

Nghiên cứu chế tạo vật liệu HgZn₃ ứng dụng làm điện cực cho pin thủy ngân oxit-kẽm

Nguyễn Văn Bằng^{1*}, Phùng Khắc Nam Hồ¹, Trần Văn Chinh¹,
Nguyễn Văn Tú¹, Nguyễn Thị Hoài Phương²

¹Viện Hóa học - Vật liệu, Viện Khoa học và Công nghệ quân sự, 17 Hoàng Sâm, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam;

²Trung tâm Nhiệt đới Việt-Nga, 63 Nguyễn Văn Huyền, Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam.

*Email: vbnguyenhh@gmail.com

Nhận bài: 15/5/2024; Hoàn thiện: 26/7/2024; Chấp nhận đăng: 12/8/2024; Xuất bản: 25/8/2024.

DOI: <https://doi.org/10.54939/1859-1043.j.mst.97.2024.105-112>

TÓM TẮT

Pin thủy ngân oxit-kẽm trong môi trường kiềm là pin điện hóa sơ cấp được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khoa học công nghệ, y tế, thiết bị hiện trường, ... Để tăng độ bền chống ăn mòn điện cực trong môi trường kiềm cũng như tăng hiệu suất phóng và dung lượng của pin, kẽm cần được hỗn hống hóa. Bài báo này giới thiệu kết quả nghiên cứu chế tạo và đánh giá đặc trưng của vật liệu HgZn₃. Vật liệu được đặc trưng bằng phương pháp nhiễu xạ tia X (XRD), phổ tán xạ năng lượng tia X (EDX), kính hiển vi điện tử (SEM). Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ khối lượng Zn:HgCl₂ phản ứng cho sản phẩm hỗn hống tốt nhất để làm điện cực âm của pin thủy ngân oxit-kẽm là 3:1. Vật liệu có độ tinh thể cao, hàm lượng Hg khoảng 10,8% về khối lượng. Pin xả xuống tới điện áp 0,9 V trong khoảng 209 giờ đạt dung lượng 2823 mAh.

Từ khoá: Pin thủy ngân oxit-kẽm; XRD; EDX; SEM; Dung lượng điện hoá; Hỗn hống.

1. MỞ ĐẦU

Pin thủy ngân oxit-kẽm là pin điện hóa không thể sạc lại, sử dụng dựa theo phản ứng giữa thủy ngân oxit và kẽm trong chất điện ly kiềm, đã được biết đến từ thế kỷ 19, do Clark đề xuất vào năm 1884 nhưng không được sử dụng rộng rãi cho đến năm 1942, khi Samuel Ruben phát triển một pin thủy ngân dạng cấu trúc đĩa, kín. Với những đặc tính nổi bật như năng lượng riêng cao (theo trọng lượng là 100 W.h/kg và theo thể tích 300 W.h/dm³), điện áp ổn định, làm việc trong khoảng rộng (từ -36 đến +70 °C) [1], dòng dò nhỏ (trong khoảng thời gian từ 12 tháng đến hết thời hạn sử dụng, hiệu suất của chúng giảm không lớn hơn 10%), cùng với khả năng chống va đập, bền ăn mòn và khi tiếp xúc với rung động, khả năng chống chọi đáng kể chân không và áp suất tăng cao, pin thủy ngân oxit-kẽm đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khoa học công nghệ và y tế, thiết bị hiện trường (trong thiết bị kiểm tra đo đạc, thiết bị đo liều lượng, thiết bị trợ thính, đồng hồ, hệ thống báo cháy, đầu dò vô tuyến, thiết bị địa vật lý, thiết bị thông tin cấp cứu khẩn,...) [2, 3]. Điện cực dương của pin là thủy ngân oxit, cực âm là kim loại kẽm, sử dụng dung dịch KOH làm chất điện ly [4]. Kẽm trong môi trường kiềm thường phản ứng sinh ra khí, một mặt làm cho lượng kẽm suy giảm mà không phóng điện, mặt khác việc tạo ra khí dẫn đến suy giảm tính chất của pin và khiến pin bị phá hủy [5, 6]. Để khắc phục nhược điểm trên kẽm sử dụng chế tạo cực âm của pin cần phải được hỗn hống.

Hỗn hống là hợp kim của thủy ngân với kim loại khác. Nó có thể ở dạng lỏng, dạng bột nhão hoặc dạng rắn, tùy thuộc vào tỷ lệ thủy ngân. Các hợp kim này được hình thành thông qua liên kết kim loại [7], với lực hút tĩnh điện của các electron dẫn hoạt động để liên kết tất cả các ion kim loại tích điện dương lại với nhau thành cấu trúc mạng tinh thể. Hầu như tất cả các kim loại đều có thể tạo thành hỗn hống với thủy ngân, ngoại trừ sắt, bạch kim, vonfram và tantalum. Hỗn hống có thể thu được bằng nhiều cách khác nhau, mỗi một cách có ưu nhược điểm và ứng dụng cụ thể riêng. Một số phương pháp hỗn hống hoá như: kết hợp trực tiếp các kim loại này với thủy ngân, hoặc bằng điện phân các muối kim loại sử dụng một cathode thủy ngân hoặc điện phân một muối thủy ngân (mà cathode là kim loại) [8-11]. Ngoài ra, kẽm có thể được hỗn hống trong muối thủy ngân, môi trường axit [12].

Trong nghiên cứu này, trình bày kết quả nghiên cứu chế tạo vật liệu $HgZn_3$ ứng dụng làm điện cực cho pin thủy ngân oxit-kẽm bằng phương pháp sử dụng muối thủy ngân trong môi trường axit. So với phương pháp hỗn hồng hoá trực tiếp từ thủy ngân kim loại thì phản ứng giữa muối thủy ngân và kẽm có thể được kiểm soát tốt hơn, đảm bảo chất lượng và độ tinh khiết của hợp kim $HgZn_3$. Sử dụng muối thủy ngân ít nguy hiểm hơn so với việc thao tác trực tiếp với thủy ngân kim loại, giảm nguy cơ nhiễm độc thủy ngân. Quá trình sử dụng muối thủy ngân thường yêu cầu các điều kiện thao tác an toàn và dễ kiểm soát hơn so với thủy ngân lỏng. Không chỉ vậy muối thủy ngân thường có chi phí thấp hơn thủy ngân kim loại, giúp giảm giá thành sản xuất. Phương pháp này có thể tối ưu hóa việc sử dụng nguyên liệu, giảm lượng thủy ngân cần thiết.

2. THỰC NGHIỆM VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Hóa chất, thiết bị và dụng cụ

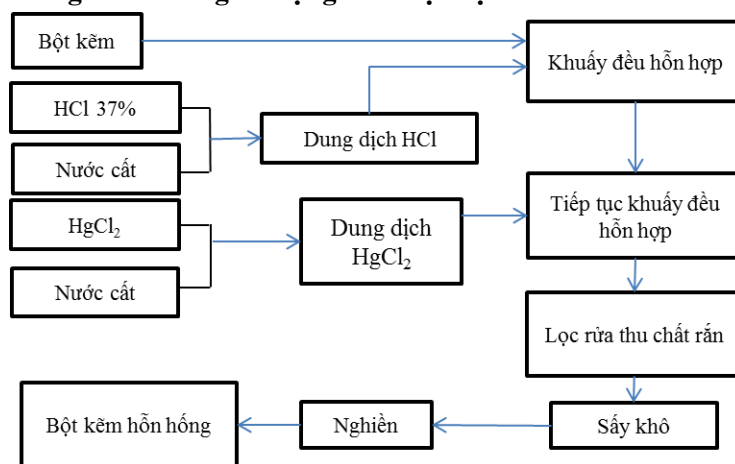
2.1.1. Hóa chất

Axit clohydric (HCl, 37%, Xilong, Trung Quốc); Muối thủy ngân (II) clorua ($HgCl_2$, 99%, sigma aldrich, Mỹ); Bột kẽm (Zn, 99,7%, Werth-Metall, Đức); Nước cất.

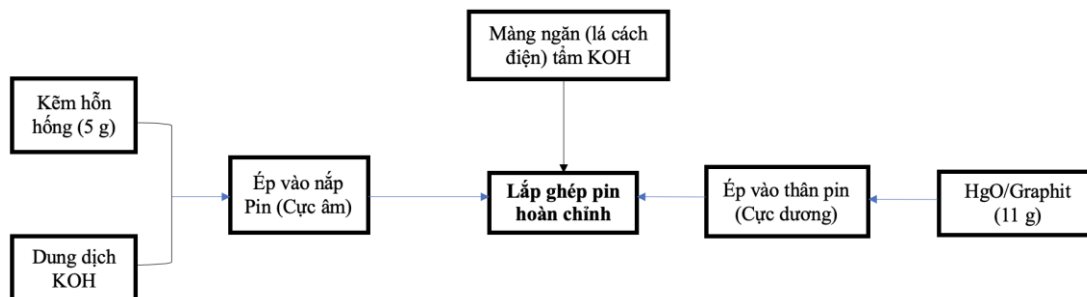
2.1.2. Thiết bị và dụng cụ

Bộ dụng cụ thủy tinh (cốc thủy tinh, đĩa thủy tinh, ống đong, phễu thủy tinh,...), bát sứ, chày sứ, nhiệt kế, bình định mức, máy khuấy từ gia nhiệt (HPS-20, Fcombio-USA, Trung Quốc), tủ hút khí độc (EFB-4A1, Frontier Junior, Singapo), tủ sấy (DHG-9145A, Bluepard, Trung Quốc), máy nghiền bi (VQ-N, Across International, Mỹ), cân phân tích (PA 213, Ohaus-USA, Trung Quốc), khuôn ép viên, máy ép thủy lực (KT10, Đức), hệ kiểm tra pin 8 kênh (BTS4000-5V6A, Neware, Trung Quốc).

2.2. Chế tạo và đánh giá khả năng sử dụng làm điện cực âm của kẽm hỗn hồng



Hình 1. Sơ đồ chế tạo vật liệu $HgZn_3$.



Hình 2. Sơ đồ ghép pin thủy ngân oxit-kẽm.

Tiến hành hỗn hống kẽm 4 mẫu theo sơ đồ hình 1, ký hiệu các vật liệu thu được sau hỗn hống thể hiện trong bảng 1. Các vật liệu chế tạo được sử dụng làm điện cực âm cho pin thủy ngân oxit-kẽm. Sơ đồ chế tạo pin được trình bày trên hình 2. Ký hiệu các pin được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1. Ký hiệu các mẫu vật liệu và pin thủy ngân oxit-kẽm.

TT	Tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl ₂	Ký hiệu vật liệu thu được sau khi hỗn hống	Ký hiệu pin thủy ngân oxit-kẽm
1	5:1	H1	P1
2	4:1	H2	P2
3	3:1	H3	P3
4	2:1	H4	P4

Các mẫu pin tiến hành xả với điện trở ngoài 100 Ohm đến điện áp cuối 0,9 V để xác định các thông số điện hoá.

2.3. Phương pháp đánh giá đặc trưng vật liệu

Hình thái học được xác định theo phương pháp hiển vi điện tử quét SEM và thành phần hóa học được xác định bằng phổ tán xạ năng lượng tia X (EDX) tại Viện khoa học Vật liệu (Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam) trên thiết bị Hitachi S-4800.

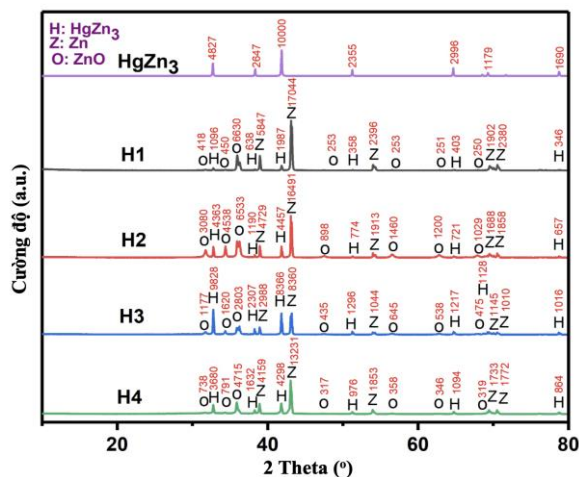
Thành phần pha vật liệu được xác định bằng kỹ thuật nhiễu xạ tia X (XRD) tại Viện Hóa học (Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam) trên thiết bị X'Pert sử dụng nguồn tia X CuK_α với λ = 1,5406 Å, 45 kV, 40 mA, bước quét 0,1 °/s, góc quét từ 10°-80°.

Thông số điện hoá được đo tại Viện Hóa học-Vật liệu (Viện KH&CN quân sự) trên hệ kiểm tra pin 8 kênh BTS4000-5V6A.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Đặc trưng cấu trúc của vật liệu

Hỗn hống kẽm chế tạo theo quy trình như mục 2.2 được phân tích XRD. Kết quả phân tích được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Giản đồ XRD của phổ gốc HgZn₃ và vật liệu chế tạo được với các tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl₂ khác nhau: H1 - 5:1, H2 - 4:1, H3 - 3:1, H4 - 2:1.

Từ giản đồ XRD (hình 3) cho thấy, tất cả các sản phẩm thu được H1, H2, H3, H4 đều xuất hiện các peak đặc trưng của các pha Zn (01-087-0713), ZnO (01-089-7102) và hỗn hống HgZn₃ (00-036-1079) [13]. Như vậy, với các tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl₂ khác nhau đều thu được kẽm hỗn hống. Tuy nhiên, đối với H3, pha hỗn hống HgZn₃ có cường độ mạnh hơn hẳn so với các sản phẩm còn lại, tiêu biểu ở các góc 2θ ~ 32,8°; 38,3°; 41,8°. Chứng tỏ hỗn hống H3 thu được có độ

ting thể cao hơn so với H1, H2, H4. Như vậy, nhóm nghiên cứu đã chế tạo thành công vật liệu HgZn₃, ngoài ra vẫn còn lẫn tạp chất là Zn và ZnO.

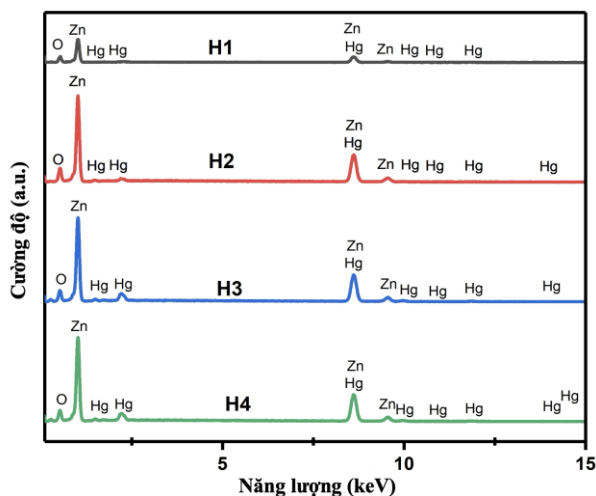
Kết quả phân tích EDX các sản phẩm tổng hợp được thể hiện trên bảng 2 và hình 4. Từ bảng 2 và hình 4 thấy rằng, các sản phẩm H1, H2, H3, H4 thu được đều chứa các nguyên tử Zn, O và Hg, thể hiện có thể đã hình thành hỗn hống kẽm. Trong thành phần sản phẩm hỗn hống có nguyên tử O là do vẫn còn ZnO không bị khử hoàn toàn và một phần kẽm chưa kịp hỗn hống hoá tiếp xúc với oxi trong không khí hình thành oxit kẽm. Kết quả này phù hợp với phân tích XRD ở trên.

Việc vẫn còn ZnO trong hỗn hống có thể ảnh hưởng đến đặc tính sử dụng vật liệu trong chế tạo điện cực. Một lượng vừa phải ZnO có thể tạo ra một lớp bảo vệ trên bề mặt điện cực kẽm, giúp giảm tốc độ ăn mòn của kẽm trong dung dịch điện phân, có thể làm tăng độ cứng và độ bền cơ học của điện cực kẽm, giúp điện cực chống lại sự biến dạng và hư hỏng trong quá trình sử dụng. Điều này có thể làm tăng tuổi thọ của pin. Tuy nhiên, sự hiện diện của ZnO trong hỗn hống có thể làm giảm tính dẫn điện của điện cực kẽm. Điều này có thể dẫn đến giảm hiệu suất của pin, đặc biệt là trong các ứng dụng yêu cầu dòng điện cao. Ngoài ra, ZnO không tham gia vào phản ứng sinh ra điện trực tiếp, do đó, sự hiện diện của ZnO sẽ làm giảm lượng kẽm hoạt động có sẵn trong điện cực. Điều này có thể làm giảm dung lượng pin và thời gian sử dụng trước khi được thay thế.

Bảng 2. Thành phần các nguyên tố trong trong sản phẩm thu được sau phản ứng hỗn hống kẽm.

Nguyên tố	Tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl ₂				Tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl ₂			
	5:1	4:1	3:1	2:1	5:1	4:1	3:1	2:1
	Khối lượng, %				Nguyên tử, %			
O K	29,05	18,24	15,54	16,33	63,43	48,40	45,14	49,75
Zn K	68,89	78,31	73,66	59,52	36,29	50,87	52,35	44,39
Hg M	1,64	3,45	10,80	24,15	0,28	0,73	2,50	5,87
Tổng	100,00							

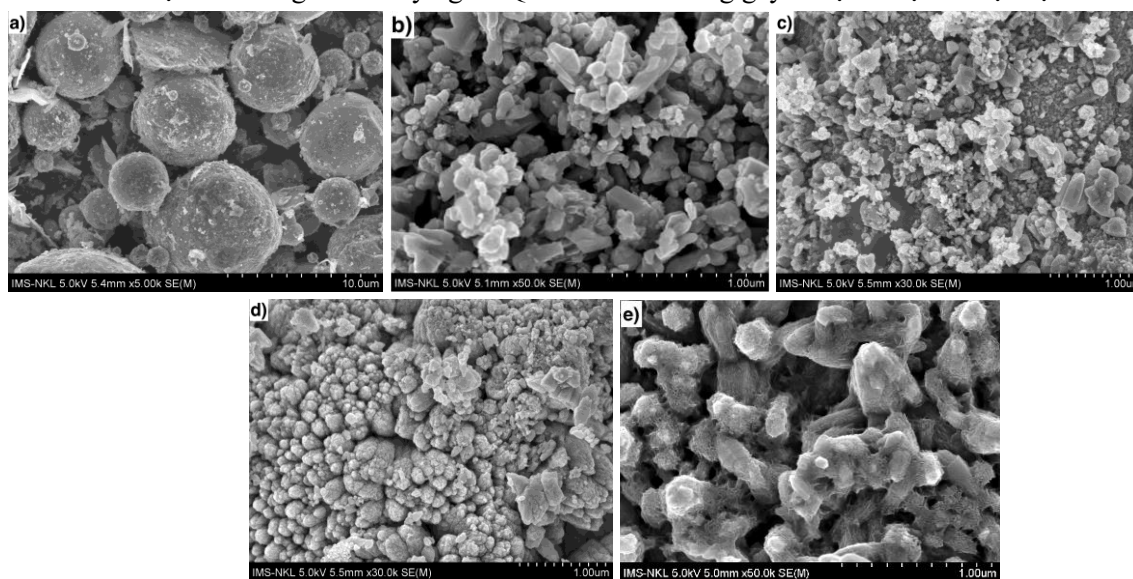
Hàm lượng Hg hình thành đối với từng mẫu là không giống nhau. Mẫu H1, H2 có hàm lượng Hg thấp nhất lần lượt là 1,4 và 3,45% về khối lượng, tiếp theo là H3, H4 với 10,8% và 24,15% về khối lượng. Như vậy, có thể thấy rằng khi hàm lượng HgCl₂ tham gia phản ứng tăng thì lượng Hg tạo ra cũng tăng theo. Theo kết quả phân tích XRD không thấy xuất hiện pha Hg, chứng tỏ lượng Hg trong sản phẩm thu được đều tham gia tạo hỗn hống. Hay nói cách khác lượng HgCl₂ tham gia phản ứng tăng thì lượng hỗn hống tạo ra cũng tăng lên.



Hình 4. Phổ EDX của kẽm hỗn hống với các tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl₂ khác nhau: H1 - 5:1, H2 - 4:1, H3 - 3:1, H4 - 2:1.

Theo các công bố trước đây [14 -16], kẽm hỗn hống dùng làm điện cực âm trong hệ pin thủy ngân oxit-kẽm có hàm lượng thủy ngân chiếm khoảng 10-20% về khối lượng. Ngoài ra, lượng hỗn hống sử dụng làm điện cực âm là cố định, nếu hàm lượng thủy ngân chiếm quá lớn thì lượng kẽm sẽ bị giảm, ảnh hưởng đến hiệu suất phóng điện của pin. Do vậy, mẫu H3 với hàm lượng Hg khoảng 10,8% là phù hợp hơn cả để sử dụng làm điện cực âm của pin thủy ngân oxit-kẽm.

Ảnh chụp SEM của bột kẽm ban đầu và các mẫu hỗn hống chế tạo được trình bày trên hình 5. Bột kẽm có dạng hình cầu (hình 5a), kích thước đồng đều và tương đối lớn so với sản phẩm thu được sau hỗn hống. Trên hình 5b - 5e cho thấy vật liệu chế tạo có kích thước hạt nhỏ hơn nhiều so với bột kẽm ban đầu, tương đối đồng đều, bề mặt lồi lõm do sự phân bố không đồng nhất của thủy ngân trong kẽm. Xuất hiện các hạt nhỏ hoặc cụm hạt hiện rõ trên bề mặt, những hạt này có thể là kẽm hoặc hỗn hống kẽm-thủy ngân. Quá trình hỗn hống gây ra sự kết tụ của vật liệu.



Hình 5. Ảnh SEM của bột kẽm và sản phẩm thu được sau hỗn hống:
a - Bột kẽm; b - H1; c - H2; d - H3; e - H4.

3.2. Đánh giá khả năng sử dụng làm điện cực âm trong pin thủy ngân oxit-kẽm của vật liệu chế tạo

Kết quả đo các thông số điện hoá của P1, P2, P3, P4 được thể hiện trong bảng 3 và hình 6.

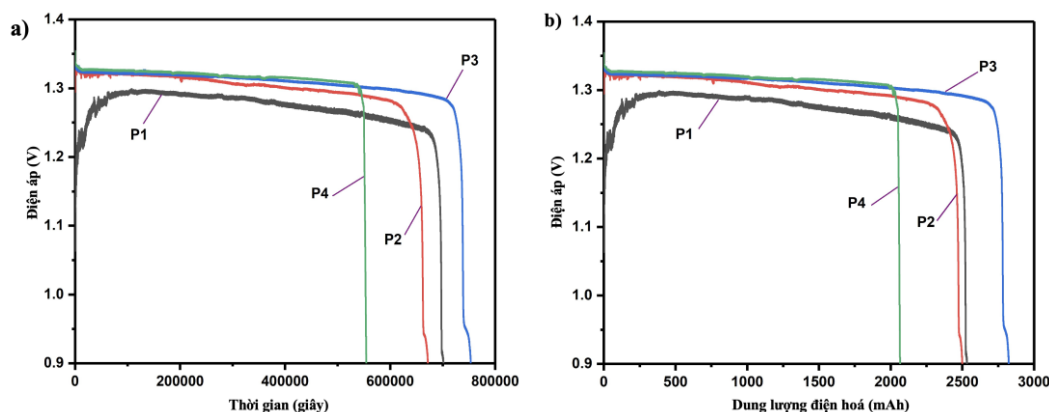
Bảng 3. Kết quả đo các thông số điện hóa của pin thủy ngân oxit-kẽm.

TT	Loại pin	Điện trở xả (Ohm)	Điện áp định mức (V)	Điện áp cuối (V)	Dung lượng điện hoá (mAh)	Thời gian (giờ)
1	P1	100	1,35	0,9	2532	701416
2	P2	100	1,35		2499	671755
3	P3	100	1,35		2823	753562
4	P4	100	1,35		2065	554576

Việc sử dụng kẽm hỗn hống làm điện cực âm thay vì dung kẽm nguyên chất giúp giảm thiểu hiện tượng ăn mòn, giảm sự hình thành hydro và tự phóng điện của kẽm trong môi trường điện hóa. Điều này cải thiện độ bền và tuổi thọ của pin. Trong quá trình xả, kẽm có thể hình thành các cấu trúc tinh thể dạng nhánh (dendrite) có thể gây ngắn mạch và hỏng pin. Hỗn hống kẽm giúp giảm thiểu hiện tượng này, duy trì hiệu suất ổn định và an toàn cho pin. Sự kết hợp của kẽm với thủy ngân trong hỗn hống làm tăng hiệu suất điện hóa của pin. Hỗn hống kẽm có điện thế điện

hóa thấp hơn so với kẽm nguyên chất, làm tăng hiệu suất và dung lượng của pin. Hỗn hống kẽm cải thiện sự phân bố và sử dụng hiệu quả của kẽm trong pin, đảm bảo rằng toàn bộ vật liệu được sử dụng hiệu quả hơn trong quá trình phóng.

Vật liệu $HgZn_3$ thường có cấu trúc mạng tinh thể đặc trưng, ảnh hưởng đến sự phân bố nguyên tử Hg và Zn. Cấu trúc này có thể là cấu trúc lập phương hoặc cấu trúc lục giác. Sự phân bố và liên kết giữa các nguyên tử Hg và Zn trong mạng tinh thể tạo nên các vùng hoạt động điện hóa trên bề mặt điện cực. Cấu trúc tinh thể của $HgZn_3$ với các khoảng trống và khe hở tạo ra diện tích bề mặt lớn, giúp cải thiện khả năng phản ứng điện hóa. Cấu trúc tinh thể ổn định giúp phân bố điện tích đồng đều trên bề mặt điện cực, giảm thiểu sự tích tụ điện tích cục bộ và hiện tượng quá nhiệt.



Hình 6. Biểu đồ điện áp của pin xả tới điện áp 0,9 V:
a - Theo thời gian; b - Theo dung lượng điện hoá.

Các pin sau khi lắp ghép P1, P2, P3, P4 được đo điện áp định mức. Kết quả cho thấy các pin đều đạt điện áp định mức 1,35 V. Từ biểu đồ trên hình 6 cho thấy, trong quá trình xả điện áp pin P1, P2 được duy trì thấp hơn, pin P4 tương đương so với P3. Đồng thời điện áp các mẫu P1, P2, P4 cũng bị sụt giảm nhanh và không ổn định hơn so với P2. Kết quả dung lượng điện hoá các mẫu pin được trình bày trong bảng 3 và đồ thị hình 6 cho thấy các mẫu pin P1, P2, P4 đạt dung lượng lần lượt là 2532, 2499 và 2065 mAh thấp hơn nhiều so với mẫu pin P3 (2823 mAh). Từ kết quả trên thấy rằng P3 đạt các thông số điện hoá tối ưu hơn so với P1, P2, P4 nguyên nhân có thể do P3 sử dụng H3 chứa $HgZn_3$ có độ tinh thể cao, lẫn ít tạp chất hơn so với các mẫu còn lại, hàm lượng Hg trong vật liệu phù hợp sử dụng làm điện cực âm cho pin thủy ngân oxit-kẽm. Ngoài ra, nếu kẽm hỗn hống không đồng nhất có thể dẫn đến sự phân bố không đều của các hạt kẽm, làm ảnh hưởng đến quá trình phản ứng điện hóa và dung lượng pin. Mẫu H3 có sự phân bố đồng nhất hơn giúp tối ưu hóa phản ứng điện hóa và tăng dung lượng của pin. Do đó, vật liệu H3 phù hợp hơn cả để dùng làm điện cực cho pin thủy ngân oxit-kẽm. Nhóm nghiên cứu tiến hành được đo điện trở vật liệu H3 và pin P3 để xác định đặc tính dẫn điện của vật liệu, kết quả được trình bày trong bảng 4.

Bảng 4. Kết quả đo điện trở của vật liệu H3 và pin P3.

	Bột kẽm Zn	H3	P3
Điện trở (Ohm)	0,067	0,012	0,869

Từ bảng 4 cho thấy sau khi được hỗn hống hoá điện trở của vật liệu giảm đi rất nhiều từ 0,067 Ohm xuống 0,012 Ohm, giúp tăng khả năng dẫn điện cho pin khi so với pin sử dụng kẽm chưa được hỗn hống hoá. Điện trở của pin lớn hơn so với vật liệu điện cực âm, điều này là hoàn toàn phù hợp do pin sau khi lắp ghép hoàn chỉnh ngoài điện trở của điện cực âm còn có vỏ, điện cực dương và lá cách điện.

Như vậy, khi sử dụng tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl₂ là 3:1 tham gia phản ứng tạo hỗn hống sẽ thu

được vật liệu (H3) phù hợp nhất để sử dụng làm cực âm cho pin thủy ngân oxit-kẽm để pin đạt được dung lượng lớn nhất. Với những ưu điểm của pin thủy ngân oxit-kẽm đã nêu ở trên, việc đạt được dung lượng lớn, thời gian hoạt động dài sẽ đảm bảo pin được sử dụng làm nguồn điện cho các thiết bị yêu cầu dung lượng lớn, ổn định, hoạt động lâu dài như thiết bị y tế, thiết bị đo lường, đặc biệt là thiết bị liên lạc và định vị hàng không do khả năng hoạt động trong các điều kiện khắc nghiệt và độ ổn định cao.

4. KẾT LUẬN

Bài báo đã trình bày phương pháp chế tạo kẽm hỗn hống, qua khảo sát cho thấy tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl₂ là 3:1 tham gia phản ứng hỗn hống hoá mới thu được vật liệu HgZn₃ có độ tinh thể cao, hàm lượng thủy ngân trong hỗn hống phù hợp sử dụng làm điện cực âm cho pin thủy ngân oxit-kẽm 10,7% về khối lượng. Vật liệu chế tạo được sử dụng làm điện cực âm của pin thủy ngân oxit-kẽm với thành phần 5 g điện cực âm và 11 g điện cực dương (HgO/Graphite). Quá trình xả pin với trở ngoài 100 Ohm để đo đặc các thông số điện hoá so sánh giữa các mẫu pin, cho thấy pin sử dụng điện cực âm được chế tạo từ phản ứng hỗn hống hoá với tỉ lệ khối lượng Zn:HgCl₂ là 3:1 tham gia phản ứng đạt dung lượng lớn nhất so với các mẫu còn lại đạt 2823 mAh. Vật liệu kẽm hỗn hống nhóm nghiên cứu tổng hợp được có khả năng ứng dụng chế tạo điện cực âm cho pin thủy ngân oxit-kẽm.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả cảm ơn sự tài trợ về kinh phí của đề tài cấp Viện Khoa học và Công nghệ quân sự năm 2022.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. D. Linden, T. B. Reddy. “*Handbook Of Batteries third edition*”, New York: McGraw-Hill, (2002).
- [2]. Clive Sparkes, Neville K. Lacey “*A study of mercuric oxide and zinc-air battery life in hearing aids*”. The Journal of Laryngology & Otology, Volume 111, Issue 9, pp. 814 - 819, (1997).
- [3]. Alvin J. Salkind & Samuel Ruben. “*Mercury Batteries for Pacemakers and Other Implantable Devices*”. Batteries for Implantable Biomedical Devices , pp. 261 – 274, (2017).
- [4]. T. R. Crompton. “*Mercury - Zinc and other Mercury Types of Battery*”. Small Batteries, pp. 59 - 110, (1982).
- [5]. Дамье В.Н., Рысухин Н. Ф.. “*Производство первичных химических источников тока*”. М: Высшая Школа, 288 с., (1980).
- [6]. Кромптон Т. “*Первичные источники тока*”. Перевод с англ, М.: Мир, 328 с., (1986).
- [7]. ОАО «Ярославский радиозавод», Портативные, носимые и возимые средства наземной подвижной связи, с 55, (2014).
- [8]. Wolfgang Glaeser. “*Process for preparation of zinc powder for alkaline batteries by amalgamation of zinc powder*”. Patent US4460543A, (1983).
- [9]. Г. Брауэра. “*Руководство по препаративной неорганической химии*”. Издательство, 898 с., (1956).
- [10]. Н. С. Вульфсона. “*Препаративная органическая химия*”. Госхимиздат, 889, (1959).
- [11]. G. Jander stuttgart (Herausgeber). “*Neuere massenanalytische Methoden*”, S. 455, (1956).
- [12]. Б.Д.Сумм, Ю.В.Горюнов, Н.В.Перцов, В.Ю. Траскин, Е.Д.Щукин. “*Физика металлов и металловедение*”. М. : Наука, 757 с., (1962).
- [13]. Puselj, M., Van, Z., Drasner, A., Zeitschrift fuer Naturforschung, Teil B. Anorganische Chemie, Organische Chemie (33,1978-41,1986), 37, 557 - 559, (1982)
- [14]. О.М.Климов. “*Изучение номенклатуры ртутьсодержащих отходов в Российской Федерации с целью их паспортизации*”. Мытищи: НИЦПУРО, 49 с., (2000).
- [15]. Бессонов В.В., Янин Е.П.. “*Ртутьсодержащие приборы и устройства: экологические аспекты производства и использования*”. М.: ИМГРЭ, (2004).
- [16]. Phùng Khắc Nam Hồ, Nguyễn Văn Bằng, Lê Trung Hiếu, Lê Đức Dương, Nguyễn Thị Hoài Phương. “*Khảo sát đặc trưng điện hoá và tính chất vật liệu các điện cực pin đơn RTS-85 định hướng chế tạo bộ nguồn điện hoá cho thiết bị liên lạc cứu hộ khẩn cấp*”. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Thái Nguyên, 228(14), Tr. 90 - 97, (2023).

ABSTRACT

Fabrication of HgZn_3 material and their application as electrodes in mercury oxide-zinc batteries

The mercury oxide-zinc battery is a primary electrochemical cell that operates in an alkaline environment. It finds applications in many disciplines such as science, technology, medicine, and field equipment. In order to improve resistance to electrode corrosion in an alkaline environment and to maximize discharge efficiency and battery capacity, it is necessary to amalgamate zinc. This work described a technique for producing HgZn_3 amalgamated zinc. The research findings indicated that a mass ratio of 3:1 between Zn and HgCl_2 is the most favorable for producing the highest quality amalgamated product to be utilized as the negative electrode in a mercury oxide-zinc battery. The material underwent characterization using X-ray diffraction (XRD), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX), and electron microscopy (SEM). The battery depleted to a voltage of 0.9 V during a span of roughly 209 hours, resulting in a capacity of 2823 mAh.

Keywords: Zinc/mercuric oxide Battery; XRD; EDX; SEM; Primary electrochemical battery; Amalgam.