 2. Kết quả thử nghiệm trên phổi nhân tạo

TT	Chất tái sinh tầng hạt	Thời gian làm việc của hộp tái sinh, phút	Nhiệt độ bề mặt của hộp tái sinh (đang hoạt động) ^(a) , °C	Trở lực sau khi thử nghiệm, mmH ₂ O	Lượng CO ₂ bị hấp thụ, lít ^(b)	Lượng O ₂ giải phóng, lít ^(b)
1	OKCh-1	28,0	98	40	37,8	51,8
2	OKCh-1M	31,2	99	57	42,1	58,8
3	OKCh-3	30,5	98	40	41,2	58,3
4	OKCh-3M	32,6	98	46	44,0	60,5
5	Granules I	27,8	102	44	37,5	50,1
6	KO ₂ dạng hạt	27,4	104	66	36,9	47,4
7	B2-I	32,4	118	68	42,2	60,2

Ghi chú: ^{a)} Nhiệt độ lớn nhất trên bề mặt hộp tái sinh ghi nhận được;

^{b)} Thể tích CO₂, đọc trực tiếp trên thiết bị phổi nhân tạo ở nhiệt độ và áp suất thí nghiệm (nhiệt độ khoảng 50-60°C), chưa quy về điều kiện tiêu chuẩn, do đó chỉ tiêu này có ý nghĩa tương đối, dùng để so sánh tương đương.

Kết quả bảng 2 cho thấy trở lực hộp tái sinh sau khi thử nghiệm tỷ lệ nghịch với kích thước phân đoạn chính của hạt chất tái sinh; thời gian làm việc của hộp tái sinh (thời gian bảo vệ) tỷ lệ nghịch với kích thước phân đoạn chính của hạt chất tái sinh. Hạt có kích thước ở phân đoạn nhỏ có thời gian bảo vệ dài hơn. Chẳng hạn hạt tái sinh OKCh-3M (phân đoạn chính 2,5-4,0 mm) có thời gian bảo vệ là 32,6 phút so với 30,5 phút của hạt tái sinh OKCh-3 (phân đoạn chính 3,5-5,5 mm). Các chất tái sinh tầng hạt có bản chất hóa học là Kalisuperoxid (đơn 1 đến 6) thì nhiệt độ bề mặt hộp tái sinh khi hoạt động từ 98°C đến 104°C, thấp hơn khá nhiều nhiệt độ bề mặt hộp tái sinh của chất tái sinh B2-I có bản chất hóa học là Natrisuperoxid (đạt 118°C). Đồng thời trở lực hộp tái sinh cũng cao hơn so với các chất tái sinh cùng phân đoạn (hạt tái sinh B2-I có trở lực cao nhất đạt 68 mmH₂O so với 62 mmH₂O khi sử dụng hạt OKCh-1M, 66 mmH₂O khi sử dụng KO₂ dạng hạt hay 46 mmH₂O khi sử dụng hạt OKCh-3M). Điều này được giải thích như sau: do NaO₂ có dung lượng tái sinh lớn hơn (0,43 kg O₂ so với 0,34 kg O₂ trên 1 kg chất) tỏa nhiều nhiệt hơn khi giải phóng 1 lít O₂ (2,46 kcal so với 2,27 kcal). Tuy nhiên hệ tái sinh sử dụng NaO₂ có nhiều phản ứng cạnh tranh trong phản ứng với hơi nước, các sản phẩm rắn tạo thành trên bề mặt ngoài của hạt NaO₂, cản trở phản ứng của các lớp bên trong. Hệ sử dụng NaO₂ tạo lớp phủ NaOH nhanh hơn hệ sử dụng KO₂ vì NaOH có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn KOH (318°C so với 360°C) [6, 10]. Do vậy khi sử dụng hạt tái sinh là BI-2 sản phẩm tạo thành sau phản ứng dễ bị kết dính, làm tăng trở lực hộp tái sinh và có nhiệt độ trên bề mặt hộp tái sinh cao hơn. Từ các kết quả bảng 2 có thể thấy rằng các hạt tái sinh OKCh-1M, OKCh-3 và OKCh-3M có thể sử dụng trong chế tạo thiết bị thở cá nhân. Tuy nhiên, sử dụng hạt tái sinh OKCh-3M là phù hợp nhất, do có thời gian bảo vệ, nhiệt độ bề mặt hộp tái sinh thấp nhất, đồng thời trở lực hộp tái sinh sau thử nghiệm không quá cao (46 mmH₂O).

3.3. Kết quả thử nghiệm với người tình nguyện

Bánh khởi động được chế tạo theo mục 3.1, khối lượng 115 g; tăng hạt sử dụng hạt tái sinh OKCh-3M khối lượng 300 g. Sau đó lắp ráp thiết bị thử cá nhân kiểu PĐA-E theo quy trình công nghệ chế tạo TBTCN. Tiến hành thử nghiệm với người tình nguyện theo mục 2.6. Kết quả thử nghiệm được cho trong bảng 3.

Bảng 3. Kết quả thử nghiệm với người tình nguyện hộp tái sinh TBTCN

TT	Huyết áp, cân nặng trước đeo, mmHg; kg	Huyết áp, cân nặng sau đeo, mmHg;kg	Thời gian làm việc của hộp tái sinh, phút	Nhiệt độ bề mặt của hộp tái sinh (đang hoạt động), °C	Trở lực sau khi đeo, mmH ₂ O	Ghi chú
a. Hoạt động với cường độ cao						
01	105/75 70	105/65 70	14	≤ 97	58	Còn khí
02	115/75 66	110/70 66	18	≤ 98	56	Còn khí
03	120/80 59	120/70 50	20	≤ 91	61	Còn khí
PĐA-E (Nga)	—	—	≥ 7	—	—	
b. Hoạt động với cường độ trung bình (đi bộ)						
04	115/75 68	120/70 68	30	≤ 95	46	Còn khí
05	115/80 64	120/80 64	30	≤ 91	42	Còn khí
06	114/73 62	117/77 62	31	≤ 88	48	Còn khí
PĐA-E (Nga)	—	—	≥ 15	≤ 120	≤ 100	
c. Ở chế độ nghỉ ngơi yên tĩnh						
	120/70 72	120/70 72	66	86	40	Còn khí
	115/80 67	117/80 67	69	89	38	Còn khí
	114/73 60	115/75 60	72	87	40	Còn khí
PĐA-E (Nga)	—	—	≥ 60	—	—	

Tình trạng sức khỏe của những người thử nghiệm trước và sau khi sử dụng hộp tái sinh PĐA-E.VN đều bình thường. Các chỉ tiêu nghiên cứu như thời gian làm việc của hộp tái sinh, trở lực hộp tái sinh tương đương với mẫu đối chứng [3].

4. KẾT LUẬN

- Đã chế tạo được hộp tái sinh trong TBTCN gồm các thành phần chính là bánh khởi động (khối lượng 115g) gồm các thành phần: KO_2 40,0%; NaO_2 14,0%; $KHSO_4$ 40,0%; Al 3,0%; $CaSiO_3$ 3,0%; tầng hạt tái sinh sử dụng là hạt OKCh-3M (khối lượng 300g), hàm lượng oxy hoạt động trên 25,5%, phân đoạn chính 2,5-4,0 mm.

- Đã thử nghiệm khả năng làm việc của hộp tái sinh trong TBTCN trên phổi nhân tạo và với người tình nguyện. Kết quả cho thấy các chỉ tiêu nghiên cứu như thời gian làm việc của hộp tái sinh, trở lực hộp tái sinh tương đương với mẫu đối chứng [3].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Гудков С.В., Дворецкий С.И., Путин С.Б., Таров В.П., *Изолирующие дыхательные аппараты и основы их проектирования*, М.: Машиностроение, 2008, 188 с.
2. Методическая разработка по защите от оружия массового поражения «ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОТ ОМП», Владивосток, 2000.
3. ЦТКЕ.8.045.000.РЭ Портативный дыхательный аппарат ПДА-Э. Руководство по эксплуатации.
4. Vương Văn Trường, Hà Ngọc Thiện, Vũ Trần Dương, Nguyễn Hùng Thái, *Nghiên cứu chế tạo bánh khởi động dùng trong mặt nạ cách ly kiểu tái sinh ô xy*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ nhiệt đới, Số 22, tr.79-87, 5/2021.
5. TU 6 16-2099-76, Изолирующий противогаз ИП-6. Технические характеристики.
6. Stull J.O. and White M.G., *An Engineering Analysis on Control of Breathing Atmospheres Using Alkali Metal Superoxides: An Engineering Analysis, Phase I*, School of Chemical Engineering, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1982.
7. Гладышев Н.Ф., Гладышева Т.В., Дворецкий С.И., Путин С.Б., Ульянова М.А., Ферапонтов Ю.А., *Регенеративные продукты нового поколения: технология и аппаратное оформление*, Издательство Машиностроение-1, Москва, 2007.
8. Гладышев Н.Ф., Гладышева Т.В., Ферапонтов Ю.А., Краснянский М.Н., Таров В.П., Галыгин В.Е., *Получение нового поколения регенеративных продуктов на основе надпероксида калия. Системы и технологии жизнеобеспечения, индикации, химической разведки и защиты человека от негативных факторов химической природы*, Материалы междунар. науч. практ. конф., Тамбов, 2013, с.141-146.

9. Путин С.Б., Гладышев Н.Ф., Гладышева Т.В., Ферапонтов Ю.А., Ферапонтова Л.Л., *Перспективные композиционные материалы для систем регенерации и очистки воздуха обитаемых объектов авиационной и космической техники. Системы и технологии жизнеобеспечения, индикации, химической разведки и защиты человека от негативных факторов химической природы*, Материалы междунар. науч. практ. конф., Тамбов, 2013, с.135-140.
10. Вольнов И.И., *Перекисные соединения щелочных металлов*, М. Наука, 1980, с.160.

SUMMARY

RESEARCH ABOUT THE MANUFACTURING ON THE AIR REGENERATES CONTAINER IN PERSONAL BREATHING APPARATUS

This paper presents some results on manufacturing air regenerative tanks in personal breathing apparatus. The air regenerator tank consists of two main components: the starter part and the regeneration seeds. The starter part has a weight of 115g including the following ingredients: KO₂ 40.0%; NaO₂ 14.0%; KHSO₄ 40.0%; Al 3.0%; CaSiO₃ 3.0%. They have a total working time to provide oxygen gas of 23 seconds, the instantaneous oxygen volume generated reaches 13.6 liters. Regenerating seedbed has a mass of 300g used OKCh-3M seeds with active oxygen content over 25.5%, main fraction 2.5-4.0 mm.

The ability of PĐA-E.VN was confirmed on artificial lung equipment and testing on voluntary people. The working time and the surface temperature of the air regenerator tank are some indicators to evaluate devices. The generation and resistance of the air regenerator are equivalent to the comparison sample as following in the design documents.

Keywords: *Oxygen, oxygen regeneration box, sodium superoxide, potassium superoxide, potassium bisulphate, OKCh-3M.*

Nhận bài ngày 04 tháng 6 năm 2021

Phản biện xong ngày 22 tháng 7 năm 2021

Hoàn thiện ngày 25 tháng 7 năm 2021

(¹) Viện Độ bền nhiệt đới - Trung tâm nhiệt đới Việt - Nga