



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0045890

(51)^{2020.01} H01M 10/12; H01M 10/44

(13) B

(21) 1-2021-00719

(22) 26/10/2018

(86) PCT/CN2018/112132 26/10/2018

(87) WO2020/010754 16/01/2020

(30) 201810746497.X 09/07/2018 CN

(45) 26/05/2025 446

(43) 25/05/2021 398A

(73) TIANNENG BATTERY GROUP CO., LTD. (CN)

No.18 Baoqiao Road, Huaxi Industrial Zone, Changxing County Huzhou, Zhejiang
313100, China

(72) GUO, Zhigang (CN); ZHAO, Haimin (CN); LI, Guifa (CN); ZHANG, Fengbo (CN);
CUI, Haitao (CN); LIU, Yu (CN); DENG, Chengzhi (CN); LI, Ya (CN); SONG,
Wenlong (CN); SHI, Lu (CN).

(74) Công ty TNHH Trường Xuân (AGELESS CO.,LTD.)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT ẮC-QUY CHÌ-AXIT CHỊU NHIỆT ĐỘ THẤP

(21) 1-2021-00719

(57) Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật sản xuất ắc-quy chì-axit, và được bộc lộ là quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp. Quy trình sản xuất gồm: (1) chuẩn bị các tấm điện cực dương và âm, ghép các tấm điện cực dương và âm với tấm cách AGM để tạo thành nhóm cực, và đưa nhóm cực vào bình ắc-quy để chuẩn bị ắc-quy hoàn chỉnh; (2) thêm chất điện phân có nhiệt độ từ -25°C đến 0°C vào bình ắc-quy của ắc-quy hoàn chỉnh; và (3) tạo thành ắc-quy hoàn chỉnh được thêm chất điện phân bằng cách sử dụng dòng điện có mật độ $2\text{-}4\text{ mA/cm}^2$, và chuẩn bị ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các công nghệ sản xuất bình ắc-quy chì-axit, và cụ thể hơn, là đề cập đến quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bình ắc-quy chì-axit đang là một trong những ắc-quy được ứng dụng rộng rãi nhất và có lịch sử hơn 150 năm kể từ khi nó được phát minh vào thế kỷ 19. Trong suốt lịch sử phát triển của ắc-quy chì-axit, những ắc-quy chì-axit cho nhiều mục đích sử dụng khác nhau đã xuất hiện.

Hiện nay, để đáp ứng các yêu cầu về bảo vệ môi trường, chi phí doanh nghiệp, và tối ưu hóa quy trình, phương pháp tạo thành đồ chứa được sử dụng chủ yếu, tuy nhiên, điều này dẫn đến việc ắc-quy có sự suy giảm đáng kể hiệu suất ở nhiệt độ thấp so với trước đây. Hiệu suất kém ở nhiệt độ thấp của ắc-quy sẽ ảnh hưởng tới việc sử dụng ắc-quy, đặc biệt là bộ dự trữ năng lượng và những ắc-quy điện (thông thường không có bất kỳ biện pháp đặc biệt nào để giữ nhiệt), ở nhiệt độ thấp. Ắc-quy, khi sử dụng tại nhiệt độ thấp, không thể đáp ứng các yêu cầu của người sử dụng khi hiệu suất ở nhiệt độ thấp giảm, do đó ắc-quy sẽ sớm bị hỏng, gây tổn thất cho những người sử dụng và các doanh nghiệp. Điều này đặc biệt xảy ra ở các vùng phía bắc lạnh giá của Trung Quốc nơi mà xe đạp điện thường gặp những vấn đề như là sạc thiếu hoặc quãng đường ngắn. Vì vậy, làm sao để cải thiện hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy đã trở thành một trong những vấn đề kỹ thuật làm khó các nhà sản xuất ắc-quy.

Tiêu chuẩn quốc gia mới GB/T22199-2017, “Valve Regulated Lead-Acid Battery for Pedelecs”, đặt ra các yêu cầu cả về mật độ năng lượng và hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy. Cụ thể, mật độ năng lượng không được nhỏ hơn 36Wh/kg đối với bình ắc-quy chì-axit với dung tích 12Ah trở xuống, và không nhỏ hơn 38Wh/kg đối

với dung tích lớn hơn 12Ah. Đối với công suất nhiệt độ thấp, dung tích nhiệt độ thấp Cd1 tại -18 °C không được nhỏ hơn 0,70C2 tại chu kỳ thứ hai, dung tích nhiệt độ thấp Cd2 tại -10 °C không được nhỏ hơn 0,80C2 tại chu kỳ thứ hai.

Hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy đã thu hút nhiều sự chú ý hơn cùng với tấm cách gỗ được thay thế bởi tấm cách dẻo. Việc đổi sang sử dụng tấm cách dẻo có thể làm giảm hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng lignin chứa trong tấm cách gỗ là yếu tố quan trọng để cải thiện hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy. Sau nhiều năm cải tiến thử nghiệm, các chất xúc tác đã được tìm ra mà có thể cải thiện hiệu suất ở nhiệt độ thấp, bao gồm lignin, natri lignosulfonat, axit humic và idolin, chiết xuất tanin, chất thuộc da tổng hợp và các chất xúc tác hữu cơ khác.

Hiện nay, các nhà sản xuất ắc-quy và sản xuất chất xúc tác tổng hợp đã cải thiện hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy chủ yếu bằng cách điều chỉnh công thức của bột cao chì dương hoặc âm, ví dụ, bari sulfat, muối than, và chất xúc tác hữu cơ được sử dụng kết hợp để cải thiện hiệu suất của ắc-quy. Công thức là điều kiện cần thiết để đảm bảo hiệu suất của ắc-quy trong đó ắc-quy với hiệu suất tốt ở nhiệt độ thấp chỉ có thể được sản xuất khi công thức cho ra hiệu suất ở nhiệt độ thấp tốt. Ví dụ, patent CN103779557A cải thiện khả năng nhận sạc ở nhiệt độ thấp và khả năng phóng điện của ắc-quy bằng cách thêm lignin, axit humic, dăm gỗ bán cacbon, axetylen đen và bari sunfat vào bột cao chì âm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bản chất kỹ thuật của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Phần này không nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ.

Bởi việc tạo thành ắc-quy là quá trình phức tạp, vấn đề về hiệu suất kém ở nhiệt độ thấp của ắc-quy không thể được giải quyết chỉ bằng cách điều chỉnh công thức của

bột cao chì mà không cân nhắc hiệu quả của quá trình tạo thành ắc-quy và thiết kế của ắc-quy, đặc biệt là thiết kế của tấm cách bông thủy tinh hấp phụ (absorbent glass mat - AGM), trên hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy.

Sáng chế nhằm mục đích sản xuất bình ắc-quy chì-axit như vậy với hiệu suất tốt ở nhiệt độ thấp mà có thể sử dụng được khi nhiệt độ thấp.

Để đạt được điều này, sáng chế sử dụng các giải pháp kỹ thuật được mô tả bên dưới.

Quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp bao gồm các bước sau:

(1) chuẩn bị bản cực dương và bản cực âm, ghép bản cực dương và bản cực âm với tấm cách AGM thành bộ bản cực, và đặt bộ bản cực vào bình ắc-quy để chuẩn bị ắc-quy hoàn chỉnh;

(2) thêm chất điện phân có nhiệt độ từ $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ vào bình ắc-quy của ắc-quy hoàn chỉnh; và

(3) thực hiện tạo thành trên ắc-quy hoàn chỉnh được thêm chất điện phân tại mật độ dòng điện ở $2\text{-}4\text{ mA/cm}^2$ để chuẩn bị ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp.

Do hiện tượng nóng lên đột ngột của ắc-quy khi thêm axit, nhiệt độ quá cao sẽ làm tăng đường kính của phần tử keo của chất giãn nở điện cực âm trong axit sulfuric và làm tăng đường kính lỗ của bản cực âm lớn hơn nhiều so với đường kính lỗ trung bình của tấm cách AGM, nên tấm cách AGM khó cung cấp axit cho điện cực âm, qua đó làm giảm hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy. Vì vậy, sáng chế sử dụng chất điện phân lạnh để giảm nhiệt độ của ắc-quy sau khi axit được thêm vào để đảm bảo rằng nhiệt độ của ắc-quy sau khi axit được thêm vào không vượt quá $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ trong quá trình tạo thành ắc-quy còn được kiểm soát bởi quá trình tạo thành dòng điện thấp kết hợp, để chất giãn nở trong bản cực âm được hấp phụ tốt trong các chất hoạt tính âm, cải thiện hoàn toàn hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy.

Tùy chọn, chất điện phân có nhiệt độ từ $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ có thể là $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Nhiệt độ trong quá trình tạo thành ắc-quy được kiểm soát bởi dòng điện trung bình. Mật độ dòng điện quá cao làm tăng nhiệt độ của ắc-quy, và natri lignosulfonat tạo thành các phần tử keo lớn, mà làm tăng đường kính lỗ của bản cực âm và làm giảm hiệu suất của ắc-quy. Dòng điện quá thấp kéo dài thời gian tạo thành, khiến cho không thể đáp ứng các yêu cầu sản xuất. Tùy chọn, trong bước (3), mật độ dòng điện được duy trì ở $3,5\text{ mA/cm}^2$ ở giai đoạn đầu của sự tạo thành.

Tùy chọn, trong bước (3), sự tạo thành kéo dài trong 60-75 giờ.

Sáng chế có thể cải thiện hơn nữa hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy bằng cách tối ưu hóa công thức của bột cao chì âm. Tùy chọn, bột cao chì âm cho bản cực âm trong bước (1) bao gồm bột cao chì, chất xúc tác điện cực âm, nước, và dung dịch axit sulfuric với mật độ $1,30\text{-}1,40\text{ g/cm}^3$, trong đó dựa trên 100 phần trọng lượng của bột cao chì, xúc tác điện cực âm bao gồm 0,5-1,5 phần bari sulfat, 0,1-0,5 phần muối than, và 0,1-0,2 phần natri lignosulfonat có khối lượng phân tử lớn hơn 1200; và dung dịch axit sulfuric được thêm vào khoảng 9-10 phần và nước được sử dụng khoảng 10-12 phần.

Các nghiên cứu sàng lọc về chất giãn nở hữu cơ cho sáng chế cho thấy rằng so với natri lignosulfonat có khối lượng phân tử nhỏ, natri lignosulfonat có khối lượng phân tử lớn hơn 1200 ít có khả năng khử hấp phụ khỏi chất hoạt tính âm hơn. Vì vậy, sáng chế lựa chọn natri lignosulfonat có khối lượng phân tử cao và tăng một cách thích hợp lượng bổ sung của nó để đảm bảo liều lượng hiệu quả của nó trong bản cực âm.

So với công thức hiện có của bột cao chì âm, bột cao chì âm theo sáng chế chứa nhiều axit hơn từ 10% đến 20%.

Bởi bản cực âm chứa nhiều axit hơn, trọng lượng riêng của chất điện phân được sử dụng có thể được giảm một cách thích hợp để giảm sự tăng nhiệt độ sau khi axit

được thêm vào. Chất điện phân là dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng 1,20-1,30 g/cm³.

Tùy chọn, tấm cách AGM được làm từ màng sợi thủy tinh thứ nhất chồng lên màng sợi thủy tinh thứ hai có đường kính lỗ trung bình lớn hơn màng sợi thủy tinh thứ nhất, với độ dày của màng sợi thủy tinh thứ hai bằng 1/3-1/2 độ dày của tấm cách AGM, và khi được lắp ráp, màng sợi thủy tinh thứ hai được gắn vào bản cực âm.

Bởi vì đường kính lỗ của bản cực âm lớn hơn bản cực dương, bản cực âm ít có khả năng giành axit hơn bản cực dương trong quá trình phóng điện ở nhiệt độ thấp. Theo cách này, mặt của tấm cách AGM có đường kính lỗ lớn hơn hướng về phía bản cực âm, mà tạo điều kiện thuận lợi cho sự khuếch tán của axit trong tấm cách đến điện cực âm và đảm bảo cung cấp axit đến bản cực âm trong quá trình phóng điện ở nhiệt độ thấp. Đường kính lỗ của màng sợi thủy tinh có thể được điều chỉnh bằng cách cung cấp sợi.

Tùy chọn, đường kính lỗ trung bình của màng sợi thủy tinh thứ nhất nhỏ hơn 4 μm , và đường kính lỗ trung bình của màng sợi thủy tinh thứ hai là 5-6 μm .

Để giữ tấm cách tiếp xúc với bản cực dương và bản cực âm, bộ bản cực được lắp ráp với áp suất được duy trì ở 450-600 mmHg.

Hiệu quả đạt được của sáng chế được mô tả dưới đây.

(1) Sáng chế sử dụng chất điện phân làm lạnh trước để giảm sự tăng nhiệt độ của ắc-quy sau khi axit được thêm vào để đảm bảo rằng nhiệt độ của ắc-quy sau khi axit được thêm vào không vượt quá 35 °C. Nhiệt độ trong quá trình tạo thành ắc-quy còn được kiểm soát hơn nữa bởi quá trình tạo thành tiếp theo sử dụng dòng điện thấp, nhờ đó tránh được hiện tượng kết tủa chất giãn nở hữu cơ bởi nhiệt độ quá cao sau khi axit được thêm vào và tăng phần tử keo giãn nở hữu cơ, đảm bảo rằng chất giãn nở trong bản cực âm được hấp phụ tốt trong chất hoạt tính âm, và cải thiện hiệu suất ở nhiệt độ

thấp của ắc-quy.

(2) ắc-quy chì-axit được sản xuất theo quy trình sản xuất của sáng chế có hiệu suất ở nhiệt độ thấp được cải thiện hơn 30%, cho thấy giá trị tuyệt vời.

Các khía cạnh khác có thể hiểu được sau khi đọc và hiểu phần mô tả chi tiết

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế được mô tả thêm bên dưới cùng với các phương án, nhưng các phương án được mô tả bên dưới chỉ là các phương án được ưu tiên hơn tất cả các phương án của sáng chế.

Máy sạc/phóng điện được sử dụng trong các phương án là máy sạc/phóng điện từ Jiangsu Jinfan Power Technology Co., Ltd.. Phương pháp theo sáng chế sử dụng các thiết bị có sẵn để lắp ráp, thêm axit, và tạo thành ắc-quy, và sau khi tạo thành, bộ sạc hiện có và hộp làm lạnh sâu được sử dụng để thử nghiệm hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy.

Các ví dụ

Ví dụ 1

1. Chuẩn bị bản cực âm

Công thức của bột cao chì âm bao gồm 100 kg bột cao chì, 1,0 kg bari sulfat, 0,2 kg muội than, 0,15 kg natri lignosulfonat chịu nhiệt cao, 9,0 kg dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng 1,40 g/cm³, và 12 kg nước.

Natri lignosulfonat chịu nhiệt cao là natri lignosulfonat có khối lượng phân tử lớn hơn 1200 mà thu được bằng cách sàng lọc sản phẩm natri lignosulfonat được mua trên thị trường.

Thành phẩm natri lignosulfonat được sử dụng trong đối chứng 1, trong đó phần còn lại giống như trong ví dụ này.

Sau đó, theo quy trình đã có, bột cao chì được trộn, dán trên lưới 20 ô, và được

sấy để thu được bản cực âm.

2. Lắp ráp ắc-quy

Tấm cách AGM một lớp (với đường kính lỗ trung bình 4 μm) được lắp ráp với bản cực dương và bản cực âm đã chuẩn bị trong bước 1 vào ắc-quy. Công thức theo đối chứng 1 được sử dụng làm mẫu so sánh, và ắc-quy được đánh số 1. Ắc-quy đã chuẩn bị với công thức theo ví dụ này được đánh số 2.

3. Việc tạo thành ắc-quy

Dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng 1,25 g/cm^3 được đổ vào ắc-quy số 1, và dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng 1,245 g/cm^3 được đổ vào ắc-quy số 2. Mỗi dung dịch axit sulfuric có nhiệt độ 25 $^{\circ}\text{C}$.

Việc tạo thành ắc-quy được thực hiện ở mật độ dòng điện 5 mA/cm^2 trong 48 giờ.

4. Thử nghiệm ắc-quy ở nhiệt độ thấp

Sau một lần phóng điện ở tốc độ phóng điện 2 giờ ở nhiệt độ phòng, ắc-quy 1 và ắc-quy 2 được thử nghiệm như sau mà không cần sạc:

Nhiệt độ của hộp làm lạnh sâu được duy trì ở -18 $^{\circ}\text{C}$. Sau khi ắc-quy 1 và ắc-quy 2 được đặt trong hộp làm lạnh sâu trong 12 giờ, thời gian phóng điện đến 10,5 V với dòng điện 10 A được thử nghiệm. Kết quả thử nghiệm được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1 Thời gian phóng điện của ắc-quy ở -18 $^{\circ}\text{C}$

	Ắc-quy 1	Ắc-quy 2
Thời gian phóng điện (phút) đến 10,5 V ở 10 A	65	70

Từ kết quả trong Bảng 1, ắc-quy có natri lignosulfonat cải tiến có hiệu suất ở nhiệt độ thấp tốt hơn ắc-quy có natri lignosulfonat chưa cải tiến. Nguyên nhân chính là do khối lượng phân tử tăng, natri lignosulfonat dễ dàng hấp phụ vào bản cực âm hơn

trong quá trình tạo thành ắc-quy, tạo điều kiện cải thiện hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy.

Ví dụ 2

1. Chuẩn bị bản cực âm

Công thức của bột cao chì âm bao gồm 100 kg bột cao chì, 1,0 kg bari sulfat, 0,2 kg muối than, 0,15 kg natri lignosulfonat chịu nhiệt cao, 10 kg dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng $1,40 \text{ g/cm}^3$, và 11,4 kg nước.

9,0 kg dung dịch axit sulfuric trong công thức của bột cao chì âm đã được sử dụng trong đối chứng 2, trong đó phần còn lại giống như trong ví dụ này.

Sau đó, theo quy trình đã có, bột cao chì được trộn, dán trên lưới 20 ô, và được sấy để thu được bản cực âm.

2. Lắp ráp ắc-quy

Tấm cách AGM một lớp (với đường kính lỗ trung bình $4 \text{ }\mu\text{m}$) được lắp ráp với bản cực dương và bản cực âm đã chuẩn bị trong bước 1 vào ắc-quy. Công thức theo đối chứng 2 được sử dụng làm mẫu so sánh, và ắc-quy được đánh số 3. Ắc-quy đã chuẩn bị với công thức theo ví dụ này được đánh số 4.

3. Việc tạo thành ắc-quy

Dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng $1,25 \text{ g/cm}^3$ được đổ vào ắc-quy 3, dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng $1,24 \text{ g/cm}^3$ được đổ vào ắc-quy 4, và nhiệt độ của chất điện phân được duy trì ở $-10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Việc tạo thành được thực hiện ở mật độ dòng điện 4 mA/cm^2 trong 60 giờ.

4. Thử nghiệm ắc-quy ở nhiệt độ thấp

Sau một lần phóng điện trong 2 giờ với tốc độ phóng điện ở nhiệt độ phòng, ắc-quy 3 và ắc-quy 4 được thử nghiệm như sau mà không cần sạc:

Nhiệt độ của hộp làm lạnh sâu được duy trì ở $-18 \text{ }^\circ\text{C}$. Sau khi ắc-quy 3 và

ắc-quy 4 được đặt trong hộp làm lạnh sâu trong 12 h, thời gian phóng điện đến 10,5 V với dòng điện 10 A được thử nghiệm. Kết quả thử nghiệm được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2 Thời gian phóng điện của ắc-quy ở -18 °C

	Ắc-quy 3	Ắc-quy 4
Thời gian phóng điện (phút) đến 10,5 V ở 10 A	75	82

Từ kết quả trong Bảng 2, việc sử dụng chất điện phân lạnh làm giảm đáng kể nhiệt độ của ắc-quy sau khi axit được thêm vào, và việc sử dụng mật độ dòng điện thấp hơn làm giảm đáng kể nhiệt độ trong quá trình tạo thành ắc-quy, đảm bảo rằng natri lignosulfonat được thêm vào được hấp phụ hiệu quả vào bản cực âm và cải thiện hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy.

Ví dụ 3

1. Chuẩn bị bản cực âm

Công thức của bột cao chì âm bao gồm 100 kg bột cao chì, 1,0 kg bari sulfat, 0,2 kg muội than, 0,18 kg natri lignosulfonat chịu nhiệt cao, 10,0 kg dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng 1,40 g/cm³, và 11,4 kg nước.

9,0 kg dung dịch axit sulfuric trong công thức của bột cao chì âm được sử dụng trong đối chứng 3, trong đó phần còn lại giống như trong ví dụ này.

Sau đó, theo quy trình đã có, bột cao chì được trộn, dán trên lưới 20 ô, và được sấy để thu được bản cực âm.

2. Lắp ráp ắc-quy

Tấm cách AGM một lớp (với đường kính lỗ trung bình 4 µm) được lắp ráp với bản cực dương và bản cực âm đã chuẩn bị cho đối chứng 3 vào ắc-quy như mẫu so sánh, và ắc-quy được đánh số 5.

Tấm cách AGM hai lớp được sử dụng, trong đó một lớp có đường kính lỗ trung bình 6,0 µm và độ dày bằng 1/3 tổng độ dày của tấm cách, và lớp còn lại là tấm cách

AGM thông thường với đường kính lỗ trung bình $4,0\text{ }\mu\text{m}$ và độ dày bằng $2/3$ tổng độ dày của tấm cách. Mặt của tấm cách AGM với đường kính lỗ lớn hơn hướng về phía bản cực âm đã chuẩn bị với công thức theo ví dụ này để lắp ráp ắc-quy 6-DZM-20. Ắc-quy được đánh số 6.

3. Việc tạo thành ắc-quy

Dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng $1,24\text{ g/cm}^3$ được đổ vào ắc-quy 5 và ắc-quy 6 riêng biệt, và nhiệt độ của chất điện phân được duy trì ở $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Việc tạo thành được thực hiện ở mật độ dòng điện ở $3,5\text{ mA/cm}^2$ trong 68,5 giờ.

4. Thử nghiệm ắc-quy ở nhiệt độ thấp

Sau một lần phóng điện trong 2 giờ với tốc độ phóng điện ở nhiệt độ phòng, ắc-quy 5 và ắc-quy 6 được thử nghiệm như sau mà không cần sạc:

Nhiệt độ của hộp làm lạnh sâu được duy trì ở $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Sau khi ắc-quy 5 và ắc-quy 6 được đặt trong hộp làm lạnh sâu trong 12 giờ, thời gian phóng điện đến 10,5 V với dòng điện 10 A được thử nghiệm. Kết quả thử nghiệm được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3 Thời gian phóng điện của ắc-quy ở $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$

	Ắc-quy 5	Ắc-quy 6
Thời gian phóng điện (phút) đến 10,5 V ở 10 A	86	90

Từ các kết quả trên, việc sử dụng natri lignosulfonat chịu nhiệt cao, tăng axit thích hợp trong bản cực âm, việc sử dụng chất điện phân lạnh nhiệt độ thấp ($-10\text{ }^{\circ}\text{C}$), việc sử dụng tấm cách AGM hai lớp, và việc bố trí mặt có đường kính lỗ lớn hơn hướng về phía bản cực âm, và việc sạc ở dòng điện thấp có thể cải thiện đáng kể hiệu suất ở nhiệt độ thấp của ắc-quy.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp, gồm:

(1) chuẩn bị bản cực dương và bản cực âm, ghép bản cực dương và bản cực âm với tấm cách AGM thành bộ bản cực, và đặt bộ bản cực vào bình ắc-quy để chuẩn bị ắc-quy hoàn chỉnh;

(2) thêm chất điện phân có nhiệt độ từ $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ vào bình ắc-quy của ắc-quy hoàn chỉnh; và

(3) thực hiện việc tạo thành trên ắc-quy hoàn chỉnh được thêm chất điện phân tại mật độ dòng điện ở $2\text{-}4\text{ mA/cm}^2$ để chuẩn bị ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp;

trong đó bột cao chì âm cho bản cực âm trong bước (1) bao gồm bột cao chì, xúc tác điện cực âm, nước, và dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng $1,30\text{-}1,40\text{ g/cm}^3$, trong đó dựa trên 100 phần trọng lượng của bột cao chì, xúc tác điện cực âm bao gồm $0,5\text{-}1,5$ phần bari sulfat, $0,1\text{-}0,5$ phần muội than, và $0,1\text{-}0,2$ phần natri lignosulfonat có khối lượng phân tử lớn hơn 1200; và dung dịch axit sulfuric được thêm vào khoảng 9-10 phần và nước được sử dụng khoảng 10-12 phần;

trong đó tấm cách AGM được làm từ màng sợi thủy tinh thứ nhất chồng lên màng sợi thủy tinh thứ hai có đường kính lỗ trung bình lớn hơn màng sợi thủy tinh thứ nhất, với độ dày của màng sợi thủy tinh thứ hai bằng $1/3\text{-}1/2$ độ dày của tấm cách AGM, và khi được lắp ráp, màng sợi thủy tinh thứ hai được gắn vào bản cực âm;

trong đó bộ bản cực được lắp ráp tại áp suất $450\text{-}600\text{ mmHg}$.

2. Quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp theo điểm 1, trong đó chất điện phân có nhiệt độ từ $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ đến $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. Quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp theo điểm 1, trong đó trong bước (3), mật độ dòng điện được duy trì ở $3,5\text{ mA/cm}^2$ ở giai đoạn đầu của sự tạo

thành.

4. Quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp theo điểm 1, trong đó trong bước (3), sự tạo thành kéo dài trong 60-75 giờ.

5. Quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp theo điểm 1, trong đó chất điện phân là dung dịch axit sulfuric với khối lượng riêng 1,20-1,30 g/cm³.

6. Quy trình sản xuất ắc-quy chì-axit chịu nhiệt độ thấp theo điểm 1, trong đó đường kính lỗ trung bình của màng sợi thủy tinh thứ nhất nhỏ hơn 4 μm , và đường kính lỗ trung bình của màng sợi thủy tinh thứ hai là 5-6 μm .