

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 14499-5-2:2025

IEC 62933-5-2:2020

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG LƯU TRỮ ĐIỆN NĂNG –
PHẦN 5-2: YÊU CẦU AN TOÀN ĐỐI VỚI
HỆ THỐNG EES TÍCH HỢP LƯỚI ĐIỆN –
HỆ THỐNG DỰA TRÊN NGUYÊN LÝ ĐIỆN HÓA**

*Electrical energy storage (EES) systems –
Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems –
Electrochemical-based systems*

HÀ NỘI – 2025

Mục lục

	Trang
Lời nói đầu.....	5
1 Phạm vi áp dụng.....	7
2 Tài liệu viện dẫn.....	7
3 Thuật ngữ và định nghĩa.....	9
4 Hướng dẫn cơ bản về an toàn của BESS.....	11
4.1 Quy định chung.....	11
4.2 Phương pháp tiếp cận an toàn BESS.....	12
4.3 Thay đổi về quyền sở hữu, kiểm soát hoặc sử dụng.....	14
5 Xem xét mối nguy.....	15
6 Đánh giá rủi ro hệ thống BESS.....	15
6.1 Cấu trúc BESS.....	15
6.2 Mô tả các điều kiện của BESS.....	16
6.3 Phân tích rủi ro.....	16
6.4 Đánh giá rủi ro ở cấp độ hệ thống.....	18
7 Các yêu cầu cần thiết để giảm thiểu rủi ro.....	18
7.1 Các biện pháp chung để giảm thiểu rủi ro.....	18
7.2 Các biện pháp phòng ngừa thiệt hại cho cư dân xung quanh.....	19
7.3 Các biện pháp phòng ngừa thương tích cá nhân hoặc tổn hại sức khỏe của công nhân và cư dân.....	19
7.4 Thiết kế bảo vệ quá dòng.....	19
7.5 Ngắt kết nối và tắt BESS.....	19
7.6 Vận hành và bảo trì.....	19
7.7 Đào tạo nhân viên.....	19
7.8 Thiết kế an toàn.....	19
7.9 Yêu cầu chung về an toàn BESS.....	19
7.10 Thiết kế an toàn nội tại của BESS.....	20
7.10.1 Bảo vệ khỏi các mối nguy về điện.....	20
7.11 Bộ phận che chắn và các biện pháp bảo vệ.....	24
7.12 Thông tin cho người dùng cuối.....	29
7.13 Quản lý an toàn vòng đời sản phẩm.....	30
8 Thử nghiệm và xác nhận hệ thống.....	36
8.1 Quy định chung.....	36
8.2 Thử nghiệm và xác nhận BESS.....	39
9 Hướng dẫn và tài liệu kỹ thuật.....	48
Phụ lục A (tham khảo) Các mô hình sở hữu BESS.....	49
Phụ lục B (tham khảo) Các mối nguy và rủi ro của BESS.....	50

TCVN 14499-5-2:2025

Phụ lục C (tham khảo) Thử nghiệm cháy quy mô lớn trên BESS	72
Phụ lục D (tham khảo) Phương pháp thử nghiệm bảo vệ khỏi các mối nguy phát sinh từ môi trường .	74
Phụ lục E (tham khảo) Thông tin xác nhận quản lý an toàn vòng đời sản phẩm BESS	75
Phụ lục F (tham khảo) Biểu báo an toàn BESS.....	77
Phụ lục G (tham khảo) Ví dụ về thử nghiệm để xác minh hoạt động điều khiển nhiệt	78
Thư mục tài liệu tham khảo	79

Lời nói đầu

TCVN 14499-5-2:2025 hoàn toàn tương đương với IEC 62933-5-2:2020;

TCVN 14499-5-2:2025 do Ban kỹ thuật tiêu chuẩn quốc gia TCVN/TC/E18 *Pin và ắc quy* biên soạn, Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam đề nghị, Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ TCVN 14499 (IEC 62933), *Hệ thống lưu trữ điện năng* gồm các tiêu chuẩn sau:

- TCVN 14499-1:2025 (IEC 62933-1:2024), Phần 1: Từ vựng;
- TCVN 14499-2-1:2025 (IEC 62933-2-1:2017), Phần 2-1: Thông số kỹ thuật và phương pháp thử – Quy định kỹ thuật chung;
- TCVN 14499-2-2:2025 (IEC/TS 62933-2-2:2022), Phần 2-2: Thông số kỹ thuật và phương pháp thử – Ứng dụng và thử nghiệm tính năng;
- TCVN 14499-2-200:2025 (IEC/TR 62933-2-200:2021), Phần 2-200: Thông số kỹ thuật và phương pháp thử – Nghiên cứu các trường hợp điển hình của hệ thống lưu trữ điện năng đặt trong trạm sạc EV sử dụng PV;
- TCVN 14499-3-1:2025 (IEC/TS 62933-3-1:2018), Phần 3-1: Hoạch định và đánh giá tính năng của hệ thống lưu trữ điện năng – Quy định kỹ thuật chung;
- TCVN 14499-3-2:2025 (IEC/TS 62933-3-2:2023), Phần 3-2: Hoạch định và đánh giá tính năng của hệ thống lưu trữ điện năng – Yêu cầu bổ sung đối với các ứng dụng liên quan đến nguồn công suất biến động lớn và tích hợp nguồn năng lượng tái tạo;
- TCVN 14499-3-3:2025 (IEC/TS 62933-3-3:2022), Phần 3-3: Hoạch định và đánh giá tính năng của hệ thống lưu trữ điện năng – Yêu cầu bổ sung cho các ứng dụng tiêu thụ nhiều năng lượng và nguồn điện dự phòng;
- TCVN 14499-4-1:2025 (IEC 62933-4-1:2017), Phần 4-1: Hướng dẫn các vấn đề về môi trường – Quy định kỹ thuật chung;
- TCVN 14499-4-2:2025 (IEC 62933-4-2:2025), Phần 4-2: Hướng dẫn các vấn đề về môi trường – Đánh giá tác động môi trường của hồng học pin trong hệ thống lưu trữ điện hóa;
- TCVN 14499-4-3:2025, Phần 4-3: Các yêu cầu bảo vệ đối với hệ thống pin lưu trữ năng lượng theo các điều kiện môi trường;
- TCVN 14499-4-4:2025 (IEC 62933-4-4:2023), Phần 4-4: Yêu cầu về môi trường đối với hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) với pin tái sử dụng;

TCVN 14499-5-2:2025

- TCVN 14499-5-1:2025 (IEC 62933-5-1:2024), Phần 5-1: Xem xét về an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Quy định kỹ thuật chung;
- TCVN 14499-5-2:2025 (IEC 62933-5-2:2020), Phần 5-2: Yêu cầu an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Hệ thống dựa trên nguyên lý điện hóa;
- TCVN 14499-5-3:2025 (IEC 62933-5-3:2017), Phần 5-3: Yêu cầu an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Thực hiện sửa đổi ngoài kế hoạch hệ thống dựa trên nguyên lý điện hóa;
- TCVN 14499-5-4:2025, Phần 5-4: Phương pháp và quy trình thử nghiệm an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Hệ thống dựa trên pin lithium ion.

Hệ thống lưu trữ điện năng –

Phần 5-2: Yêu cầu an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Hệ thống dựa trên nguyên lý điện hóa

Electrical energy storage (EES) systems –

Part 5-2: Safety requirements for grid-integrated EES systems – Electrochemical-based systems

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này chủ yếu mô tả các khía cạnh an toàn cho con người và, khi thích hợp, các vấn đề an toàn liên quan đến môi trường xung quanh và các sinh vật sống đối với các hệ thống lưu trữ năng lượng nối lưới có sử dụng hệ thống con lưu trữ điện hóa.

Tiêu chuẩn an toàn này áp dụng cho toàn bộ vòng đời của BESS (từ thiết kế đến quản lý khi kết thúc vòng đời sử dụng).

Tiêu chuẩn này cung cấp các quy định an toàn bổ sung phát sinh do việc sử dụng hệ thống lưu trữ điện hóa (ví dụ: hệ thống pin) trong các hệ thống lưu trữ năng lượng vượt ra ngoài các xem xét an toàn chung được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1.

Tiêu chuẩn này quy định các yêu cầu an toàn của một hệ thống lưu trữ năng lượng "điện hóa" như một "hệ thống" tổng thể để giảm thiểu rủi ro tổn hại hoặc thiệt hại gây ra bởi các mối nguy của một hệ thống lưu trữ năng lượng điện hóa, phát sinh từ sự tương tác giữa các hệ thống con.

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau đây rất cần thiết cho việc áp dụng tiêu chuẩn này. Đối với các tài liệu viện dẫn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi (nếu có).

TCVN 4255 (IEC 60529), *Cấp bảo vệ bằng vỏ ngoài (mã IP)*

TCVN 6844:2025 (ISO/IEC Guide 51:2014), *Các khía cạnh an toàn – Hướng dẫn để cập khía cạnh an toàn trong tiêu chuẩn*

TCVN 7447 (IEC 60364) (tất cả các phần), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp*

TCVN 14499-5-2:2025

TCVN 7447-4-44 (IEC 60364-4-44), *Hệ thống lắp đặt điện hạ áp. Phần 4-44: Bảo vệ an toàn. Bảo vệ chống nhiễu điện áp và nhiễu điện từ*

TCVN 7699-2-52 (IEC 60068-2-52), *Thử nghiệm môi trường – Phần 2-52: Các thử nghiệm – Thử nghiệm Kb: Sương muối, chu kỳ (dung dịch natri clorua)*

TCVN 9888-2 (IEC 62305-2), *Bảo vệ chống sét – Phần 2: Quản lý rủi ro*

TCVN 10884-1:2015 (IEC 60664-1:2007), *Phối hợp cách điện dùng cho thiết bị trong hệ thống điện hạ áp – Phần 1: Nguyên tắc, yêu cầu và thử nghiệm*

TCVN 14499-1 (IEC 62933-1), *Hệ thống lưu trữ điện năng – Phần 1: Từ vựng*

IEC 60079-13, *Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room "p" and artificially ventilated room "v" (Khí quyển nổ – Phần 13: Bảo vệ thiết bị bằng cách sử dụng phòng kín" và phòng thông gió nhân tạo "v")*

IEC 60079-29 (tất cả các phần), *Explosive atmospheres – Gas detectors (Môi trường khí nổ – Máy dò khí)*

IEC 60079-7:2015, AMD1:2017, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety "e" (Khí quyển nổ – Phần 7: Bảo vệ thiết bị bằng cách tăng cường an toàn "e")*

IEC 60364-6:2016, *Low voltage electrical installations – Part 6: Verification (Hệ thống lắp đặt điện hạ áp – Phần 6: Kiểm tra xác nhận)*

IEC 60812, *Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA) (Phân tích phương thức hỏng và tác động (FMEA và FMECA))*

IEC 61000-1-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 1-2: General – Methodology for the achievement of functional safety of electrical and electronic systems including equipment with regard to electromagnetic phenomena (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 1-2: Quy định chung – Phương pháp luận cho việc đạt được an toàn chức năng của hệ thống điện và điện tử bao gồm thiết bị liên quan đến hiện tượng điện từ*

IEC 61000-6-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-7: Generic standards – Immunity requirements for equipment intended to perform functions in a safety-related system (functional safety) in industrial locations (Tương thích điện từ (EMC) – Phần 6-7: Tiêu chuẩn chung – Yêu cầu miễn nhiễm cho thiết bị dự định thực hiện chức năng trong hệ thống an toàn chức năng (an toàn chức năng) ở các địa điểm công nghiệp*

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA) (Phân tích cây hỏng hóc (FTA))*

IEC 61660-1, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 1: Calculation of short-circuit currents (Dòng ngắn mạch trong hệ thống lắp đặt phụ trợ một chiều ở nhà máy điện và trạm biến áp – Phần 1: Tính toán dòng ngắn mạch)*

IEC 61660-2, *Short-circuit currents in d.c. auxiliary installations in power plants and substations – Part 2: Calculation of effects (Dòng ngắn mạch trong hệ thống lắp đặt phụ trợ một chiều ở nhà máy điện và trạm biến áp – Phần 2: Tính toán tác động)*

IEC 61882, *Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide (Nghiên cứu về mối nguy và khả năng hoạt động (nghiên cứu HAZOP) – Hướng dẫn áp dụng)*

IEC 61936-1:2010, AMD1:2014, *Power installations exceeding 1 kV a.c. – Part 1: Common rules (Hệ thống lắp đặt điện vượt quá 1 kV a.c. – Phần 1: Quy tắc chung)*

IEC 62368-1, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements (Thiết bị audio/video, công nghệ thông tin và truyền thông – Phần 1: Yêu cầu an toàn)*

IEC 62477-1:2012, AMD1:2016, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General (Yêu cầu an toàn đối với hệ thống và thiết bị chuyển đổi điện – Phần 1: Quy định chung)*

IEC 62485-2, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries (Yêu cầu an toàn đối với pin thứ cấp và hệ thống lắp đặt pin – Phần 2: Pin đặt tĩnh tại)*

IEC 62619:2017, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications (Cell và pin thứ cấp chứa điện phân kiềm hoặc các loại không chứa axit khác – Yêu cầu an toàn đối với cell và pin lithium thứ cấp dùng trong các ứng dụng công nghiệp)*

IEC/TS 62933-5-1:2017¹, *Electrical energy storage (EES) systems – Part 5-1: Safety considerations for grid integrated EES systems – General specification (Hệ thống lưu trữ điện năng – Phần 5-1: Xem xét an toàn đối với hệ thống EES tích hợp lưới điện – Quy định kỹ thuật chung)*

3 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này, áp dụng các thuật ngữ và định nghĩa cho trong TCVN 14499-1 (IEC 62933-1), IEC/TS 62933-5-1 và các thuật ngữ và định nghĩa sau.

CHÚ THÍCH 1: Khi có sự khác biệt trong các định nghĩa xuất hiện trong TCVN 14499-1 (IEC 62933-1) và IEC/TS 62933-5-1, định nghĩa được đưa ra trong TCVN 14499-1 (IEC 62933-1) sẽ được ưu tiên áp dụng, trừ khi có quy định khác ở đây.

3.1

Hệ thống pin lưu trữ năng lượng (battery energy storage system)

BESS

Hệ thống lưu trữ điện năng với hệ thống tích trữ sử dụng pin là các cell thứ cấp.

¹ Hệ thống tiêu chuẩn quốc gia đã có TCVN 14499-5-1:2025 hoàn toàn tương đương với IEC 62933-5-1:2024.

TCVN 14499-5-2:2025

CHÚ THÍCH 1: Hệ thống pin lưu trữ năng lượng bao gồm cả hệ thống năng lượng sử dụng pin dòng chảy (IEC 62932-1:2020, 3.1.15).

CHÚ THÍCH 2: Pin được định nghĩa trong IEC 60050-482:2004, 482-01-04, và cell thứ cấp được định nghĩa trong IEC 60050-482:2004, 482-01-03.

3.2

Địa điểm có người (occupied site)

Vị trí nằm trong hoặc liền kề với một tòa nhà hoặc cấu trúc có mái che, nơi người dân sống hoặc làm việc.

CHÚ THÍCH 1: Vị trí không phải là địa điểm có người được gọi là "địa điểm không có người".

3.3

Thử nghiệm điển hình (type test)

Thử nghiệm đánh giá sự phù hợp được thực hiện trên một hoặc nhiều mẫu đại diện cho quá trình sản xuất.

[NGUỒN: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.4

Thử nghiệm thường xuyên (routine test)

Thử nghiệm sự phù hợp được thực hiện trên từng mặt hàng riêng lẻ trong hoặc sau khi sản xuất.

[NGUỒN: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.5

Thử nghiệm nghiệm thu tại nhà máy (factory acceptance test)

FAT

Hoạt động tại nhà máy để chứng minh rằng hệ thống EES, các hệ thống con, thành phần và các hệ thống/thiết bị được cung cấp bổ sung phù hợp với các thông số kỹ thuật

[NGUỒN: IEC 62381:2012, 3.1.3, có sửa đổi – Định nghĩa gốc đã được cụ thể hóa cho hệ thống ESS.]

3.6

Thử nghiệm nghiệm thu tại hiện trường (site acceptance test)

SAT

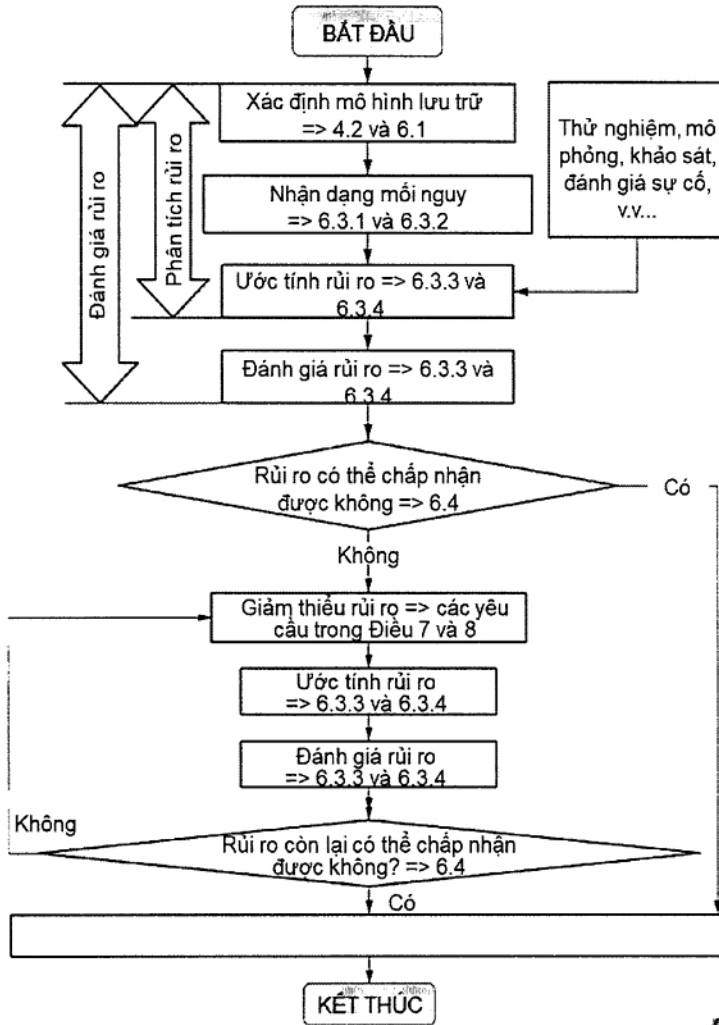
Hoạt động tại hiện trường để chứng minh rằng hệ thống EES có thể hoạt động theo các thông số kỹ thuật hệ thống và hướng dẫn lắp đặt hiện hành.

[NGUỒN: IEC 62381:2012, 3.1.4, có sửa đổi – Định nghĩa gốc đã được cụ thể hóa cho hệ thống ESS.]

4 Hướng dẫn cơ bản về an toàn của BESS

4.1 Quy định chung

Việc đánh giá và giảm thiểu rủi ro liên quan đến BESS khi được sản xuất và dự định lắp đặt phải được tiến hành theo trình tự được trình bày trên Hình 1.



Hình 1 – Mô tả chung về đánh giá và giảm thiểu rủi ro của BESS

Các rủi ro có thể phụ thuộc vào nhiều yếu tố bao gồm vị trí lắp đặt, thành phần hóa học và kích thước/quy mô (ví dụ: công suất) của hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) và sẽ cần được đánh giá tương ứng. Vị trí của BESS có thể từ quy mô gia đình đơn lẻ, thương mại và công nghiệp đến các hệ thống quy mô lớn của công ty điện; các rủi ro cần được đánh giá tương ứng. Việc lựa chọn thành phần hóa học cho hệ thống tích trữ điện hóa của BESS có thể phụ thuộc vào môi trường, đặc tính hiệu suất và bất kỳ chỉ phí cũng như lợi ích nào liên quan.

Như được mô tả trong TCVN 6844 (ISO/IEC Guide 51), các biện pháp giảm thiểu rủi ro được thực hiện trong quá trình thiết kế là "thiết kế an toàn vốn có", "bộ phận che chắn và thiết bị bảo vệ" và "thông tin cho người dùng cuối". Các biện pháp bổ sung trong giai đoạn sử dụng (quản lý an toàn vòng đời sản phẩm) cũng được mô tả trong TCVN 6844 (ISO/IEC Guide 51).

4.2 Phương pháp tiếp cận an toàn BESS

Thiết kế của BESS và việc lắp đặt cũng như tích hợp nó với môi trường xây dựng phải phù hợp với các rủi ro cụ thể phát sinh trong mỗi giai đoạn của vòng đời BESS. Các giai đoạn vòng đời này thường bao gồm, nhưng không giới hạn ở:

- sản xuất/lắp ráp và thử nghiệm nghiệm thu tại nhà máy (xem 7.10, 7.11 và 8.2);
- vận chuyển (xem 7.10, 7.11 và 8.2);
- lắp đặt, chạy thử và thử nghiệm nghiệm thu tại hiện trường (xem 7.10, 7.11, 7.12 và 8.2);
- vận hành (xem 7.13);
- bảo trì và sửa chữa (xem 7.13);
- chuyển đổi mục đích sử dụng hoặc ngừng hoạt động (xem 7.13).

Trong quá trình lắp đặt, phải đảm bảo sự thông suốt và tin cậy trong truyền thông giữa các hệ thống con, vì đây là yếu tố then chốt để giảm thiểu rủi ro và hỗ trợ ứng phó sự cố. Sau khi lắp đặt, các hệ thống con này phải được kiểm tra lại để đảm bảo chúng hoạt động đúng chức năng trước khi đưa toàn bộ hệ thống vào vận hành.

Tất cả các yêu cầu về sức khỏe, an toàn và môi trường (HSE) áp dụng cho BESS khi được lắp đặt phải được đáp ứng trong quá trình bảo trì và sửa chữa hệ thống. Các xem xét thiết kế an toàn và phân tích rủi ro cho mỗi giai đoạn vòng đời được xác định cần được ghi lại và cung cấp theo Điều 6 và 7.13.

Một hệ thống BESS được thiết kế để đạt một mức độ tin cậy và độ bền nhất định phải tích hợp các yêu cầu an toàn ở cả cấp độ toàn hệ thống và cấp độ phân hệ. Ở cấp phân hệ, tất cả các phân hệ tích trữ năng lượng điện hóa tích hợp phải tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn liên quan (ví dụ IEC 62477-1, IEC 62619). Các biện pháp an toàn cho các tương tác giữa các hệ thống con phải phù hợp với kết quả của đánh giá rủi ro an toàn ở cấp độ hệ thống.

Các điện áp điểm đầu nối (POC) của BESS dựa trên công nghệ điện hóa thường được sử dụng, dung lượng năng lượng, sự chiếm dụng của địa điểm và thành phần hóa học của các hệ thống tích trữ điện hóa được phân biệt như liệt kê trong Bảng 1. Cách triển khai chi tiết các biện pháp an toàn yêu cầu trong các Điều 7 và Điều 8 có thể được tối ưu hóa theo kết quả của đánh giá rủi ro vòng đời của BESS (xem Điều 6) sử dụng các điều kiện cơ bản trong Bảng 1.

CHÚ THÍCH 1: Các thành phần hóa học không phổ biến trong việc sử dụng cố định cho các ứng dụng đặt tĩnh không được xem xét trong tiêu chuẩn này nhưng có thể được xem xét trong các phiên bản sau.

CHÚ THÍCH 2: "Dung lượng năng lượng" của BESS là tổng dung lượng năng lượng của các hệ thống tích trữ điện hóa được trang bị phía sau một POC.

Bảng 1 – Danh mục BESS

Đặc trưng để phân loại	Ký hiệu phân loại	Giải thích
Điện áp điểm đấu nối "(POC) nơi BESS được kết nối"	V-L	Thấp: $V \leq 1$ kV AC hoặc 1,5 kV DC
	V-H	Cao: $V > 1$ kV AC hoặc 1,5 kV DC
"Dung lượng năng lượng" của BESS	E-S	Nhỏ: $E \leq 20$ kWh
	E-L	Không nhỏ: $E > 20$ kWh
"Sự chiếm dụng của địa điểm" liên quan đến hệ thống tích trữ điện hóa	S-O	Địa điểm có người (xem 3.2)
	S-U	Địa điểm không có người (xem 3.2)
"Thành phần hóa học" của hệ thống tích trữ điện hóa	C-A	BESS sử dụng pin có dung dịch điện phân không có nước (ví dụ dựa trên Li)
	C-B	BESS sử dụng pin có dung dịch điện phân có nước (ví dụ axit chì, dựa trên Ni)
	C-C	BESS sử dụng pin có nhiệt độ cao (ví dụ: NaS, NaNiCl)
	C-D	BESS sử dụng pin dòng chảy
	C-Z	Các loại khác
<p>CHÚ THÍCH 1: Ký hiệu phân loại BESS được mô tả là "V-X / E-X / S-X / C-X" trong bất kỳ yêu cầu nào của tiêu chuẩn này (ví dụ: V-H / E-L / S-U / C-C). Một số đặc tính có thể được bỏ qua nếu không áp dụng giới hạn về danh mục.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Để áp dụng tiêu chuẩn này cho cả BESS và các EESS dựa trên nguyên lý điện hóa khác bao gồm các siêu tụ điện hóa học, các EESS sau đó được bao gồm trong danh mục "C-Z".</p> <p>CHÚ THÍCH 3: Sự kết hợp của hai hay nhiều loại hóa chất tích trữ điện hóa được bao gồm trong danh mục "C-Z".</p>		

Các ví dụ về việc sử dụng BESS có thể được mô tả như trình bày trong Bảng 2.

Bảng 2 – Ví dụ về việc sử dụng BESS

Bối cảnh sử dụng	Địa điểm	Các hạn chế tiếp cận/điều kiện tiếp cận trong quá trình vận hành và bảo trì
Dân dụng	Lắp đặt trong các ngôi nhà riêng lẻ hoặc chia sẻ với một số lượng nhỏ các ngôi nhà và một số lượng lớn căn hộ tòa nhà hoặc biệt thự.	Có thể đặt ở vị trí không thể tiếp cận định kỳ để bảo trì mà không cần sự hợp tác của cư dân trong ngôi nhà và không phải là một phần của chế độ vận hành và bảo trì chuyên nghiệp.
	Một ví dụ về việc sử dụng Bảng 1 trong bối cảnh sử dụng BESS này có thể như sau: "V-L/E-S hoặc L/S-O hoặc U/C-A hoặc B".	
Thương mại	Lắp đặt trong các doanh nghiệp nhỏ, chia sẻ bởi một số lượng lớn các hộ gia đình, hoặc một sự kết hợp của các sử dụng trên như một con phố hoặc một tòa nhà căn hộ.	Được đặt ở một vị trí có thể tiếp cận để bảo trì thường xuyên trong giờ làm việc và thường là một phần của chế độ vận hành và bảo trì chuyên nghiệp.
	Một ví dụ về việc sử dụng Bảng 1 trong bối cảnh sử dụng BESS này có thể là: "V-H hoặc L/E-L/S-O hoặc U/C-A, B, C hoặc D".	
Công nghiệp	Lắp đặt trong các doanh nghiệp lớn như nhà máy, trung tâm dữ liệu, kho hàng, v.v., hoặc chia sẻ bởi một số lượng lớn các hộ gia đình, như một khu phố của thành phố.	Được đặt ở một vị trí có thể tiếp cận để bảo trì thường xuyên trong giờ làm việc và là một phần của chế độ vận hành và bảo trì chuyên nghiệp.
	Một ví dụ về việc sử dụng Bảng 1 trong bối cảnh sử dụng BESS này có thể là: "V-H/E-L/S-O hoặc U/C-A, B, C hoặc D".	
Lưới điện tiện ích	Kết nối trực tiếp với lưới điện tiện ích.	Đặt ở vị trí có thể tiếp cận liên tục để bảo trì định kỳ và là một phần của chế độ vận hành và bảo trì chuyên nghiệp. Hệ thống thường được đặt trong một khu vực tiếp cận hạn chế hoặc tiếp cận vào chính hệ thống bị giới hạn cho những người được ủy quyền.
	Một ví dụ về việc sử dụng Bảng 1 trong bối cảnh sử dụng BESS này có thể như sau: "V-H/E-L/S-O hoặc U/C-A, B, C hoặc D".	

4.3 Thay đổi về quyền sở hữu, kiểm soát hoặc sử dụng

Khi có sự chuyển giao quyền sở hữu hoặc trách nhiệm vận hành, thông tin nhật ký giám sát phải được chuyển giao cho người sở hữu mới như một phần của tài liệu hệ thống, bao gồm các biện pháp để tuân thủ các yêu cầu trong 7.13.2 và 7.13.3. Khi cần kiểm soát các rủi ro đã xác định của BESS, cần phải làm rõ về vai trò và trách nhiệm trong việc quản lý và kiểm soát bất kỳ rủi ro an toàn hiện tại hoặc mới nào phát sinh từ những thay đổi được lên kế hoạch hoặc đã xảy ra.

Phụ lục A cung cấp thêm thông tin về quyền sở hữu của BESS.

5 Xem xét môi nguy

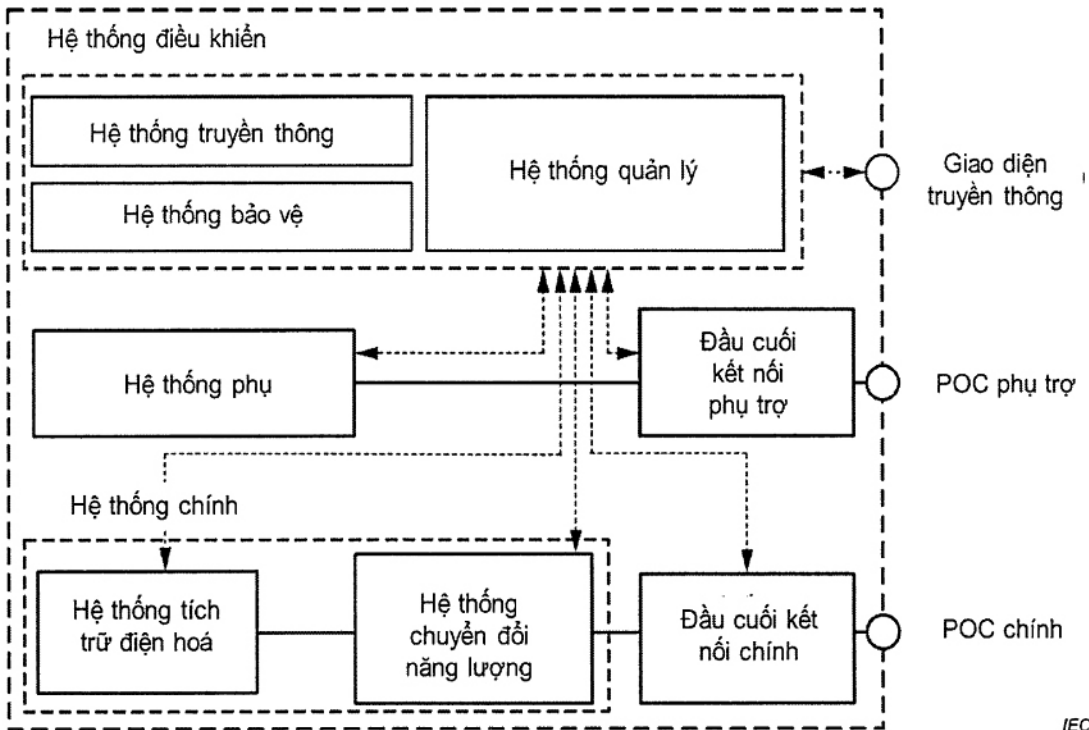
Các xem xét môi nguy chung cho EESS trong IEC/TS 62933-5-1:2017, Điều 5, là áp dụng được.

6 Đánh giá rủi ro hệ thống BESS

6.1 Cấu trúc BESS

6.1.1 Đặc tính chung

Một mô hình lưu trữ của BESS phải được tạo ra để đánh giá rủi ro an toàn thích hợp với các đặc tính được làm rõ như trình bày dưới đây. Một ví dụ về BESS bao gồm một điểm đầu nối chính (POC), điểm đầu nối phụ và hệ thống điều khiển được trình bày trên Hình 2 và Bảng 3. Trong một số trường hợp, có thể một hoặc nhiều hệ thống con hoặc thành phần không có mặt. Các sắp xếp truyền thông giữa hệ thống quản lý, truyền thông, bảo vệ và các hệ thống con khác được hiển thị dưới dạng đường mũi tên đứt đoạn.



Hình 2 – Ví dụ về kiến trúc BESS

CHÚ THÍCH: Hình 2 là một ví dụ và trình bày kiến trúc BESS điển hình. Có thể có các trường hợp không phù hợp với Hình 2.

Bảng 3 – Các ví dụ về các thành phần trong các hệ thống con của BESS

“Hệ thống con”	“Các thành phần”
Hệ thống quản lý	Hệ thống điều khiển hệ thống và/hoặc hệ thống quản lý năng lượng
Hệ thống truyền thông	Bảng điều khiển vận hành (giao diện người dùng), hệ thống truyền thông và/hoặc giám sát, thông tin đo đếm
Hệ thống bảo vệ	Rơ le (chạm đất, quá dòng, quá áp, thấp áp, quá tần số, thấp tần số, v.v.)
Hệ thống phụ trợ	Hệ thống báo cháy, khói, nhiệt, hệ thống dập cháy, bình chữa cháy, HVAC (hệ thống sưởi ẩm, thông gió và điều hòa không khí), Hệ thống neo, máy biến áp tự dòng, thiết bị phân phối điện tự dòng, nguồn điện không gián đoạn (UPS)
Đầu nối kết nối phụ	Cổng kết nối, cáp điện (loại, cáp chống cháy, cáp chịu nhiệt, cáp chống hóa chất, kích thước và độ linh hoạt)
Hệ thống tích trữ điện hóa	Pin (bao gồm hệ thống quản lý pin), thiết bị truyền thông, bộ phận che chắn, cố định cơ học, cáp điện CHÚ THÍCH: Có nhiều trường hợp mà BESS bao gồm nhiều số lượng hoặc loại hệ thống tích trữ điện hóa.
Hệ thống chuyển đổi năng lượng	Máy biến áp, bộ chỉnh lưu AC/DC, bộ nghịch lưu, bộ điều khiển PCS, chuyển mạch
Đầu nối kết nối chính	Cổng kết nối, cáp điện (loại, cáp chịu nhiệt, cáp chống hóa chất, kích thước và độ linh hoạt)
Khác	Phòng và/hoặc tòa nhà/vỏ bảo vệ, móng, nguồn cấp nước, hệ thống HVAC của tòa nhà, cầu cháy, ghi nhãn an toàn

6.1.2 Đặc tính cụ thể

Các loại chính của BESS đã được phân loại trước đó theo 4.2 có thể khác nhau không chỉ ở thành phần hóa học của hệ thống tích trữ điện hóa mà còn ở loại hệ thống phụ trợ như sau:

- hệ thống phụ trợ cụ thể của phân loại "C-C" (BESS sử dụng pin nhiệt độ cao)
 - hệ thống gia nhiệt của hệ thống tích trữ điện hóa
- hệ thống phụ trợ cụ thể của phân loại "C-D" (BESS sử dụng pin dòng chảy)
 - bộ trao đổi nhiệt
 - hệ thống quản lý lưu chất (bơm, bể chứa, đường ống, van, v.v.)

6.2 Mô tả các điều kiện của BESS

Mô tả cơ bản về các điều kiện của BESS phải được phân loại theo Bảng 1 (xem 4.2). Mô tả chi tiết hơn theo IEC/TS 62933-5-1:2017, 6.2, được áp dụng cho BESS.

6.3 Phân tích rủi ro

6.3.1 Quy định chung

Phân tích rủi ro (nhận dạng mối nguy và ước tính rủi ro) của BESS phải được thực hiện theo 4.1, 4.2, 6.3.2, 6.3.3 và 6.3.4.

Các xem xét chung cho việc phân tích bất kỳ rủi ro nào của EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1.

Một phương pháp tiếp cận lặp lại sẽ được áp dụng (vì nhiều ứng dụng liên tiếp có thể giảm thiểu rủi ro và tận dụng tối đa công nghệ hiện có). Trong quá trình thực hiện điều này, cần xem xét an toàn của BESS trong tất cả các giai đoạn của vòng đời của nó.

Thông tin hữu ích về các mối nguy và rủi ro của BESS được cung cấp trong Phụ lục B.

6.3.2 Nhận dạng mối nguy cụ thể cho BESS

Kịch bản, là kết quả của đánh giá rủi ro BESS, phải bao gồm các phương thức hỏng hóc cụ thể của hệ thống con (các mối nguy được xác định cụ thể cho BESS) làm điểm khởi đầu cho phân tích.

6.3.3 Xem xét rủi ro

Các kịch bản rủi ro của BESS phải bao gồm tất cả các tương tác giữa các hệ thống con. Các ví dụ về các kịch bản bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- lan truyền từ (các) hệ thống tích trữ điện hóa đến các hệ thống con khác;
- lan truyền từ các hệ thống con không tích trữ;
- các lỗi/hỏng hóc đồng thời của nhiều hệ thống con;
- mất chức năng của hệ thống con liên quan đến an toàn.

6.3.4 Phân tích rủi ro ở cấp độ hệ thống

Rủi ro ở cấp độ hệ thống BESS phải được đánh giá ở cấp độ thành phần, mô đun và hệ thống hoàn chỉnh. Cần thực hiện một phân tích phù hợp để chứng minh rằng phân tích rủi ro thích hợp đã được thực hiện ở cấp độ thành phần, mô đun và hệ thống hoàn chỉnh.

Các điều kiện chung của "phân tích rủi ro ở mức độ hệ thống" được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 6.3.3.

Phân tích rủi ro ở cấp độ hệ thống BESS phải được thực hiện dựa trên mức độ rủi ro (phụ thuộc vào quy mô/mức độ nghiêm trọng của BESS) và độ phức tạp của hệ thống bằng một trong các kỹ thuật sau hoặc tương đương:

- phân tích rủi ro từ dưới lên theo nguyên lý cơ bản (ví dụ: phân tích dạng hỏng và ảnh hưởng (FMEA): xem IEC 60812);
- phân tích từ trên xuống (ví dụ: phân tích cây sự cố (FTA): xem IEC 61025);
- phân tích kết hợp và/hoặc tích hợp (ví dụ: nghiên cứu mối nguy và khả năng vận hành (HAZOP): xem IEC 61882, STAMP (mô hình tai nạn và quy trình theo lý thuyết hệ thống)).

6.4 Đánh giá rủi ro ở cấp độ hệ thống

Tất cả các rủi ro phải được đánh giá về tác động của chúng đối với người vận hành, người sử dụng và những người xung quanh có thể có mặt tại vị trí của BESS, và được phân loại là chấp nhận được hoặc không chấp nhận được.

CHÚ THÍCH: Nếu các hệ thống phụ thuộc vào thiết bị điện tử và phần mềm, một đánh giá về chức năng của các bộ điều khiển này sẽ được tiến hành. Một tiêu chuẩn an toàn chức năng phù hợp, ví dụ, có thể được sử dụng cho mục đích này.

Nếu một số rủi ro không thể chấp nhận được, phải thực hiện các biện pháp phù hợp theo yêu cầu trong các Điều 7 và Điều 8.

Tài liệu liên quan đến việc đánh giá và giảm thiểu rủi ro của BESS phải luôn sẵn có và bao gồm tất cả các yêu cầu được quy định trong Điều 6.

7 Các yêu cầu cần thiết để giảm thiểu rủi ro

7.1 Các biện pháp chung để giảm thiểu rủi ro

Các xem xét an toàn chung cho một EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 7.1.

Thứ tự ưu tiên của các phương pháp giảm thiểu rủi ro (từ TCVN 6844:2025 (ISO/IEC Guide 51:2014), 6.3.5) như sau:

- a) Thiết kế an toàn vốn có;
- b) Bộ phận che chắn và thiết bị bảo vệ;
- c) Thông tin cho người dùng cuối.

Các biện pháp thiết kế an toàn vốn có là bước đầu tiên và quan trọng nhất trong quá trình giảm thiểu rủi ro. Điều này là do các biện pháp bảo vệ vốn có của đặc tính sản phẩm hoặc hệ thống có khả năng duy trì hiệu quả, trong khi kinh nghiệm đã chỉ ra rằng ngay cả các bộ phận che chắn và thiết bị bảo vệ được thiết kế tốt cũng có thể hỏng hoặc bị xâm phạm, và thông tin sử dụng có thể không được tuân thủ.

Bộ phận che chắn và thiết bị bảo vệ phải được sử dụng khi việc thiết kế an toàn vốn có không thể loại bỏ hoàn toàn các mối nguy hoặc không thể giảm thiểu rủi ro đến mức đủ an toàn. Có thể phải thực hiện các biện pháp bảo vệ bổ sung liên quan đến thiết bị phụ trợ (ví dụ: thiết bị dừng khẩn cấp).

Người dùng cuối có vai trò trong quá trình giảm thiểu rủi ro bằng cách tuân thủ thông tin được cung cấp bởi người thiết kế/nhà cung cấp. Tuy nhiên, thông tin sử dụng không được thay thế cho việc áp dụng đúng các biện pháp thiết kế an toàn vốn có, bộ phận che chắn và thiết bị bảo vệ hoặc các biện pháp bảo vệ bổ sung.

Tất cả các biện pháp thiết kế an toàn yêu cầu trong 7.2 đến 7.12 phải được xem xét theo các quá trình đánh giá rủi ro BESS được quy định trong Điều 6.

CHÚ THÍCH: Một số biện pháp được quy định có thể được bỏ qua miễn là có minh chứng rõ ràng trong đánh giá rủi ro rằng các mục tiêu an toàn được hỗ trợ bởi các biện pháp đã bỏ qua đã đạt được, ngay cả khi không cần thực hiện biện pháp liên quan.

7.2 Các biện pháp phòng ngừa thiệt hại cho cư dân xung quanh

Các xem xét an toàn chung của EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 7.2, đều có thể áp dụng.

7.3 Các biện pháp phòng ngừa thương tích cá nhân hoặc tổn hại sức khỏe của công nhân và cư dân

Các xem xét an toàn chung của EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 7.3, đều có thể áp dụng.

7.4 Thiết kế bảo vệ quá dòng

Các xem xét an toàn chung của EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 7.4, đều có thể áp dụng.

7.5 Ngắt kết nối và tắt BESS

Các xem xét an toàn chung của EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 7.5, đều có thể áp dụng. Các yêu cầu an toàn bổ sung cần thiết để giảm thiểu rủi ro của BESS trong quá trình ngắt kết nối và tắt được mô tả trong 7.11.2.

7.6 Vận hành và bảo trì

Các xem xét an toàn chung của EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 7.6.

7.7 Đào tạo nhân viên

Các xem xét an toàn chung của EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 7.7, đều có thể áp dụng.

7.8 Thiết kế an toàn

Các xem xét an toàn chung của EESS được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, 7.8, là áp dụng được. Các yêu cầu an toàn bổ sung cần thiết để giảm thiểu rủi ro của BESS thông qua thiết kế an toàn được mô tả trong 7.10, 7.11.1, 7.11.3 và 7.12.

7.9 Yêu cầu chung về an toàn BESS

Mọi sự cố hoặc hỏng hóc của một hệ thống con không được ảnh hưởng đến sự an toàn của các hệ thống con khác.

Bất kỳ hệ thống con nào phát sinh lỗi có thể ảnh hưởng đến vận hành an toàn của BESS phải có khả năng được cách ly khỏi các hệ thống con khác. Các chức năng an toàn của các hệ thống con không nên bị ảnh hưởng bởi sự cách ly này và phải hoạt động độc lập.

Thiết kế BESS phải giảm thiểu tiếng ồn, rung và nhiệt độ cao do BESS tạo ra.

Kiến trúc của các hệ thống con trong BESS không được cản trở người vận hành trong việc nhận diện các bộ phận, phần và điều kiện nguy hiểm.

Ngoài ra, đối với loại "V-H" BESS, cần thực hiện các biện pháp để ngăn chặn bất kỳ hoạt động nguy hiểm từ xa nếu không thể có bằng chứng rằng không có nhân viên nào bị nguy hiểm tại địa điểm.

Cần áp dụng các nguyên tắc về ergonomi (ví dụ như trong bộ ISO 9241), khi thiết kế để giảm thiểu căng thẳng về thể chất và tinh thần cho người vận hành. Các nguyên tắc này phải được xem xét khi phân bổ chức năng cho người vận hành và máy móc (mức độ tự động hóa) trong thiết kế cơ bản.

7.10 Thiết kế an toàn nội tại của BESS

7.10.1 Bảo vệ khỏi các mối nguy về điện

Hệ thống lắp đặt điện của loại "V-L" BESS phải tuân theo các phần thích hợp của bộ IEC 60364.

Hệ thống lắp đặt điện của loại "V-H" BESS phải tuân theo IEC 61936-1 và IEC 60364 (tất cả các phần).

Bảo vệ điện cho bất kỳ hệ thống con DC nào phải an toàn theo IEC 61660-1 và IEC 61660-2.

Các bộ phận mang điện của các hệ thống con và các thành phần của BESS có mạch điện áp nguy hiểm (cao hơn điện áp cực thấp (ELV)) không nên có thể tiếp cận đối với những người không được ủy quyền. Các bộ phận của BESS có thể gây ra điện giật phải được che chắn chắc chắn. Các bộ phận dẫn điện của BESS mà người ta có thể chạm vào không được kết nối với bất kỳ bộ phận nào có điện áp nguy hiểm. Sự bảo vệ có thể đạt được bằng một trong các phương pháp sau:

- ngăn chặn dòng điện đi qua cơ thể bất kỳ người nào hoặc bất kỳ gia súc nào;
- giới hạn dòng điện có thể đi qua cơ thể đến giá trị không nguy hiểm.

Các dây điện và cách điện phải được đánh giá phù hợp với dòng điện, điện áp và nhiệt độ tối đa.

Tất cả các bộ phận dẫn điện của BESS có thể tiếp xúc với điện áp nguy hiểm thông qua một lỗi cách điện đơn phải được kết nối với đất theo các tiêu chuẩn thích hợp, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương.

Khoảng cách vật lý giữa các mạch, bao gồm điểm dẫn và đầu nối, v.v., phải đủ để ngăn chặn sự ngắn mạch vô tình và/hoặc khả năng phóng điện hồ quang.

Các điểm nối của dây dẫn trần phải được phân cách và có cấu trúc phù hợp để ngăn chặn sự ngắn mạch vô tình giữa các hệ thống tích trữ điện hóa.

Một đánh giá rủi ro theo các quy trình trong IEC 62305-2 sẽ được thực hiện để đánh giá xem liệu có cần bảo vệ chống sét hay không. Nếu đánh giá cho thấy cần bảo vệ chống sét, thì nó sẽ được cung cấp. Hệ thống đo điện áp liên quan đến BESS nên sử dụng một tham chiếu điện áp.

Các thành phần an toàn (ví dụ: một số cảm biến) có độ tin cậy được biết đến nên được sử dụng. Các chi tiết bảo vệ, chẳng hạn như các bộ phận che chắn, phải được thiết kế sao cho hiệu quả, vì sự cố hỏng của chúng có thể khiến người tiếp xúc với các mối nguy hiểm, và cũng bởi vì việc giảm hiệu quả của chúng có thể làm tăng xu hướng vô hiệu hóa chúng.

Dòng chạm và năng lượng xả phải được giới hạn theo IEC 62477-1:2012, 4.4.3.4.

BESS phải được trang bị chức năng bảo vệ quá dòng tại điểm kết nối hệ thống tích trữ điện hóa.

Sự trùng lặp (hoặc dự phòng) của các thành phần có thể được sử dụng để đảm bảo rằng, nếu một thành phần lỗi, một hoặc nhiều thành phần khác tiếp tục thực hiện chức năng tương ứng, do đó đảm bảo rằng chức năng an toàn vẫn khả dụng.

Thử nghiệm phải được thực hiện, và tuân thủ phải được đánh giá theo 8.2.1.3, 8.2.1.4, 8.2.1.5, và 8.2.1.6.

7.10.2 Bảo vệ khỏi các mối nguy cơ học

Các bộ phận mà người có khả năng chạm vào không được có cạnh sắc.

Tại những vị trí hoặc ứng dụng trong thiết bị mà các cạnh hoặc góc có thể gây nguy hiểm cho người, chúng phải được bo tròn hoặc làm nhẵn.

Các bộ phận chuyển động nguy hiểm của thiết bị (nghĩa là các bộ phận chuyển động có khả năng gây thương tích) phải được bố trí, bao kín hoặc che chắn để giảm thiểu rủi ro thương tích cho người.

Kết cấu của BESS phải có sự bảo vệ đầy đủ và giảm thiểu rủi ro các hệ thống con và linh kiện rơi trong điều kiện vận hành, vận chuyển, lắp ráp, lắp đặt và tháo dỡ.

BESS phải được thiết kế để đảm bảo an toàn cho người vận hành và công nhân trong quá trình hoạt động bình thường.

Vị trí và kết cấu của BESS phải được bố trí sao cho không gây rủi ro cho công nhân trong trường hợp bộ phận bị trục trặc. Hồng hóc của các kết nối giữa các hệ thống con của BESS không được dẫn đến tình huống nguy hiểm.

BESS phải được thiết kế và lắp đặt để cho phép lắp đặt và tháo dỡ các môđun pin bằng thiết bị nâng phù hợp, trừ khi trọng lượng của từng môđun đủ nhẹ để tối đa hai người có thể xử lý an toàn.

Việc kiểm tra xác nhận phải được tiến hành và sự phù hợp phải được đánh giá theo 8.2.2.1, 8.2.2.2 và 8.2.2.3.

7.10.3 Bảo vệ khỏi cháy nổ

Các vật liệu dễ cháy không được đặt trên đường đi của khí hoặc nhiệt thoát ra từ các hệ thống tích trữ điện hóa.

Các hệ thống điều khiển và các thành phần được đặt trong bất kỳ môi trường khí nổ nào phải được trang bị hệ thống loại bỏ khí thích hợp theo các tiêu chuẩn thích hợp, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương.

Vỏ tủ hoặc khoang chứa của BESS không được thoát bất kỳ khí dễ cháy nào vào các không gian kín nào có chứa thiết bị có khả năng phát sinh hồ quang điện.

Các thử nghiệm phải được thực hiện, và tuân thủ phải được đánh giá theo 8.2.3.1, 8.2.3.2 và 8.2.3.3.

7.10.4 Bảo vệ khỏi các mối nguy phát sinh từ trường điện, trường từ và trường điện từ

Các chức năng an toàn của các hệ thống con liên quan đến an toàn của BESS không được bị ảnh hưởng bởi nhiễu từ các trường điện, trường từ và trường điện từ.

Ở những nơi mà các mức độ nhiễu điện, từ và điện từ dự kiến có thể có tác động xấu đến vận hành của BESS, BESS phải được bảo vệ đủ để giảm các mức độ nhiễu này theo hướng dẫn của nhà chế tạo hệ thống.

Các thử nghiệm phải được thực hiện, và tuân thủ phải được đánh giá theo 8.2.4.

7.10.5 Bảo vệ khỏi các mối nguy về cháy

Chỉ các vật liệu không cháy được sử dụng trong việc xây dựng vỏ bảo vệ hoặc các cấu trúc và bộ phận hỗ trợ của BESS.

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm không cháy được mô tả trong ISO 1182.

Sự tích hợp các hệ thống tích trữ điện hóa và môi trường xung quanh phải được thiết kế để ngăn chặn chuỗi các phản ứng hóa nhiệt hoặc cháy lan (ví dụ: tách thành một phần pin, phần thiết bị sạc và một phần bao gồm dây dẫn DC, máy cắt/aptomat và mạch xả). Nếu có thể, cả mối nguy về cháy và nguy cơ nhiệt gần BESS cũng phải được xem xét.

Tuân thủ sẽ được đánh giá bằng cách thực hiện kiểm tra thiết kế an toàn theo kết quả đánh giá rủi ro ở cấp độ hệ thống (xem Điều 6). Các tính toán tải cháy trên BESS hoặc các đặc tính cháy thực nghiệm được khuyến nghị trong 8.2.5 với chi tiết trong Phụ lục C được áp dụng cho quá trình đánh giá rủi ro hệ thống.

Bên trong BESS phải được tách thành phần pin, phần thiết bị sạc và một phần bao gồm máy cắt/aptomat và mạch xả, sử dụng các vách chống cháy (ví dụ: tấm kim loại, tấm không cháy, v.v.).

Các thử nghiệm phải được thực hiện, và tuân thủ phải được đánh giá theo 8.2.5.

7.10.6 Bảo vệ khỏi các mối nguy về nhiệt độ

Các thành phần có khả năng ở nhiệt độ cao không nên có thể tiếp cận đối với người vận hành hoặc bất kỳ nhân viên nào khác. Các bộ phận có khả năng gây bỏng phải được che chắn chắc chắn. Các vách ngăn nhiệt như tấm kim loại hoặc khoảng cách vật lý phù hợp sẽ được cung cấp giữa các hệ thống tích trữ điện hóa và hệ thống điều khiển.

7.10.7 Bảo vệ khỏi các tác động hóa học

Lựa chọn vật liệu được sử dụng trong các vỏ bảo vệ và dây của BESS phải xem xét sự suy giảm, ăn mòn, mài mòn (do sử dụng lâu dài) và độc tính theo đánh giá rủi ro hệ thống được thực hiện và quy định địa phương.

Cần xem xét các thay đổi lâu dài bất lợi đối với các tính chất điện và cơ học của một số vật liệu cách điện.

Cần phải ngăn chặn tác động của việc tràn điện phân từ pin. Yêu cầu này không áp dụng cho các pin có cấu trúc đóng kín.

Cấu trúc của BESS phải được thiết kế để ngăn chặn sự phân tán của chất lỏng nguy hiểm từ các điện cực hoặc điện phân trong các hệ thống tích trữ điện hóa theo quy định địa phương.

7.10.8 Bảo vệ khỏi các mối nguy phát sinh từ sự cố của hệ thống phụ trợ, điều khiển và truyền thông

Thiết bị phải được thiết kế sao cho mối nguy về cháy hoặc điện giật do tải cơ học hoặc điện quá mức hoặc hỏng, hoặc do hoạt động bất thường hoặc sử dụng không cẩn thận, được giới hạn càng nhiều càng tốt. Sau một hoạt động bất thường hoặc đơn lỗi, thiết bị phải vẫn an toàn cho người vận hành trong phạm vi quy định của tiêu chuẩn này, tuy nhiên không yêu cầu thiết bị phải hoạt động hoàn toàn bình thường. Có thể sử dụng các mạch nối cầu chày, các thiết bị cắt nhiệt, bảo vệ quá dòng hoặc các thiết bị tương tự miễn là chúng có thể cung cấp đủ bảo vệ.

BESS phải được thiết kế để ngăn chặn tình trạng nguy hiểm ngay cả khi nguồn năng lượng (từ cả một điểm đấu nối chính và một điểm đấu nối phụ trợ) bị gián đoạn hoặc dao động.

Khi một thành phần quan trọng về an toàn hỏng hoặc hoạt động bất thường, hệ thống phải tự động chuyển sang trạng thái an toàn.

Thử nghiệm sẽ được thực hiện và tuân thủ sẽ được đánh giá theo 8.2.8.

Hướng dẫn về việc thực hiện các điều kiện đơn lỗi trên các mạch điều khiển và mạch khác có thể được tìm thấy trong IEC 62368-1.

An toàn vận hành sau một hoạt động bất thường hoặc một đơn lỗi cần được kiểm tra bằng cách thử nghiệm hệ thống với các tín hiệu mô phỏng phù hợp theo IEC 62368-1.

7.10.9 Bảo vệ khỏi các mối nguy phát sinh từ môi trường

7.10.9.1 Quy định chung

TCVN 14499-5-2:2025

BESS phải được thiết kế để ngăn chặn tình trạng nguy hiểm ngay cả khi BESS bị tiếp xúc với các điều kiện như được quy định trong 7.10.9.2 và 7.10.9.3.

7.10.9.2 Tiếp xúc với thẩm ẩm

BESS phải được thiết kế để ngăn chặn tác động từ thẩm ẩm.

Các thử nghiệm phải được thực hiện, và tuân thủ phải được đánh giá theo 8.2.9.2.

Đối với loại "S-U" BESS, một cấp IP tối thiểu là IPX4 phải được xác định theo IEC 60529.

7.10.9.3 Tiếp xúc với môi trường

Trong trường hợp lắp đặt ở môi trường biển, BESS phải được thiết kế sao cho không gây ra các sự cố nguy hiểm trong hoặc sau khi tiếp xúc với môi trường biển (ví dụ: sương muối).

Phải tiến hành thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp theo 8.2.9.3.

7.11 Bộ phận che chắn và các biện pháp bảo vệ

7.11.1 Quy định chung

Ngoài thiết kế an toàn vốn có của BESS được mô tả trong 7.10, BESS phải được trang bị các cơ cấu che chắn và biện pháp bảo vệ. Các yêu cầu tối thiểu của các bộ phận che chắn và biện pháp bảo vệ được đưa ra trong 7.11 này.

Kiểm soát tiếp cận là một phần không thể thiếu để vận hành an toàn. Hệ thống phải được trang bị khóa và các biện pháp hạn chế tiếp cận đối với người không có thẩm quyền. Một khóa liên động an toàn phải được cung cấp ở nơi thường xuyên có các mối nguy hiểm trong bối cảnh của tiêu chuẩn này và tiếp cận của người vận hành liên quan đến các khu vực thường có các mối nguy hiểm trong bối cảnh của tiêu chuẩn này.

Hệ thống quản lý pin trong bất kỳ hệ thống tích trữ điện hóa nào phải giám sát tất cả các thông số an toàn liên quan của pin theo yêu cầu trong các tiêu chuẩn hiện hành và báo cáo các thông số đó cho hệ thống điều khiển.

Đối với các BESS được đặt ở nơi có khả năng tiếp xúc trực tiếp bởi những người chưa qua đào tạo, cấp IP tối thiểu là IP2X phải được xác định theo IEC 60529.

7.11.2 Ngắt kết nối và tắt BESS

7.11.2.1 Quy định chung

Ngoài các trạng thái vận hành được xác định trong 7.5 của IEC/TS 62933-5-1:2017, tiêu chuẩn này định nghĩa thêm một "trạng thái cách ly để bảo trì". Đây là trạng thái cho phép làm việc an toàn trên các mạch điện DC và hệ thống tích trữ điện hóa.

7.11.2.2 Trạng thái tách lưới

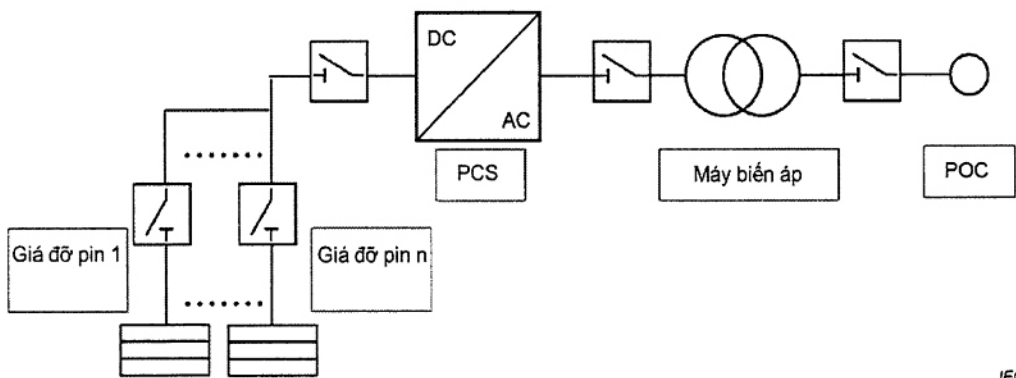
Các yêu cầu chung được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1 sẽ được áp dụng. Ngoài ra, các thiết bị cách ly phải được sử dụng để cho phép thao tác bằng tay tại chỗ để vô hiệu hóa các lệnh điều khiển từ xa. Các thiết bị cách ly phải có khả năng khóa ở trạng thái ngắt kết nối.

7.11.2.3 Trạng thái dừng

Ở trạng thái dừng, hệ thống đã thực hiện trình tự tắt bao gồm ngắt kết nối hệ thống tích trữ điện hóa khỏi hệ thống chuyển đổi năng lượng và ngắt kết nối hệ thống chuyển đổi năng lượng khỏi đầu nối kết nối chính. Trạng thái dừng có thể là kết quả của một lệnh thông thường hoặc một lệnh tắt khẩn cấp. Nguồn điện phụ trợ vẫn khả dụng để tạo điều kiện cho trình tự khởi động tự động hoặc cấp nguồn cho các hệ thống giám sát. Trạng thái này thường đạt được bằng cách sử dụng công-tắc-tơ hoặc máy cắt. Trong quá trình lắp đặt, khả năng tái cấp điện tự động hoặc cách ly không đủ cần phải được giảm thiểu đối với công nhân tại hiện trường.

7.11.2.4 Trạng thái cách ly để bảo trì

Trong trạng thái cách ly để bảo trì, làm việc trên ít nhất mạch điện DC và thành phần lưu trữ của hệ thống phải an toàn. Có thể chọn cách ly toàn bộ BESS (xem Hình 3) hoặc cách ly một phần quanh phía DC của BESS theo khu vực cần bảo trì. BESS phải có khả năng bị khóa ở trạng thái cách ly tại chỗ hoặc thông qua một công cụ ngắt kết nối có thể tháo rời để chỉ nhân viên được ủy quyền mới có thể kết nối lại sau quy trình bảo trì. Để đưa hệ thống vào trạng thái cách ly, trước tiên BESS phải được đưa về trạng thái dừng như xác định ở trên. Sau đó, nó phải có khả năng được đưa và khóa vào trạng thái tách lưới, và sau đó nó phải được cách ly an toàn (bao gồm giữ nguồn điện cho các hệ thống con liên quan đến an toàn của BESS hoạt động). Có thể xem xét việc cung cấp cách ly nhìn thấy được với thiết bị cách ly có khả năng khóa như được yêu cầu trong một số quy định.



IEC

Hình 3 – Ví dụ về trạng thái cách ly (cách ly toàn bộ BESS)

Quy trình cách ly hệ thống phải:

- cho phép vô hiệu hóa hệ thống chữa cháy ở nơi việc giải phóng chất chữa cháy có thể gây hại cho người làm việc trong hoặc gần hệ thống;
- cho phép hệ thống phát hiện cháy, HVAC, chiếu sáng và ổ cắm tiện ích vẫn hoạt động ở trạng thái cách ly, để cung cấp điều kiện làm việc an toàn và thoải mái.

Các hướng dẫn để cách ly hệ thống phải:

- được gắn cố định vào hệ thống ở một vị trí duy nhất dễ tiếp cận với người thực hiện cách ly hệ thống;
- cung cấp hướng dẫn rõ ràng và kiểm tra để đạt được và xác nhận cách ly hoàn toàn hệ thống;
- cung cấp hướng dẫn rõ ràng để khôi phục hệ thống trở lại trạng thái hoạt động (dừng). Các thiết bị cách ly riêng lẻ được đề cập trong hướng dẫn phải được đánh dấu rõ ràng.

7.11.3 Các bộ phận che chắn và chức năng bảo vệ khác của BESS

7.11.3.1 Bảo vệ khỏi các mối nguy về điện

Các bộ phận che chắn và mạch điện phải được định mức phù hợp để bảo vệ mạch điện chống lại ngắn mạch.

Các hệ thống tích trữ điện hóa (trong phần lưu trữ năng lượng) phải được trang bị chức năng bảo vệ để dừng hoặc giới hạn dòng điện ngắn mạch.

Bảo vệ sự cố chạm đất phải được duy trì ở cả phía AC và phía DC của hệ thống chuyển đổi năng lượng. Việc phát hiện sự cố chạm đất phải được cảnh báo cho người vận hành. Bảo vệ này là bắt buộc nếu phía AC và DC được cách ly với lưới điện phân phối. Bảo vệ phía DC không cần thiết cho điện áp pin an toàn siêu thấp (SELV).

BESS phải bảo vệ pin chống quá tải và điện áp xung, kể cả trong điều kiện đơn lỗi trong bộ sạc. Bảo vệ có thể được thực hiện bằng cách tắt bộ sạc hoặc ngắt dòng sạc hoặc varistor. Nếu xảy ra quá tải, nó phải được cảnh báo (cho người vận hành) bằng cả cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh.

Thông số đánh giá đầy đủ của cầu chảy có thể thay thế nên được đánh dấu trên giá đỡ cầu chảy hoặc liền kề với giá đỡ cầu chảy để thông số định mức của cầu chảy rõ ràng ngay cả khi cầu chảy bị tháo ra. Các thông tin cần thiết khác như thời gian trễ I_t hoặc khả năng cắt phải được chỉ ra cùng với thông số định mức. Quy trình thay thế cầu chảy phải được mô tả trong thông tin BESS được mô tả bởi thiết kế an toàn và các chức năng được đặt ra trong 7.12.

Các điều kiện quá dòng trong các hệ thống tích trữ điện hóa phải được cảnh báo cho người vận hành. Các mạch giới hạn dòng điện phải được thiết kế sao cho không vượt quá giới hạn trong điều kiện vận hành bình thường và trong trường hợp lỗi đơn trong thiết bị. Nếu xảy ra quá dòng, nó phải được cảnh báo cho người vận hành.

Phải xem xét tình trạng tách đảo không mong muốn của BESS theo IEC/TS 62933-5-1:2017, 6.2.8.

Phải tiến hành thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp theo 8.2.1.1 và 8.2.1.2.

7.11.3.2 Bảo vệ khỏi các mối nguy cơ học

Các vỏ bảo vệ BESS cung cấp bảo vệ khỏi việc tiếp cận các bộ phận nguy hiểm phải đủ chắc chắn để ngăn ngừa hư hỏng cơ học do có thể bị lạm dụng cơ học.

Phải tiến hành thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp theo 8.2.2.1 và 8.2.2.2.

7.11.3.3 Bảo vệ khỏi cháy nổ

Trong các điều kiện thuộc loại "V-L/S-O/C-A, C-B, C-D và C-Z", các hệ thống phát hiện khí dễ cháy được tạo ra bởi các hệ thống tích trữ điện hóa phải được trang bị tại địa điểm đặt BESS. Khi phát hiện khí dễ cháy, phải cảnh báo (cho người vận hành) bằng cả tín hiệu cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh. Tiêu chuẩn này yêu cầu rằng BESS không thể được lắp đặt tại địa điểm mà không có bất kỳ hệ thống phát hiện khí dễ cháy nào và yêu cầu này phải được nêu trong các tài liệu hướng dẫn lắp đặt.

BESS thuộc loại "V-L/S-U/C-A, C-B, C-D và C-Z" phải có biển báo thích hợp để xác định các khu vực hạn chế. Biển báo phải chỉ rõ rằng khí dễ cháy có thể được phát ra từ BESS.

BESS thuộc loại "V-H/S-O/C-A, C-B, C-D và C-Z" bản thân phải được trang bị các hệ thống phát hiện khí dễ cháy được tạo ra bởi các hệ thống tích trữ điện hóa. Sự cố phát hiện khí dễ cháy phải được cảnh báo (cho người vận hành) bằng cả tín hiệu cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh. Quy trình xử lý của các hệ thống phát hiện phải được mô tả trong tài liệu hệ thống như được nêu trong 7.12.

Đối với BESS thuộc loại "V-H/S-U/C-A, C-B, C-D và C-Z", đường đi của khí dễ cháy thoát ra phải được xác định và ghi lại trong tài liệu hướng dẫn lắp đặt. Biển báo thích hợp để xác định khu vực hạn chế phải được đặt xung quanh bất kỳ lối thoát khí dễ cháy nào. Thông tin về đường đi của khí dễ cháy thoát ra phải được nhà cung cấp cung cấp cho chủ sở hữu.

Trong BESS thuộc loại "C-A, C-B, C-D và C-Z", các hệ thống tích trữ điện hóa có thể thải ra hydro. Để ngăn ngừa cháy nổ, BESS không được có bất kỳ nguồn bốc cháy nào ở nơi mà mật độ hydro có thể vượt quá 4 % (giới hạn nổ dưới của hydro) tại thời điểm xảy ra bất kỳ sự cố nào.

Đối với BESS thuộc loại "V-H/C-A, C-B, C-D và C-Z", phải thực hiện các biện pháp đáng tin cậy và/hoặc dự phòng thích hợp để tránh tích tụ khí dễ cháy bên trong BESS. BESS thuộc loại "V-L/S-O/C-A, C-B, C-D và C-Z" phải được đặt tại địa điểm có hệ thống thông gió thích hợp.

BESS thuộc loại "V-H/S-O/C-A, C-B, C-D và C-Z" phải được lắp đặt với các hệ thống thông gió thích hợp như sau:

- Các hệ thống thông gió phải có khả năng duy trì nhiệt độ thích hợp trong khoang chứa,
- Hệ thống thông gió cưỡng bức phải được cung cấp khi thông gió tự nhiên không đủ,
- Các lỗ thông gió phải được thiết kế và lắp đặt để ngăn chặn sự lan rộng của lửa và sự xâm nhập của nước.

Phải tiến hành thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp theo các 8.2.3.1, 8.2.3.2 và 8.2.3.3.

7.11.3.4 Bảo vệ khỏi các mối nguy về cháy

Mối nguy về cháy có thể là kết quả của nhiệt độ quá cao trong điều kiện vận hành bình thường hoặc do quá tải, hỏng hóc linh kiện, hỏng cách điện hoặc các kết nối lỏng lẻo. Các đám cháy bắt nguồn từ bên trong thiết bị không được lan ra ngoài vùng lân cận trực tiếp của nguồn cháy, cũng như không gây hư hại cho các khu vực xung quanh hoặc thiết bị.

BESS loại "S-O" phải có hệ thống phát hiện cháy, báo động cháy triển khai cả cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh, và bình chữa cháy trong khu vực BESS.

Đối với BESS loại "S-O", nếu các hệ thống tích trữ điện hóa của BESS có cửa, các cửa phải là cửa chống cháy. BESS loại "S-U" phải có hệ thống phát hiện cháy, báo động cháy triển khai cả cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh, và bình chữa cháy trong một vị trí an toàn và dễ tiếp cận.

Tín hiệu phát hiện cháy được gửi từ hệ thống phát hiện cháy phải được truyền đến các báo động cháy với dữ liệu vị trí thông qua mạng truyền thông và hệ thống chữa cháy, hoặc thông qua các rơ-le và bộ thu an toàn nếu có thể.

Nếu phát hiện sự cố cháy, hệ thống chữa cháy, nếu có, phải tự động hoạt động và báo động cháy phải tự động kích hoạt.

Phải tiến hành thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp theo 8.2.5.

7.11.3.5 Bảo vệ khỏi các mối nguy về nhiệt độ

BESS có thể có một hoặc nhiều nhiệt độ tới hạn cần được xác định. Theo các nhiệt độ tới hạn đã xác định (ví dụ: nhiệt độ bề mặt có thể chạm vào, nhiệt độ linh kiện điện tử công suất và nhiệt độ hệ thống tích trữ điện hóa), các biện pháp an toàn phải được triển khai để ngăn các nhiệt độ này đạt tới trong BESS.

Các linh kiện liên quan đến an toàn (ví dụ, một số cảm biến nhất định) có độ tin cậy đã biết phải được sử dụng.

Người vận hành phải có thể giám sát nhiệt độ của không khí bên trong vỏ bảo vệ hệ thống.

Người vận hành phải có thể giám sát nhiệt độ của các hệ thống con trong BESS.

Người vận hành phải có thể giám sát điều kiện hoạt động của các hệ thống thông gió, và việc phát hiện các điều kiện bất thường phải được cảnh báo cho người vận hành.

Khi (các) nhiệt độ được giám sát vượt quá (các) giới hạn do nhà chế tạo cung cấp, nó phải được cảnh báo cho người vận hành.

Phải tiến hành thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp theo 8.2.6.1, 8.2.6.2 và 8.2.6.3.

7.11.3.6 Bảo vệ khỏi các tác động hóa học

Phải cung cấp biện pháp ngăn chặn và/hoặc trung hòa các chất lỏng nguy hiểm bị tràn. Các phương pháp được sử dụng để ngăn chặn phải đủ để chứa lượng chất lỏng tối đa có thể xảy ra và nếu được đặt

ngoài trời, được thiết kế để ngăn ngừa việc đổ đầy nước mưa vô tình. Hướng dẫn về việc cung cấp khay chứa tràn và trung hòa thích hợp phải được nhà chế tạo hệ thống cung cấp cùng với tài liệu hướng dẫn lắp đặt.

Đối với BESS loại "C-D", phải cung cấp hệ thống phát hiện rò rỉ tự động để chỉ báo sự rò rỉ của các chất lỏng nguy hiểm.

Đối với BESS loại "E-S/S-O", phải cung cấp hệ thống phát hiện khí độc hại được tạo ra bởi các hệ thống tích trữ điện hóa tại địa điểm lắp đặt BESS. Sự cố phát hiện khí độc hại phải được cảnh báo (cho người vận hành) bằng cả cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh. Tài liệu hướng dẫn lắp đặt phải bao gồm một tuyên bố rằng BESS không thể được lắp đặt tại địa điểm mà không có hệ thống phát hiện khí độc hại.

Đối với BESS loại "E-S/S-U", phải cung cấp biển báo thích hợp để chỉ ra khu vực hạn chế tại địa điểm lắp đặt BESS hoặc trên chính BESS. Biển báo phải ghi rõ rằng khí độc hại có thể được thải ra từ BESS.

Đối với BESS loại "E-L/S-O", phải cung cấp hệ thống phát hiện khí độc hại được tạo ra bởi các hệ thống tích trữ điện hóa trong BESS. Sự cố phát hiện khí độc hại phải được cảnh báo (cho người vận hành) bằng các cảnh báo và tín hiệu thích hợp (ví dụ: âm thanh và hình ảnh). Tài liệu hướng dẫn lắp đặt phải bao gồm thông tin về cách xử lý hệ thống phát hiện khí độc hại.

Đối với BESS loại "E-L/S-U", đường dẫn của khí độc hại được thải ra phải được xác định và ghi lại trong tài liệu hướng dẫn lắp đặt. Phải cung cấp biển báo thích hợp để xác định khu vực hạn chế xung quanh cửa xả. Thông tin về đường đi của khí độc thoát ra phải được nhà cung cấp cung cấp cho chủ sở hữu.

Đối với BESS thuộc loại "S-O", các biện pháp giảm nồng độ khí phải được cung cấp để bảo vệ không gian làm việc khỏi mật độ cao của khí độc từ các hệ thống tích trữ điện hóa trong BESS.

BESS thuộc loại "E-S/S-O" phải được đặt tại các địa điểm có các biện pháp bảo vệ chống lại các mối nguy hiểm trên, bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- Loại bỏ sự tạo ra các hóa chất nguy hiểm,
- Pha loãng các hóa chất nguy hiểm,
- Thu gom các hóa chất nguy hiểm (ví dụ: bằng thiết bị làm sạch khí cho khí nguy hiểm),
- Hạn chế tiếp cận của con người.

BESS thuộc loại "E-L / S-O" phải được lắp đặt với các biện pháp bảo vệ được mô tả ở trên.

Phải tiến hành thử nghiệm và đánh giá sự phù hợp theo các 8.2.7.1, 8.2.7.2 và 8.2.7.3.

7.12 Thông tin cho người dùng cuối

Thông tin an toàn như liệt kê dưới đây cần có sẵn cho người dùng cuối:

- Biển báo và tín hiệu cảnh báo (bao gồm bất kỳ giới hạn nào về môi trường hiện có, được xác nhận bởi việc thử nghiệm và xác nhận được quy định trong 8.2.9).

- Biển báo và nhãn dán tại chỗ thể hiện rõ ràng bất kỳ bộ phận nguy hiểm nào của BESS.
- Thiết bị cảnh báo (cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh) hoặc thiết bị khác.
- Sơ đồ trình tự của thiết kế an toàn phải được mô tả thông qua các phương pháp được quy định trong tiêu chuẩn thích hợp (ví dụ về tài liệu tham khảo là IEC 60617 (tất cả các phần)).
- Tất cả thông tin BESS về thiết kế và chức năng an toàn phải luôn có thể tiếp cận và sẵn có cho tất cả các bên liên quan của BESS.

Đối với các phòng chứa hệ thống tích trữ điện hóa, thông tin thích hợp về lưu lượng không khí cần thiết phải được cung cấp trong tài liệu hướng dẫn lắp đặt khi hệ thống tích trữ điện hóa được cung cấp cùng với BESS. Xem Phụ lục F để biết thực hành tốt cho biển báo cảnh báo về an toàn BESS.

Bất kỳ thông tin cần thiết nào khác phải được cung cấp theo các quy định địa phương.

7.13 Quản lý an toàn vòng đời sản phẩm

7.13.1 Vận hành và bảo trì

7.13.1.1 Quy định chung

Mọi bên có trách nhiệm vận hành và bảo trì phải luôn ý thức về an toàn của bản thân khi làm việc gần hệ thống BESS. Vận hành sai, bảo trì không đầy đủ hoặc lơ là có thể gây ra các sự cố nghiêm trọng như cháy, ngộ độc khí và điện giật. Do đó, tất cả các bên liên quan phải tự bảo vệ mình khỏi những rủi ro đó.

Hầu hết các BESS được dự kiến sẽ hoạt động tự động và từ xa thông qua các mạng thông tin. BESS được kỳ vọng sẽ hoạt động trong nhiều thập kỷ. Trong thời gian đó, các bộ phận của BESS sẽ được thay thế theo lịch trình bảo trì phòng ngừa thường xuyên hoặc do các sự kiện ngoài kế hoạch, chẳng hạn như kế hoạch bảo trì, bảo trì phòng ngừa, giám sát tình trạng hệ thống, thay thế một phần hệ thống con hoặc linh kiện, hoặc thay đổi thiết kế do xuống cấp do lão hóa.

CHÚ THÍCH: Việc thay thế sẽ tính đến khả năng sử dụng thứ cấp.

Sự sẵn có của các bộ phận gốc để sửa chữa và thay thế có thể bị hạn chế, hoặc các bộ phận có thể không có sẵn và các bộ phận tương thích có thể được sử dụng. Từ góc độ an toàn hệ thống, các bộ phận thay thế phải được xác nhận là an toàn trong hệ thống trước khi thay thế vì sự kết hợp của các bộ phận hoặc hệ thống con đó rất quan trọng để giám sát tình trạng của hệ thống.

Để đảm bảo an toàn cho nhân viên tại hiện trường, mọi thay đổi do họ thực hiện không được bị các thao tác điều khiển từ xa ghi đè lên trong quá trình bảo trì. Ngoài ra, cần phải xem xét đến sự suy giảm các đặc tính điện và cơ của vật liệu cách điện theo thời gian.

7.13.1.2 Kế hoạch vận hành và bảo trì

Phải chuẩn bị một kế hoạch ứng phó khẩn cấp cho an toàn, bao gồm các yêu cầu của 7.13.1.2.

Hướng dẫn an toàn phải bao gồm ít nhất là mô tả các phương pháp để truyền đạt các vấn đề của BESS, cảnh báo cho các cơ quan chữa cháy địa phương, công nhân và cư dân xung quanh, và cách sử dụng đúng các dụng cụ cách điện.

Khi điều chỉnh bằng tua vít hoặc dụng cụ tương tự khi có điện áp, phải cung cấp biện pháp bảo vệ chống điện giật hoặc nguy cơ năng lượng do vô tình chạm vào các phần có điện áp. Phải thực hiện các biện pháp để đảm bảo rằng khả năng vô tình chạm vào các bộ phận không chính xác bằng dụng cụ được xem xét trong thiết kế bảo vệ.

Hướng dẫn vận hành và bảo trì phải được cung cấp cho chủ sở hữu BESS hoặc đại lý được quy định của họ và bao gồm nhưng không giới hạn:

- a) cách duy trì an toàn trong quá trình bảo trì (bao gồm hướng dẫn an toàn và quy định về thiết bị bảo hộ cá nhân (PPE) cần thiết cho các hoạt động bảo trì khác nhau),
- b) phương pháp phát hiện, quản lý và kiểm soát cháy, nổ và giữ lại khí độc, v.v., bao gồm khả năng xả khí ra ngoài trong tình huống khẩn cấp,
- c) các quy trình vận hành bị cấm, ví dụ,
 - cấm sạc quá mức
 - cấm xả quá mức (để tránh đảo cực)
 - cấm sạc hoặc xả ở nhiệt độ vận hành vượt quá giới hạn do nhà chế tạo quy định
- d) (các) số điện thoại liên hệ khẩn cấp,
- e) các vấn đề an toàn cần được công bố công khai (ví dụ: khu vực hạn chế xung quanh BESS),
- f) cách sử dụng các hệ thống con an toàn,
- g) cách sử dụng các hệ thống bảo vệ,
- h) quy trình khóa và mở khóa tất cả các hệ thống bảo vệ, i) nhận dạng và quy định kỹ thuật của các bộ phận nguy hiểm của BESS.

CHÚ THÍCH: Những yêu cầu này không ngăn cản bất kỳ vấn đề an toàn cần thiết nào khác được mô tả trong bất kỳ tài liệu kỹ thuật và hướng dẫn nào.

Thông tin liên quan đến quy trình thiết kế và lắp đặt phải luôn có sẵn và được kiểm tra trong quá trình bảo trì, có thể bao gồm những điều sau:

- Các thành phần BESS được vận hành thường xuyên dưới sự kiểm soát tự động và/hoặc từ xa.
- Lỗi và/hoặc trục trặc có thể do sự xâm nhập của đất, sự phát triển quá mức của thực vật, bộ lọc hoặc tắc nghẽn bộ lọc hoặc ống, v.v.
- Lịch trình vệ sinh và thay thế vật tư tiêu hao nên được đưa vào kế hoạch vận hành và bảo trì.
- Bản chất và nội dung của thông tin an toàn thiết kế hoặc xây dựng sẽ được nhà cung cấp hoặc nhà chế tạo cung cấp cho người dùng. Điều này phải bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- tất cả các thông số hệ thống con liên quan đến an toàn,
- sự kết hợp của các hệ thống con và phần mềm có thể ảnh hưởng đến an toàn hệ thống đối với các thiết bị tương đương (thay thế),
- các trường hợp sự cố, vấn đề và vấn đề chất lượng trong quá khứ liên quan đến việc thay thế các thiết bị có thể được coi là tương đương,
- độ chính xác đo lường và điều kiện lắp đặt của các cảm biến,
- độ nhạy và điều kiện lắp đặt của các cảm biến khí.

Thông tin liên quan đến sự cần thiết để đảm bảo rằng thiết bị không có khả năng gây ra mối nguy hiểm theo nghĩa của tiêu chuẩn này trong quá trình vận hành do nhà cung cấp quy định phải được cung cấp cho người dùng. Nếu cần phải thực hiện các biện pháp phòng ngừa đặc biệt để tránh gây ra các mối nguy hiểm khi vận hành, lắp đặt, bảo trì, vận chuyển hoặc lưu trữ thiết bị, các hướng dẫn cần thiết phải được cung cấp.

7.13.1.3 Bảo trì định kỳ

Lịch bảo trì định kỳ phải được phát triển bởi nhà chế tạo hoặc tổ chức tích hợp hệ thống. Lịch bảo trì định kỳ nên bao gồm xem xét tần suất sử dụng, thời gian trôi qua và môi trường xung quanh. Bảo trì nên bao gồm toàn bộ hệ thống, từng hệ thống con và thiết bị hệ thống con.

Bảo trì phòng ngừa thường xuyên như làm sạch và thay thế vật tư tiêu hao cùng với giám sát hệ thống là thành phần quan trọng của an toàn từ góc độ hệ thống. Bảo trì phản ứng cũng cần thiết cho các sự cố mà bảo trì theo lịch trình sẽ không phát hiện ra và ảnh hưởng đến độ ổn định của hệ thống, chẳng hạn như sự xâm nhập của nước hoặc đất do điều kiện thời tiết bất ngờ, hoặc khi động vật như chim hoặc gặm nhấm ảnh hưởng đến độ ổn định của vỏ bảo vệ hệ thống.

Sự hỏng hóc và suy giảm hiệu suất của các bộ phận và/hoặc phần của hệ thống hoặc các hệ thống con do sử dụng lâu dài cần được xem xét. Chúng có thể hiện diện mà không có dấu hiệu rõ ràng. Có thể không có chỉ báo rõ ràng về sự hỏng hóc của máy cắt, đèn, quạt thông gió. Ví dụ, chức năng ngắt mạch có thể bị lỗi khi các cáp từ cả hai tiếp điểm của máy cắt bị hàn với nhau. Sự hỏng hóc của đèn và quạt thông gió chỉ có thể nhận thấy sau khi kích hoạt chúng. Phải xem xét việc đo lường và giám sát độ ổn định của hệ thống như mô tả trong 7.13.1.4 để tăng độ an toàn của BESS.

Hướng dẫn an toàn cho vận hành và bảo trì BESS theo yêu cầu trong 7.13.1.2 phải được sử dụng bởi công nhân dưới sự giám sát của người vận hành và/hoặc nhân viên bảo trì đã qua đào tạo.

7.13.1.4 Đo lường và giám sát tình trạng hệ thống

Đo lường và giám sát độ ổn định của hệ thống là rất cần thiết cho bảo trì phòng ngừa và phản ứng. Các mục tạo thành một phần của thử nghiệm đo lường và giám sát độ ổn định của hệ thống nên dựa trên kiến thức thu được từ các sự cố trong quá khứ và phân tích rủi ro sử dụng FTA, FMEA, v.v. Việc phát hiện các hỏng hóc và suy giảm hiệu suất cần được xem xét. Trong hầu hết các trường hợp, BESS có

khả năng được vận hành từ xa mà không có người vận hành được đào tạo. Trong những trường hợp đó, độ ổn định của BESS nên được giám sát từ xa.

Ít nhất tất cả các thông số được phát hiện là quan trọng đối với tình trạng hệ thống trong quá trình phân tích rủi ro phải được đo lường và giám sát, và thông tin ghi lại phải được cung cấp cho người vận hành (ví dụ: điện áp, dòng điện, nhiệt độ, trạng thái sạc (SOC), v.v.).

Trong quá trình vận hành và sau khi tắt máy, điều quan trọng là phải theo dõi các thông số để hiểu tình trạng của pin từ góc độ an toàn. Ví dụ, có khả năng xảy ra hiện tượng thoát nhiệt mất kiểm soát bên trong pin ngay cả sau khi ngắt kết nối khỏi lưới điện. Giám sát từ xa độ ổn định của hệ thống phải được tiếp tục sau khi ngắt kết nối.

Các chức năng giám sát và điều khiển phải được duy trì liên tục để phát hiện trạng thái bất thường của BESS trong điều khiển tự động và/hoặc từ xa.

7.13.1.5 Đào tạo nhân viên

Đối với BESS loại "E-S", bất kỳ yêu cầu nào của 7.13.1.5 sẽ áp dụng cho việc đào tạo nhân viên cho nhân viên dịch vụ của nhà cung cấp BESS.

Đối với BESS loại "E-L", bất kỳ yêu cầu nào của 7.13.1.5 sẽ áp dụng cho việc đào tạo nhân viên cho cả nhà cung cấp BESS và người vận hành theo kết quả của quá trình đánh giá rủi ro (xem Điều 6).

Đào tạo nhân viên phải bao gồm kỹ năng và thông tin an toàn. Trong giai đoạn lắp đặt, nhà cung cấp BESS và nhà chế tạo hệ thống con phải cung cấp hướng dẫn vận hành và an toàn cho chủ sở hữu, người lắp đặt và người vận hành. Những hướng dẫn này phải bao gồm mô tả về hoạt động được phép và mô tả về hoạt động bị cấm.

Hướng dẫn và tài liệu kỹ thuật đào tạo nên được chuẩn bị bằng cách sử dụng thông tin được xác định trong 7.12. Thông tin này nên được cung cấp bởi nhà cung cấp và bao gồm, nhưng không giới hạn ở:

- quy trình sơ tán;
- hướng dẫn sơ tán;
- sử dụng bình chữa cháy hoặc, nếu có, hệ thống dập lửa ở giai đoạn đầu;
- truyền thông thông tin;
- hướng dẫn sử dụng các công cụ bảo vệ thiết yếu (ví dụ: dụng cụ bảo vệ, bộ phận che chắn bao gồm thiết bị bảo hộ cá nhân, và bảng dữ liệu an toàn (SDS) của các hóa chất chính trong các hệ thống con của BESS);
- cách giữ và ghi lại kiến thức để phòng ngừa bỏng và điện giật;
- các biện pháp bảo vệ và logic điều khiển của bản thân BESS;
- phương pháp vận hành các biện pháp an toàn;
- quy trình khóa và mở khóa tất cả các hệ thống bảo vệ.

Nhà chế tạo phải cung cấp hướng dẫn về yêu cầu năng lực và mức độ ủy quyền cho nhân viên vận hành thiết bị hoặc hệ thống an toàn. Hướng dẫn này phải được xem xét cho các yêu cầu đào tạo hoặc ủy quyền cho người vận hành để vào các khu vực hạn chế.

7.13.2 Thay đổi một phần hệ thống

Khi hệ thống được thay đổi một phần, điều cần thiết là phải kiểm tra tính tương thích và sự phù hợp của các bộ phận. Việc xác nhận tính tương thích và sự phù hợp của các bộ phận với hệ thống cần được xem xét. Bất kỳ thay đổi nào có thể làm giảm mức độ an toàn của BESS cần được xem xét. Ngoài ra, trường hợp di dời BESS cũng có thể được xem xét tương tự như các đặc trưng trên.

An toàn BESS phải được đánh giá lại trong các tình huống sau:

- Khi BESS được di chuyển hoặc cài đặt lại tại một địa điểm khác.
- Thay đổi trong chính hệ thống (ví dụ: xuống cấp do lão hóa, quá trình lắp đặt lại, tháo dỡ, vận chuyển và tổ hợp), do các thay đổi đối với BESS trong suốt vòng đời dịch vụ của nó (nghĩa là các bộ phận và vật liệu để sửa chữa); phải xác nhận rằng không có thay đổi về tình trạng an toàn của BESS sau khi thay đổi.
- Thay đổi cần thiết do hệ thống hoặc thành phần bị lỗi hoặc sự cố khác có thể ảnh hưởng đến sự an toàn và độ ổn định của BESS.
- Thay đổi trong ứng dụng của BESS.
- Thay đổi trong môi trường xung quanh bao gồm, nhưng không giới hạn: nhiệt độ, độ ẩm, nền móng tòa nhà, môi trường mưa bão, thông gió, phòng chống cháy nổ và môi trường xung quanh.

Cần chú ý đến:

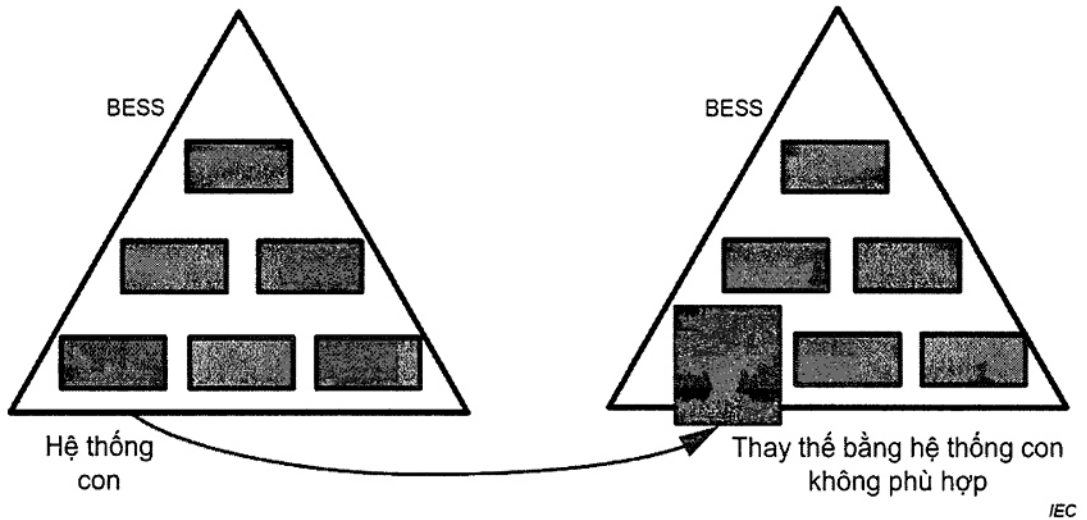
- danh sách các bộ phận có thể trao đổi của người dùng,
- thay đổi công suất và hiệu suất,
- khi BESS được đặt ở nơi thiệt hại phụ có thể có tác động lớn (tòa nhà lớn, trung tâm mua sắm, v.v.) và được đặt ở nơi có điều kiện môi trường khắc nghiệt (thay đổi đáng kể về nhiệt độ),
- rủi ro hóa học có thể dẫn đến sự xuống cấp hoặc hư hỏng pin do vận chuyển cần được giảm thiểu trong quá trình di dời và lắp đặt liên quan,
- hồ sơ bảo trì cần được tham khảo ở mỗi lần di dời.

7.13.3 Sửa đổi thiết kế

BESS được kỳ vọng sẽ hoạt động trong nhiều năm. Trong suốt thời gian hoạt động, hệ thống sẽ trải qua những thay đổi do các thành phần lỗi thời, nâng cấp hoặc công nghệ mới, thay đổi môi trường, thay đổi thị trường hoặc thay đổi quy định. Bất cứ khi nào thay đổi xảy ra, các biện pháp đảm bảo an toàn cho con người từ góc độ hệ thống cần có sửa đổi cho phù hợp. Do đó, việc xem xét thiết kế an toàn phải được thực hiện không chỉ ở giai đoạn thiết kế ban đầu, mà còn bất cứ khi nào thiết kế được thay đổi. Phân tích rủi ro sẽ là một phần cốt lõi của thiết kế an toàn ban đầu và bất kỳ thiết kế lại nào.

Đối với việc thiết kế lại kế hoạch và chương trình an toàn, phân tích rủi ro và FMEA nên được lập lại. Tuy nhiên, tùy thuộc vào mức độ thay đổi, chỉ cần tiến hành FMEA trên phần hệ thống nơi các thay đổi được thực hiện và các khu vực trên toàn bộ hệ thống bị ảnh hưởng.

Hình 4 thể hiện các xem xét về thiết kế an toàn của BESS khi có sự sửa đổi. Việc thay thế toàn bộ các hệ thống con hoặc bất kỳ thành phần nào của chúng đã được xác nhận phù hợp với các tiêu chuẩn kỹ thuật thích hợp có thể có rủi ro an toàn ở cấp độ hệ thống và gây ra sự không tương thích về công suất và/hoặc rủi ro sử dụng trong BESS tổng thể, có thể dẫn đến các mối nguy hiểm cấp hệ thống. Khi có sẵn, các hệ thống con hoặc thành phần giống hệt về mặt kỹ thuật nên được ưu tiên sử dụng.



Hình 4 – Sự không tương thích về công suất và/hoặc sử dụng trong BESS

Các ví dụ về sự không tương thích có thể phát sinh từ các thay đổi hệ thống được liệt kê trong Bảng 4.

Bảng 4 – Ví dụ về sự không tương thích có thể phát sinh từ các thay đổi hệ thống

Sự thay đổi	Tính không tương thích
Nâng cấp hệ thống con tích lũy điện hóa	Tăng cường độ bền của tòa nhà, bình chữa cháy, hệ thống HVAC
Nâng cấp PCS	HVAC, khả năng chịu nhiễu EMC của các hệ thống con khác, v.v.
Thay đổi mục đích sử dụng BESS (điều chỉnh tần số) và/hoặc nâng cấp bộ điều khiển hệ thống	Pin, khả năng làm mát của các hệ thống con khác, v.v.

Thông số kỹ thuật của các hệ thống con thông gió, điều hòa không khí và chữa cháy nên được xác định có xem xét đến sự khác biệt môi trường xung quanh được làm rõ hoàn toàn liên quan đến việc di dời.

Việc di dời BESS phải được thực hiện bằng cùng một quy trình như được sử dụng trong quá trình xây dựng hoặc lắp đặt ban đầu.

7.13.4 Quản lý khi kết thúc vòng đời sử dụng

BESS nên được thiết kế để có thể được tháo dỡ an toàn thành các hệ thống con riêng biệt hoặc thành các thành phần riêng biệt khi kết thúc vòng đời. Các hệ thống con hoặc thành phần bị tháo dỡ nên được xử lý theo các tiêu chuẩn thích hợp, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương.

7.13.5 Các biện pháp xác nhận quản lý an toàn vòng đời sản phẩm

Sự phù hợp với các điều từ 7.13.1 đến 7.13.4 phải được xác nhận bằng các xác nhận thích hợp. Phụ lục E cung cấp thông tin về thực hành tốt cho các xác nhận này.

8 Thử nghiệm và xác nhận hệ thống

8.1 Quy định chung

Thử nghiệm BESS được tiến hành để xác minh tính an toàn và hiệu quả của thiết kế an toàn vốn có của BESS như đã nêu trong 7.10 và các bộ phận che chắn cũng như biện pháp bảo vệ như nêu trong 7.11. Chương trình thử nghiệm sẽ bị ảnh hưởng bởi kích thước (nghĩa là điện áp và lượng năng lượng chứa), vị trí lắp đặt (ví dụ: ngoài trời từ xa, trong nhà), công nghệ (ví dụ: axit chì) và mức độ tiếp xúc (ví dụ: khu dân cư). Ví dụ, chương trình thử nghiệm BESS loại thiết bị gia dụng, lắp đặt trong nhà, sử dụng pin lithium ion, điện áp 240 V, dung lượng 1 kWh được giải quyết theo cách khác với hệ thống tiện ích phức tạp và lớn bao gồm nhiều phần không phải là BESS hoàn chỉnh cho đến khi chúng được lắp đặt tại hiện trường.

BESS dân dụng thường được chứa trong một vỏ bảo vệ sản xuất hàng loạt và được đánh giá theo cách tương tự như một thiết bị gia dụng, trong đó chúng sẽ phải trải qua chương trình thử nghiệm điển hình, với thử nghiệm nghiệm thu tại nhà máy khi sản xuất trước khi rời khỏi nhà máy và có thể một số thử nghiệm nghiệm thu tại hiện trường nhỏ khi lắp đặt. Hệ thống tiện ích phức tạp, được thiết kế độc đáo sẽ có các thành phần chính hoặc hệ thống con được thử nghiệm điển hình như một phần của các tiêu chí tiêu chuẩn của hệ thống con đó. Các thành phần sẽ phải trải qua thử nghiệm nghiệm thu tại nhà máy. Để đánh giá BESS hoàn chỉnh, thử nghiệm nghiệm thu tại hiện trường (SAT) thường cần phải toàn diện hơn, vì BESS không phải là một hệ thống hoàn chỉnh cho đến khi nó được lắp ráp và thử nghiệm hiệu chỉnh tại hiện trường.

Một chương trình thử nghiệm điển hình của hệ thống nên bao gồm tất cả các khía cạnh liên quan đến an toàn. Nếu các thành phần hệ thống đã được đánh giá theo các tiêu chuẩn thử nghiệm điển hình bởi một phòng thử nghiệm được công nhận, thì không cần phải thử nghiệm lại các thành phần này như một phần của thử nghiệm điển hình.

Ngoài các thử nghiệm điển hình, mỗi hệ thống lưu trữ riêng lẻ (hoặc các thành phần chính hay hệ thống con của hệ thống) phải trải qua thử nghiệm nghiệm thu tại nhà máy (FAT) và sau đó hệ thống hoàn chỉnh phải được đánh giá thông qua các thử nghiệm nghiệm thu tại hiện trường (SAT) sau khi lắp đặt và trước khi đưa vào vận hành bình thường.

Thử nghiệm nghiệm thu tại nhà máy (FAT) phải bao gồm ít nhất các điểm sau:

- sự hiện diện và thông số định mức chính xác của cầu chảy và máy cắt;
- sự hiện diện và hoạt động chính xác của các thiết bị dòng điện dư, thiết bị giám sát cách điện và bộ phát hiện sự cố chạm đất;
- sự hiện diện và hoạt động chính xác của bộ ngắt kết nối tự động và thủ công;
- FAT của hệ thống có thể được thực hiện với bộ pin được lắp đặt một phần hoặc bộ pin giả, trong trường hợp các thành phần bộ pin đã trải qua FAT riêng biệt;
- hệ thống chỉ có thể được lắp đặt tại hiện trường nếu đáp ứng một trong các điều kiện sau:
 - hệ thống vượt qua tất cả các thử nghiệm trong FAT;
 - hoặc hệ thống vượt qua hầu hết các thử nghiệm từ FAT, và các điểm còn lại có thể được sửa chữa trong quá trình lắp đặt tại hiện trường và thử nghiệm lại trong SAT mà không ảnh hưởng tiêu cực đến tình huống an toàn.

Sau khi lắp đặt, hệ thống sẽ được thử nghiệm nghiệm thu tại hiện trường (SAT), bao gồm ít nhất các điểm sau:

- a) kiểm định và đo điện trở của hệ thống nối đất;
- b) vận hành đúng các thiết bị dòng điện dư, thiết bị giám sát cách điện, thiết bị phát hiện sự cố chạm đất và các thiết bị ngắt kết nối tự động và thủ công;
- c) lắp đặt đúng cách;
- d) kiểm tra các kết nối điện, cơ khí và chất lỏng được thực hiện tại hiện trường;
- e) hoàn thành việc thử nghiệm hiệu chỉnh theo hướng dẫn, phân tích rủi ro và quy định địa phương.

Các yêu cầu chung được mô tả trong IEC/TS 62933-5-1:2017, Điều 8, sẽ được áp dụng.

Việc thiết lập tất cả các tương tác giữa các hệ thống chính của BESS sẽ được kiểm tra.

Một số thử nghiệm và xác nhận hệ thống được quy định có thể được miễn nếu có sự chứng minh rõ ràng trong đánh giá rủi ro rằng các mục tiêu an toàn được hỗ trợ bởi các biện pháp được miễn vẫn đạt được rõ ràng, ngay cả khi không thực hiện tiêu chuẩn đánh giá liên quan.

Bảng 5 cung cấp quy định chung về thử nghiệm và xác nhận của BESS.

Bảng 5 – Quy định chung về phê chuẩn và thử nghiệm cho BESS

Thử nghiệm	Điều	Tiêu chuẩn viện dẫn	Các thử nghiệm cần thiết		
			Thử nghiệm điển hình	Thử nghiệm FAT	Thử nghiệm SAT
Nguy cơ về điện	8.2.1				
Bảo vệ ngắn mạch	8.2.1.1	-	X	-	-
Bảo vệ quá tải, sạc dòng lớn và sự cố chạm đất	8.2.1.2	-	X	-	X
Bảo vệ chịu điện áp xung	8.2.1.3	IEC 60664-1	X	-	-
Điện áp điện môi	8.2.1.4	IEC 60664-1	X	X*	X*
Điện trở cách điện	8.2.1.5	IEC 60364-6	X	X	X
Kiểm tra hệ thống nối đất và liên kết	8.2.1.6	IEC 62368-1 IEC 61936-1	X*	-	X*
Chống tách đảo	8.2.1.7	-	X*	X*	X*
Mối nguy về cơ	8.2.2				
Va đập vỏ bảo vệ	8.2.2.1	IEC 62477-1	X	-	-
Lực tĩnh	8.2.2.2	IEC 62477-1	X	-	-
Tác động động đất và rung động	8.2.2.3	-	-	-	X
Cháy nổ	8.2.3				
Quy định kỹ thuật của khí dễ cháy	8.2.3.1	-	X	-	-
Phát hiện khí / phát hiện khí thải	8.2.3.2	IEC 60079-29 (tất cả các phần)	X	X*	X*
Thông gió	8.2.3.3	IEC 60079-7 IEC 60079-13	-	X*	X*
Các mối nguy phát sinh từ trường điện, từ và điện từ	8.2.4	IEC 61000-1-2 IEC 61000-6-7 IEC 60364-4-44	X	-	-
Các mối nguy về cháy (lan truyền)	8.2.5	IEC 62619	X	X*	X*
Các mối nguy về nhiệt độ	8.2.6				
Xác minh hoạt động điều khiển nhiệt	8.2.6.1	-	X*	-	X
Hoạt động bất thường của các hệ thống con thông gió	8.2.6.2	-	X	-	X
Thử nghiệm nhiệt độ trong điều kiện hoạt động bình thường	8.2.6.3	-	X	-	X

Bảng 5 (kết thúc)

Thử nghiệm	Điều	Tiêu chuẩn viện dẫn	Các thử nghiệm cần thiết		
			Thử nghiệm điển hình	Thử nghiệm FAT	Thử nghiệm SAT
Tác động hóa học	8.2.7				
Quy định kỹ thuật của chất lỏng độc hại	8.2.7.1	-	X	-	-
Phát hiện chất lỏng	8.2.7.2	-	X	X*	X*
Biện pháp bảo vệ chống lại chất lỏng nguy hiểm	8.2.7.3	-	X	X*	X*
Các mối nguy phát sinh từ sự cố hệ thống phụ trợ, điều khiển và truyền thông	8.2.8	IEC/TS 62933-5-1	X	-	X*
Các mối nguy phát sinh từ môi trường	8.2.9				
Khả năng chống thấm ẩm	8.2.9.2	IEC 60529	X	-	-
Tiếp xúc với môi trường biển (sương muối)	8.2.9.3	IEC 60086-5-52	X	-	-
Cấp IP của vỏ bảo vệ BESS và các bộ phận che chắn bảo vệ	8.2.10	IEC 60529	X	-	-
<p>CHÚ THÍCH 1: Các điều kiện áp dụng chi tiết của các mục thử nghiệm "X*" có thể được tìm thấy trong các tiêu mục riêng lẻ.</p> <p>CHÚ THÍCH 2: Các mục và quy trình thử nghiệm chi tiết của SAT có thể được quyết định có xem xét đến thiết kế hệ thống BESS riêng lẻ.</p>					

8.2 Thử nghiệm và xác nhận BESS

8.2.1 Các mối nguy về điện

8.2.1.1 Bảo vệ chống xả dòng lớn (ngắn mạch)

Các mạch DC của BESS phải được bảo vệ khỏi ngắn mạch (hoặc chống ngắn mạch) ở cả hai phía AC và DC. Mỗi hệ thống tích trữ điện hóa phải được bảo vệ khỏi ngắn mạch. Mỗi hệ thống chuyển đổi năng lượng phải được bảo vệ khỏi ngắn mạch. Khi áp dụng các tín hiệu mô phỏng phù hợp, bảo vệ ngắn mạch phải hoạt động để ngăn ngừa hư hỏng cho BESS có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm. Bảo vệ ngắn mạch phải hoạt động như thiết kế.

8.2.1.2 Bảo vệ quá tải, sạc dòng cao và sự cố chạm đất

Khi lắp đặt, BESS phải được kiểm tra với các tín hiệu mô phỏng phù hợp để xác định xem mạch sạc có bị ngắt kết nối như thiết kế khi phát hiện trạng thái quá tải, sạc dòng lớn trong các hệ thống tích trữ điện hóa hoặc sự cố chạm đất trong toàn bộ BESS hay không.

Dù là thử nghiệm điển hình FAT của các điều khiển bảo vệ (đối với BESS loại "V-L") hay khi lắp đặt như SAT (đối với BESS loại "V-H"), bất kỳ chức năng hệ thống con nào cung cấp bảo vệ trong quá trình sạc

phải được kiểm tra trong quá trình sạc bình thường với các tín hiệu mô phỏng phù hợp cho các sự cố được liệt kê dưới đây:

- áp dụng từng sự cố một lần,
- điện áp của các hệ thống tích trữ điện hóa chỉ ra quá tải,
- dòng điện của các hệ thống tích trữ điện hóa chỉ ra quá dòng, và
- khi phát hiện sự cố chạm đất.

Dưới tác động của các lỗi đã áp dụng, bảo vệ chống quá tải, mức sạc cao và sự cố chạm đất của BESS phải ngăn chặn thiệt hại cho BESS dẫn đến tình trạng nguy hiểm. Các cơ chế bảo vệ phải hoạt động đúng theo thiết kế.

8.2.1.3 Bảo vệ chịu điện áp xung

Thử nghiệm này là thử nghiệm điển hình vì nó có thể gây hư hỏng cho BESS đang thử nghiệm. Thử nghiệm điện áp xung nhằm xác minh khả năng của cách điện rắn chịu điện áp xung định mức. Các dạng sóng điện áp được sử dụng cho thử nghiệm này nên mô phỏng quá điện áp khí quyển và bao gồm quá điện áp do đóng cắt thiết bị điện áp thấp.

Một thử nghiệm điện áp xung theo IEC 60664-1:2007, 6.1.3.3, phải được thực hiện trên BESS.

Ít nhất là quá điện áp nhóm III (đối với BESS loại "V-L") hoặc IV (đối với các hệ thống con liên quan đến an toàn của BESS loại "V-H") trong IEC 60664-1:2007, Bảng F.1, sẽ được áp dụng để xác định tiêu chí điện áp xung định mức. Ít nhất là mức ô nhiễm 2 hoặc 3 trong IEC 60664-1:2007, Bảng F.2, sẽ được áp dụng để xác định tiêu chí về khoảng cách cách điện. Kết quả của việc áp dụng điện áp xung là không được phép xảy ra hiện tượng đánh thủng hoặc phá vỡ cục bộ cách điện rắn trong quá trình thử nghiệm, nhưng các phóng điện cục bộ được cho phép. Hiện tượng phá vỡ cục bộ sẽ được biểu thị bằng một bước nhảy trong dạng sóng xung, xảy ra sớm hơn ở các xung liên tiếp. Hiện tượng phá vỡ ngay trong xung đầu tiên có thể chỉ ra sự hỏng hóc hoàn toàn của hệ thống cách điện hoặc sự hoạt động của các thiết bị giới hạn quá điện áp trong thiết bị.

Thử nghiệm xung có thể được miễn nếu BESS sử dụng bảo vệ chống sét đã được đánh giá cho các xung dự kiến.

8.2.1.4 Thử nghiệm điện môi

Thử nghiệm điện môi AC nên xác minh khả năng chịu đựng của cách điện rắn đối với:

- quá áp tạm thời ngắn hạn;
- điện áp ổn định cao nhất;
- điện áp đỉnh định kỳ.

Nếu giá trị đỉnh của điện áp thử nghiệm điện môi AC bằng hoặc cao hơn điện áp xung định mức, thì thử nghiệm điện áp xung trong 8.2.1.3 được bao gồm trong thử nghiệm điện môi AC.

Thử nghiệm điện môi AC phù hợp với IEC 60664-1:2007, 6.1.3.4, phải được tiến hành. Ít nhất quá điện áp nhóm III (đối với chính BESS loại "V-L") hoặc IV (đối với các hệ thống con liên quan đến an toàn của BESS loại "V-H") trong IEC 60664-1:2007, Bảng F.1, phải áp dụng để xác định các tiêu chí điện áp xung định mức. Ít nhất mức ô nhiễm 2 hoặc 3 trong IEC 60664-1:2007, Bảng F.2, phải áp dụng để xác định các tiêu chí khoảng cách.

Như một lựa chọn thay thế cho thử nghiệm điện môi AC, có thể tiến hành thử nghiệm điện môi DC theo IEC 60664-1:2007, 6.1.3.6.

Kết quả của thử nghiệm không được có dấu vết của sự cố điện môi trên các mạch được thử nghiệm.

Thử nghiệm điện môi cũng phải được tiến hành trên toàn bộ BESS hoặc, ít nhất, các hệ thống tích trữ điện hóa với điện áp làm việc vượt quá ELV như FAT.

CHÚ THÍCH: Thử nghiệm này có thể gây ra hồ quang bên trong các cell pin hoặc các hệ thống tích trữ điện hóa với sự bốc cháy và nổ khí và chất điện phân liên quan. Do đó, một quy trình thử nghiệm an toàn sẽ được thực hiện.

8.2.1.5 Điện trở cách điện

Thử nghiệm điện trở cách điện nên được tiến hành theo IEC 60364-6:2016, 6.4.3.3 và 6.4.3.4. Điện trở cách điện được sử dụng trên các mạch điện áp nguy hiểm trong BESS phải tuân thủ các giá trị trong IEC 60364-6:2016, Bảng 6.1.

8.2.1.6 Kiểm tra hệ thống nối đất

Hệ thống nối đất của BESS phải được xác nhận theo các phương pháp được nêu dưới đây. Các phép đo phải được thực hiện giữa hai vị trí bất kỳ của hệ thống nối đất.

Đối với loại "V-L", hệ thống nối đất của BESS phải được xác nhận bằng cách đo điện trở của điện cực nối đất theo IEC 60364-6:2016, 6.4.3.7.2, hoặc đo trở kháng mạch vòng sự cố chạm đất theo IEC 60364-6:2016, 6.4.3.7.3.

Đối với loại "V-H", hệ thống nối đất của BESS phải được xác nhận theo IEC 61936-1:2010 và IEC 61936-1:2010/AMD1:2014, Điều 10.

8.2.1.7 Chống tách đảo

Bất kỳ chức năng chống tách đảo nào của BESS phải được thử nghiệm hoặc xác nhận theo cách thích hợp để xác nhận các yêu cầu trong 7.11.3.1.

8.2.2 Các mối nguy cơ học

8.2.2.1 Độ bền của vỏ bảo vệ trước va đập

Đối với hệ thống pin lưu trữ điện năng lượng (BESS) loại "E-S", vỏ bảo vệ phải được kiểm tra độ chịu va đập theo tiêu chuẩn IEC 62477-1:2012, 5.2.2.4.3. Kết quả của thử nghiệm va đập này không được gây ra hư hại dẫn đến khả năng tiếp xúc với các bộ phận nguy hiểm theo 8.2.10. Sau thử nghiệm, hệ

thống BESS không được có mối nguy về điện giật, xác định theo thử nghiệm chịu đựng điện áp điện môi ở 8.2.1.4.

Đối với loại "E-L", vỏ bảo vệ của các hệ thống con của BESS phải chịu các thử nghiệm va đập như trên.

8.2.2.2 Độ bền vỏ bảo vệ chống lại lực tĩnh

Đối với BESS loại "E-S", vỏ bảo vệ phải được thử nghiệm theo IEC 62477-1:2012, 5.2.2.4.2.3. Kết quả của các thử nghiệm lực, không được có hư hỏng nào dẫn đến tiếp cận với các bộ phận nguy hiểm theo 8.2.10. Sau thử nghiệm này, BESS không được thể hiện bất kỳ mối nguy về điện giật nào được xác định theo thử nghiệm chịu đựng điện áp điện môi trong 8.2.1.4.

Đối với loại "E-L", vỏ bảo vệ của các hệ thống con của BESS phải được thử nghiệm lực như trên.

8.2.2.3 Va đập và rung động trong quá trình vận chuyển và các sự kiện địa chấn (ví dụ: động đất)

Mức độ thiết kế an toàn chống lại va đập và rung động trong quá trình vận chuyển và các sự kiện địa chấn (ví dụ: động đất) thường phụ thuộc vào các quy định địa phương và môi trường lắp đặt. Tuy nhiên, bản thân mức độ an toàn phải được xác nhận tại hiện trường theo kết quả đánh giá rủi ro hệ thống (xem Điều 6). Ít nhất các trạng thái trong danh sách dưới đây phải được xác minh là SAT theo các tiêu chuẩn, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương:

- mỗi hệ thống con và toàn bộ hệ thống phải được cố định chắc chắn vào kết cấu, nền móng hoặc đất;
- các mạch điện và điểm kết nối giữa các hệ thống con phải vẫn hoạt động sau các sự kiện địa chấn;
- các mạch điều khiển, giám sát và nối đất phải vẫn hoạt động sau các sự kiện địa chấn.

8.2.3 Cháy nổ

8.2.3.1 Quy định kỹ thuật của khí dễ cháy

Khí dễ cháy cần được phát hiện phải được quy định trong quá trình thiết kế hệ thống thích hợp.

CHÚ THÍCH: Yêu cầu này sẽ phụ thuộc vào thành phần hóa học của hệ thống tích trữ điện hóa. Như đã nêu trong Phụ lục B, một số BESS có thể xả khí dễ cháy trong điều kiện hoạt động bình thường và các BESS khác có thể xả khí nổ hoặc khí dễ cháy trong các điều kiện lạm dụng dẫn đến quá nhiệt của BESS và có thể gây cháy hoặc nổ.

8.2.3.2 Phát hiện khí / phát hiện khí thải

Sự thoát khí từ BESS có khả năng xảy ra như một hệ quả từ các thử nghiệm điển hình phải được đánh giá về các đặc tính dễ cháy và các rủi ro liên quan của môi trường nổ bằng các phương tiện kỹ thuật thích hợp.

CHÚ THÍCH: Ngoài ra, đối với BESS có thể gặp phải khả năng thoát nhiệt mất kiểm soát theo Phụ lục B, có thể cần phải tiến hành thử nghiệm cháy quy mô lớn bao gồm giám sát phát thải khí dễ cháy. Dữ liệu về loại và lượng khí dễ cháy phát thải thu được trong quá trình thử nghiệm có thể hỗ trợ trong việc xác định thông gió nổ thích hợp

để ngăn ngừa nguy cơ nổ trong trường hợp xảy ra cháy từ BESS. Xem Phụ lục C để biết chi tiết về thử nghiệm cháy quy mô lớn.

Khi lắp đặt, bất kỳ chức năng nào của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh để báo cáo sự cố khí dễ cháy phải được thử nghiệm theo các tiêu chuẩn thích hợp, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương để xác nhận rằng các chức năng của chúng tự động hoạt động khi nồng độ khí dễ cháy vượt quá giới hạn được quy định bởi nhà chế tạo. Các chức năng của chúng phải hoạt động như được thiết kế. Thử nghiệm điển hình cho các thành phần riêng lẻ của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh phải được thực hiện. FAT hoặc SAT cho BESS với sự kết hợp của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh cũng phải được thực hiện với các tín hiệu mô phỏng thích hợp cho các sự kiện cần phát hiện.

Tham khảo IEC 60079-29 (tất cả các phần) để được hướng dẫn về bộ phát hiện khí dễ cháy.

8.2.3.3 Thông gió

Các hệ thống thông gió được cung cấp tại địa điểm BESS đã được đặt hoặc được cung cấp trong chính BESS phải được thử nghiệm. Thử nghiệm điển hình cho các thành phần riêng lẻ phải được thực hiện. SAT cho BESS với hệ thống thông gió cũng phải được thực hiện. Kết quả của các thử nghiệm được tiến hành, các hệ thống thông gió phải tự động hoạt động như được thiết kế.

Đối với BESS loại "V-H/S-O/C-A, C-B, C-D và C-Z", và nếu hệ thống thông gió cưỡng bức được cung cấp, SAT cho hệ thống thông gió cưỡng bức cũng phải được thực hiện với các tín hiệu mô phỏng thích hợp sẽ được gửi khi phát hiện nồng độ khí dễ cháy có thể cháy. Kết quả là, các hệ thống thông gió phải tự động hoạt động như được thiết kế.

Tham khảo IEC 60079-7:2015, 6.6.4, để biết phương pháp đánh giá thông gió ngăn pin, hoặc IEC 60079-13.

8.2.4 Các mối nguy phát sinh từ trường điện, từ và điện từ

Các chức năng an toàn của các hệ thống con liên quan đến an toàn của BESS phải tuân thủ IEC 61000-6-7, hoặc an toàn chức năng phải được xem xét liên quan đến các hiện tượng điện từ theo IEC 61000-1-2, nếu có thể.

Các biện pháp bảo vệ khỏi sự cố do nhiễu của các hệ thống con của BESS phải được xác nhận bằng phương pháp được nêu trong IEC 60364-4-44.

Đối với loại "V-L", việc tuân thủ các yêu cầu trên phải được xác nhận bằng thử nghiệm điển hình với một BESS đại diện.

Đối với loại "V-H", việc tuân thủ các yêu cầu trên phải được xác nhận bằng các thử nghiệm điển hình với các hệ thống con BESS liên quan đến an toàn riêng lẻ và xác nhận tại hiện trường các hệ thống điều khiển BESS.

8.2.5 Các mối nguy về cháy (lan truyền)

Các hệ thống tích trữ điện hóa loại "C-A" phải được thử nghiệm và xác nhận theo các yêu cầu của IEC 62619:2017, 7.3.3.

Các đặc tính cháy của BESS có khả năng xảy ra thoát nhiệt mất kiểm soát theo Phụ lục B nên được xác định thông qua thử nghiệm cháy quy mô lớn của BESS đánh giá sự cháy lan và sinh nhiệt cho hệ thống BESS dự kiến có và không có hệ thống chữa cháy. Dữ liệu thử nghiệm được tạo ra từ thử nghiệm cháy quy mô lớn có thể xác nhận việc lắp đặt BESS với hệ thống chữa cháy dự định. Xem Phụ lục C để biết chi tiết về thử nghiệm cháy quy mô lớn.

Khi lắp đặt, các biện pháp dưới đây phải được kiểm tra:

- đối với BESS loại "S-O", báo động cháy và các hệ thống con chữa cháy được lắp đặt và thử nghiệm hiệu chỉnh tại vị trí BESS;
- đối với BESS loại "S-U", bất kỳ báo động cháy và các hệ thống con chữa cháy nào được cung cấp trong khu vực lân cận;
- trong cả hai trường hợp, nếu báo động cháy phát hiện mối nguy về cháy, các hệ thống con chữa cháy tự động hoạt động.

Trong trường hợp kết quả của đánh giá rủi ro cấp hệ thống cho thấy hệ thống chữa cháy là không cần thiết, thì sẽ không cần phải lắp đặt hệ thống chữa cháy. Tính hiệu quả của chức năng truyền thông phải được xác nhận bằng cách đưa vào các tín hiệu mô phỏng thích hợp. Các tín hiệu phải được truyền đến các mạng truyền thông, rơ-le, bộ thu và hệ thống con chữa cháy một cách an toàn như được thiết kế.

Khi lắp đặt, bất kỳ chức năng nào của hệ thống phát hiện cháy, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh để báo cáo sự cố cháy, và bình chữa cháy, phải được thử nghiệm theo các tiêu chuẩn thích hợp, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương để xác nhận rằng các chức năng của chúng tự động hoạt động khi sự cố cháy xảy ra. Các chức năng của chúng phải hoạt động như được thiết kế. Thử nghiệm điển hình cho các thành phần riêng lẻ của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh phải được thực hiện. FAT hoặc SAT cho toàn bộ hệ thống BESS với sự kết hợp của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh, và bình chữa cháy cũng phải được thực hiện.

8.2.6 Các mối nguy về nhiệt độ

8.2.6.1 Xác minh hoạt động điều khiển nhiệt

BESS phải trải qua quá trình xác minh hoặc thử nghiệm sau:

- Các hệ thống tích trữ điện hóa có đo nhiệt độ pin phải được kiểm tra bằng cách đưa chúng vào một tín hiệu mô phỏng thích hợp cho biết tình trạng quá nhiệt để xác minh phản ứng của hệ thống.
- Khi nhiệt độ của BESS vượt quá các giá trị quy định, các bộ điều khiển nhiệt phải dừng hoặc kiểm soát việc sạc và xả để duy trì các điều kiện hoạt động quy định.
- Nếu chưa được thực hiện như một phần của thử nghiệm điển hình, khi lắp đặt, BESS phải được

kiểm tra để xác định xem việc sạc và xả có bị dừng khi nhiệt độ của các hệ thống tích trữ điện hóa vượt quá giới hạn nhiệt độ do nhà chế tạo quy định hay không.

Trong trường hợp thiết bị giới hạn dòng điện được trang bị bên ngoài các hệ thống tích trữ điện hóa, chức năng của thiết bị giới hạn dòng điện phải được kiểm tra bằng cách xác nhận hệ thống hoặc bằng cách thử nghiệm với các tín hiệu mô phỏng thích hợp về quá tải hoặc tăng nhiệt độ.

Khi lắp đặt, bất kỳ chức năng nào của hệ thống phát hiện quá nhiệt, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh để báo cáo sự cố quá nhiệt phải được thử nghiệm hoặc xác nhận theo các tiêu chuẩn thích hợp, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương để xác nhận rằng các chức năng của chúng tự động hoạt động khi các giới hạn nhiệt độ được giám sát vượt quá giới hạn do nhà chế tạo cung cấp. Thử nghiệm điển hình cho các thành phần riêng lẻ của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh phải được thực hiện.

Đối với BESS loại "V-H", SAT cho toàn bộ lắp đặt BESS với sự kết hợp của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh phải được thực hiện.

Tất cả các chức năng trên phải hoạt động như được thiết kế.

Phụ lục G cung cấp thêm thông tin về hoạt động điều khiển nhiệt.

8.2.6.2 Hoạt động bất thường của các hệ thống con thông gió

Thử nghiệm này được tiến hành trên BESS có hệ thống thông gió hoặc lỗ thông gió trong vỏ bảo vệ BESS. Hệ thống thông gió của BESS sẽ bị chặn hoặc ngắt kết nối. Sau đó, BESS sẽ phải chịu bất kỳ nguồn nhiệt nội bộ nào (tức là chu kỳ xả/sạc của các hệ thống tích trữ điện hóa) để xem liệu các bộ điều khiển có phát hiện ra hệ thống thông gió bị lỗi và liệu chúng có kết thúc việc sạc và xả trước khi BESS quá nóng hay không. Thử nghiệm có thể được tiến hành với hệ thống thông gió đang hoạt động và bất kỳ lỗ thông gió hoặc ống dẫn nào bị chặn.

Thử nghiệm sẽ được lặp lại với hệ thống thông gió đang hoạt động, nhưng với bất kỳ lỗ thông gió hoặc ống dẫn nào bị chặn.

Khi lắp đặt, BESS phải được kiểm tra để xác định xem việc phát hiện các điều kiện bất thường của các hệ thống con thông gió có được cảnh báo cho người vận hành hay không. Khi lắp đặt, BESS phải được kiểm tra để xác định xem chức năng cảnh báo cho người vận hành có tự động hoạt động khi nhiệt độ của các hệ thống tích trữ điện hóa vượt quá giới hạn nhiệt độ do nhà chế tạo quy định hay không.

Bất kỳ chức năng thiết bị cảnh báo nào phải được kiểm tra bằng cách thử nghiệm hệ thống với các tín hiệu mô phỏng thích hợp.

Tất cả các chức năng trên phải hoạt động như được thiết kế.

8.2.6.3 Thử nghiệm nhiệt độ trong điều kiện hoạt động bình thường

Khi hoạt động ở tải và thông số hoạt động tối đa, nhiệt độ trên các thành phần nhạy cảm với nhiệt độ của BESS phải nằm trong thông số kỹ thuật của chúng. Các thông số hoạt động cho các hệ thống tích

trữ điện hóa phải nằm trong các thông số hoạt động quy định của chúng về điện áp, dòng điện và nhiệt độ.

BESS phải được vận hành ở điều kiện tải bình thường tối đa cho sạc và xả. Trong quá trình vận hành này, nhiệt độ trên các thành phần quan trọng về nhiệt độ bao gồm các hệ thống tích trữ điện hóa và điện áp cũng như dòng điện của các hệ thống tích trữ điện hóa phải được giám sát để xác định xem chúng có hoạt động trong phạm vi nhiệt độ, dòng điện và điện áp quy định của chúng hay không.

Tất cả các chức năng trên phải hoạt động như được thiết kế.

8.2.7 Tác động hóa học

8.2.7.1 Quy định kỹ thuật của chất lỏng nguy hiểm

Các chất lỏng nguy hiểm cần được phát hiện trước tiên phải được xác định và quy định trong quá trình thiết kế hệ thống thích hợp.

CHÚ THÍCH: Kết quả của yêu cầu này sẽ phụ thuộc vào thành phần hóa học của hệ thống tích trữ điện hóa. Xem Phụ lục B.

8.2.7.2 Phát hiện chất lỏng

Khi lắp đặt, bất kỳ chức năng nào của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh để báo cáo sự cố chất lỏng nguy hiểm phải được thử nghiệm theo các tiêu chuẩn thích hợp, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương để xác nhận rằng các chức năng của chúng tự động hoạt động khi nồng độ hoặc rò rỉ chất lỏng nguy hiểm xảy ra. Các chức năng của chúng phải hoạt động như được thiết kế. SAT cho các thành phần riêng lẻ của hệ thống phát hiện, cảnh báo âm thanh và tín hiệu hình ảnh phải được tiến hành với các tín hiệu mô phỏng thích hợp cho các sự kiện cần phát hiện.

Các thử nghiệm này có thể được tiến hành như một thử nghiệm điển hình nếu các cảm biến và hệ thống báo động hóa chất nguy hiểm được cung cấp như một phần của BESS thay vì như một hệ thống bảo vệ được lắp đặt như một phần của địa điểm lắp đặt.

8.2.7.3 Biện pháp bảo vệ chống lại chất lỏng nguy hiểm

Bất kỳ chức năng nào của các biện pháp bảo vệ chống lại chất lỏng nguy hiểm được yêu cầu trong 7.11.3.1 phải được thử nghiệm hoặc xác nhận theo các tiêu chuẩn thích hợp, hướng dẫn của nhà chế tạo và quy định địa phương. Các chức năng của chúng phải hoạt động như được thiết kế.

8.2.8 Các mối nguy phát sinh từ sự cố của hệ thống phụ trợ, điều khiển và truyền thông

Các thử nghiệm để xác định xem nguy hiểm có phát sinh từ sự cố hệ thống phụ trợ, sự cố hệ thống điều khiển, sự cố hệ thống truyền thông nội bộ và sự cố hệ thống truyền thông bên ngoài của BESS hay không phải được tiến hành theo IEC/TS 62933-5-1. Phân tích hệ thống sẽ cung cấp hướng dẫn về các lỗi có thể xảy ra đối với các hệ thống con này của BESS.

Hoạt động chính xác của các khóa liên động an toàn phải được xác nhận theo các quy trình được quy định trong 8.2.8. Các thông số BESS phải có sẵn qua mạng truyền thông ngay cả khi hệ thống được tắt chính xác.

Tất cả các chức năng trên phải hoạt động như được thiết kế.

8.2.9 Các mối nguy phát sinh từ môi trường

8.2.9.1 Quy định chung

Các thử nghiệm được nêu dưới đây áp dụng cho các BESS có thông số môi trường hoặc dự định được lắp đặt ở nơi các điều kiện môi trường có thể ảnh hưởng đến sự an toàn của chúng.

8.2.9.2 Tiếp xúc với thẩm ẩm

BESS phải được xác nhận bằng kiểm tra thiết kế hệ thống theo kết quả của đánh giá rủi ro cấp hệ thống (xem Điều 6) hoặc bằng thử nghiệm hoàn chỉnh thông số bảo vệ xâm nhập (cấp IP) (môi trường) đã công bố của nó theo IEC 60529.

Nếu BESS được thử nghiệm về sự xâm nhập của hơi ẩm, BESS không được thể hiện dấu hiệu cháy hoặc nổ, và không được có hư hỏng vỏ bảo vệ dẫn đến tiếp cận với các bộ phận nguy hiểm theo 8.2.10. Các hệ thống bảo vệ phải vẫn hoạt động. BESS không được gây ra mối nguy về điện giật được xác định bằng sự tuân thủ thử nghiệm chịu đựng điện áp điện môi của 8.2.1.4.

BESS dự định được lắp đặt ở các vị trí có thể bị ngập nước phải trải qua thử nghiệm tiếp xúc ngâm nước bằng cách sử dụng nước muối có trọng lượng 5% NaCl trong H₂O. BESS phải được ngâm hoàn toàn hoặc các phần của BESS sẽ bị ảnh hưởng bởi ngâm nước phải được ngâm trong 2 giờ hoặc cho đến khi phản ứng dương như đã dừng lại. Kết quả của sự ngâm, không được có cháy hoặc nổ.

Trong trường hợp khí hoặc chất lỏng độc hại được giải phóng khi có nước, khí hoặc chất lỏng phải được phát hiện. Chúng phải được xác định (bản chất) và quy định (thể tích giải phóng) trong quá trình thiết kế hệ thống thích hợp. Biện pháp bảo vệ khỏi tác động hóa học phải được cung cấp như mô tả trong 7.11.3.6.

Quy trình cần tuân thủ với các yêu cầu trên được bao gồm trong ví dụ thử nghiệm được đưa ra trong Phụ lục D.

8.2.9.3 Tiếp xúc với môi trường biển (sương muối)

BESS dự định lắp đặt trong hoặc xung quanh môi trường biển (ví dụ: gần bờ biển, trên bến tàu, v.v.) phải được xác nhận bằng kiểm tra thiết kế hệ thống theo kết quả của đánh giá rủi ro cấp hệ thống (xem Điều 6) hoặc hoàn toàn trải qua phương pháp thử nghiệm tiếp xúc 1 hoặc 2 được quy định trong IEC 60068-2-52.

CHÚ THÍCH: IEC 60068-2-52 định nghĩa phương pháp thử nghiệm 1 hoặc 2 cho thiết bị được sử dụng liên tục trong hoặc xung quanh môi trường biển. Kết quả của sự tiếp xúc với sương muối, BESS không được thể hiện dấu

hiệu cháy hoặc nổ. Không được có hư hỏng vỏ bảo vệ dẫn đến tiếp cận với các bộ phận nguy hiểm. BESS không được gây ra mối nguy về điện giật được xác định bằng sự tuân thủ thử nghiệm chịu đựng điện áp điện môi của 8.2.1.4.

Trong trường hợp khí hoặc chất lỏng độc hại được giải phóng khi có nước muối, khí hoặc chất lỏng phải được phát hiện. Chúng phải được xác định (bản chất) và quy định (thể tích giải phóng) trong quá trình thiết kế hệ thống thích hợp. Biện pháp bảo vệ khởi tác động hóa học phải được cung cấp như mô tả trong 7.11.3.6.

Quy trình có thể được thực hiện để tuân thủ với các yêu cầu trên được bao gồm trong ví dụ thử nghiệm được thể hiện trong Phụ lục D.

8.2.10 Cấp IP của vỏ bảo vệ BESS và các bộ phận che chắn bảo vệ

Vỏ bảo vệ BESS và các bộ phận che chắn bảo vệ phải tuân thủ cấp IP của chúng để tiếp cận với các bộ phận nguy hiểm (ví dụ: các bộ phận chuyển động nguy hiểm, các bộ phận điện không được cách điện ở điện áp nguy hiểm) theo IEC 60529.

9 Hướng dẫn và tài liệu kỹ thuật

Ngoài các yêu cầu trong 7.12 và 7.13.1.1 đến 7.13.1.4, các chú thích trong IEC/TS 62933-5-1:2017, Điều 9, cũng được áp dụng.

Phụ lục A

(tham khảo)

Các mô hình sở hữu BESS

Tiêu chuẩn này đề cập đến vấn đề an toàn và không quyết định quyền sở hữu BESS, nhưng việc quyết định và làm rõ quyền sở hữu rất quan trọng đối với an toàn BESS và trách nhiệm đối với chúng, vì vậy việc mô tả các mô hình sở hữu cũng quan trọng vì điều đó hữu ích cho việc quyết định quyền sở hữu.

Các mô hình sở hữu là một vấn đề cần xem xét quan trọng đối với BESS, đặc biệt là trong các hệ thống lắp đặt nhỏ cho hộ gia đình và thương mại. Trong khi các hệ thống lớn hơn thường là một phần của hệ thống tiện ích lớn hơn, có các quy trình và nhiệm vụ cụ thể được phân công, các hệ thống nhỏ hơn có thể được xem xét theo cùng cách như các thiết bị gia dụng như tủ lạnh. Trong trường hợp này, nên giả định rằng người sử dụng hệ thống không có chuyên môn kỹ thuật cũng như ý thức đầy đủ về các khía cạnh an toàn của BESS. Khi tình huống này có khả năng phổ biến trong tương lai, cần xem xét những điều sau:

- hệ thống có nên được bán trọn gói mà không có sự tham gia liên tục giữa chủ sở hữu hệ thống và/hoặc nhà cung cấp không?
- các mục tiêu về an toàn và hiệu suất của hệ thống có đạt được tốt hơn thông qua mô hình cho thuê có quản lý không?
- liệu việc cho thuê có quản lý hoặc chế độ dịch vụ theo hợp đồng có khả thi hoặc hiệu quả về mặt chi phí không?
- khía cạnh này có nên chịu sự điều chỉnh của quy định không?
- liệu mô hình sở hữu có nhất thiết hạn chế loại hóa chất có thể được lắp đặt trong các hệ thống nhỏ hơn này không?
- tác động của việc chuyển nhượng quyền sở hữu là gì khi chủ sở hữu mới thậm chí có thể không biết về sự tồn tại của BESS?
- mức độ tham gia nào được yêu cầu với công ty cung cấp điện khi BESS ở phía người tiêu dùng của đồng hồ điện; quyền của công ty tiện ích trong trường hợp này là gì?
- tại thời điểm nào hệ thống trở thành rủi ro đáng kể để yêu cầu các biện pháp quy định, khi BESS cơ bản nhất có thể có kích thước và độ đơn giản của hệ thống UPS cơ bản, trong đó sự khác biệt duy nhất là dòng chảy hai chiều?
- những kết quả cuối vòng đời nào có thể được tin cậy dưới các mô hình sở hữu khác nhau?

Phụ lục B

(tham khảo)

Các mối nguy và rủi ro của BESS

B.1 Giới thiệu chung

Các hệ thống pin lưu trữ năng lượng (BESS) được thiết kế với đủ biện pháp bảo vệ an toàn và được lắp đặt, vận hành, bảo trì theo cách duy trì an toàn hệ thống có thể hoạt động mà không có sự cố như đã được chứng minh bởi các hệ thống đang hoạt động an toàn trên thực tế. Các biện pháp kiểm soát an toàn và cách tiếp cận giảm thiểu mối nguy cần xem xét các mối nguy vốn có liên quan đến các hệ thống này, có thể thay đổi tùy thuộc vào công nghệ pin.

Tất cả các hệ thống lưu trữ năng lượng điện hóa đều có một số rủi ro chung. Bao gồm:

- không phải lúc nào cũng có thể cách ly năng lượng hoặc giảm xuống mức an toàn, gây ra nguy cơ tiềm ẩn về điện giật hoặc các mối nguy về năng lượng điện khác,
- pin có thể tạo ra dòng điện ngắn mạch DC lớn,
- các mối nguy hóa học do rò rỉ chất điện phân,
- các thành phần pin có thể dễ cháy,
- pin có thể tạo ra khí như một phần của hoạt động bình thường (hydro) hoặc do hoạt động bất thường (ví dụ: clo, brom, H₂S, SO₂),
- các môđun pin có thể nặng,
- sự cố đường truyền thông tin (nội bộ hoặc bên ngoài) ảnh hưởng đến khả năng chuyển sang trạng thái an toàn của hệ thống.

Các điều kiện chính dẫn đến các mối nguy thường liên quan đến tất cả BESS được liệt kê trong Bảng 1 bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- lỗi phát hiện sự cố chạm đất của chính "BESS",
- mất kiểm soát (các) hệ thống tích trữ điện hóa khi đang trong tình trạng sạc (đặc biệt là sự cố gây ra bởi các hệ thống con khác, ví dụ: dao động và/hoặc nhiễu của hệ thống chuyển đổi năng lượng),
- sập, rơi và dao động vật lý (rung) của hệ thống tích trữ điện hóa và vỏ bảo vệ,
- sự cố của các hệ thống con gây ra bởi nhiễu điện và rung động cảm ứng điện từ (hoặc tĩnh điện),
- các điều kiện sử dụng sai có thể dự đoán được của pin và hệ thống được lắp đặt cuối, và
- sự tương thích của pin được chọn và hệ thống cuối theo thiết kế.

Các mối nguy chính của BESS trong danh mục "C-A: sử dụng pin điện phân không chứa nước" bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- lan truyền nhiệt bắt nguồn từ sự cố không kiểm soát trong (các) hệ thống tích trữ điện hóa,

- phát thải khí dễ cháy từ (các) hệ thống tích trữ điện hóa,
- các mối đe dọa hóa học/độc hại do cháy bắt nguồn từ (các) hệ thống tích trữ điện hóa.

Các mối nguy chính của BESS trong danh mục "C-B: sử dụng pin điện phân nước" bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- lan truyền hóa chất dễ cháy (ví dụ: khí hydro) từ (các) hệ thống tích trữ điện hóa,
- lan truyền hóa chất độc hại (ví dụ: chất điện phân) từ (các) hệ thống tích trữ điện hóa.

Các mối nguy chính của BESS trong danh mục "C-C: sử dụng pin nhiệt độ cao" bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- lan truyền nhiệt bắt nguồn từ sự cố không kiểm soát được trong (các) hệ thống tích trữ điện hóa,
- nhiệt bất thường từ (các) hệ thống tích trữ điện hóa.

Các mối nguy chính của BESS trong danh mục "C-D: sử dụng pin dòng chảy" bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- lan truyền hóa chất dễ cháy (ví dụ: khí hydro) từ (các) hệ thống tích trữ điện hóa,
- lan truyền hóa chất độc hại (khí, lỏng) từ (các) hệ thống tích trữ điện hóa.

Bảng B.1 đến Bảng B.5 cho thấy danh sách các mối nguy của BESS. Các bảng này chỉ để làm rõ các mối nguy cần được xem xét cho quá trình đánh giá rủi ro của BESS, không phải của từng pin riêng lẻ. Phân tích rủi ro được thực hiện có thể xem xét các phân loại liên quan trong 4.2 và rủi ro tổng thể của BESS bao gồm nhưng không giới hạn ở:

- rủi ro liên quan đến việc ghép gộp nhiều thành phần và/hoặc đơn vị pin,
- độ phức tạp của hệ thống cuối và các phương thức hỏng,
- bất kỳ xem xét nào để tính đến an toàn trong suốt vòng đời sử dụng của BESS,
- nối đất, cách điện và kết nối không đầy đủ giữa các hệ thống con BESS,
- không gian làm việc nguy hiểm (hạn chế, kín, giới hạn),
- nhiều điện quá độ từ lưới điện được kết nối.

Bảng B.1 – Các mối nguy chung của BESS

"Mối nguy hệ thống" – kết hợp với từng hệ thống con		
Loại	Các mối nguy với tư cách là "sự cố hệ thống con" (có hoặc không / chi tiết)	
Điện	Có	<p>Nối đất không đầy đủ cần thiết cho an toàn khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ và vỏ bảo vệ.</p> <p>Lỗi phát hiện sự cố chạm đất khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.</p> <p>Mất kiểm soát hệ thống tích trữ điện hóa có năng lượng khi kết hợp với hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ, đầu nối kết nối với lưới điện và các giao diện.</p> <p>Cách điện không đầy đủ cần thiết cho an toàn khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.</p> <p>Kết nối không đầy đủ cần thiết cho an toàn khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông và hệ thống bảo vệ</p>
Cơ	Có	Sập, rơi và dao động vật lý của hệ thống tích trữ điện hóa và vỏ bảo vệ
Điện, từ, và điện từ trường	Có	Sự cố của các hệ thống con gây ra bởi nhiễu điện và dao động vật lý của các hệ thống con gây ra bởi nhiễu từ khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.
"Mối nguy liên quan đến vị trí, môi trường và ứng dụng"		
Vị trí		
Hạng mục	Mối nguy (có hoặc không / chi tiết)	
Cơ	Có	Rung động, va chạm
Điều kiện hoạt động nguy hiểm	Có	Nơi làm việc nguy hiểm (hạn chế, giới hạn, có hạn)
Môi trường		
Hạng mục	Mối nguy (có hoặc không / chi tiết)	
Khu vực ven nước	Có	Sự xâm nhập nước
Ứng dụng		
Hạng mục	Mối nguy (có hoặc không / chi tiết)	
Bất kỳ tình huống nào	Có	Điện áp cao, quá dòng

Bảng B.2 – Các mối nguy của BESS sử dụng pin điện phân không chứa nước (danh mục "C-A")

"Mối nguy hệ thống" - kết hợp với từng hệ thống con		
Loại	Các mối nguy dưới dạng "sự cố hệ thống con" (có hoặc không / chi tiết)	
Điện	Có	<p>Bổ sung cho Bảng B.1:</p> <p>Ngắn mạch nội bộ của cell pin khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống quản lý/truyền thông và vỏ bảo vệ.</p> <p>Ngắn mạch nội bộ của hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống quản lý/truyền thông và vỏ bảo vệ.</p>
Nổ	Có	<p>Tích tụ khí dễ cháy khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa và hệ thống con HVAC.</p> <p>Phát tia lửa khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.</p> <p>Sự cố cách điện trong hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông và hệ thống bảo vệ.</p> <p>Nóng chảy dây dẫn khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.</p> <p>Tăng áp suất bên trong hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông và hệ thống con HVAC.</p>
Cháy	Có	<p>Cháy từ hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, hệ thống con HVAC, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.</p> <p>Lan truyền thoát nhiệt mất kiểm soát từ hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.</p> <p>Cháy từ hệ thống con khác khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và giao diện.</p>
Nhiệt độ	Có	<p>Phơi nhiễm bề mặt mang nhiệt độ cao khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống con HVAC, vỏ bảo vệ và giao diện.</p>
Hoá chất	Có	<p>Rò rỉ chất lỏng, phát thải khí và phát thải chất rắn từ hệ thống tích trữ điện hóa (chất điện phân, vật liệu hoạt tính và sản phẩm phản ứng) khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ và hệ thống con HVAC.</p>

Bảng B.3 – Các mối nguy của BESS sử dụng pin điện phân nước (danh mục "C-B")

"Mối nguy hệ thống" - kết hợp với từng hệ thống con		
Loại	Các mối nguy dưới dạng "sự cố hệ thống con" (có hoặc không / chi tiết)	
Điện	Có	Giống như bảng B.1
Nổ	Có	Tích tụ khí dễ cháy khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa và hệ thống con HVAC. Phát tia lửa khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện. Nóng chảy dây dẫn khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện. Tăng áp suất bên trong hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống quản lý / truyền thông và hệ thống con HVAC.
Cháy	Không	Không áp dụng
Nhiệt	Không	Không áp dụng
Hoá chất	Có	Rò rỉ chất lỏng và phát thải khí từ hệ thống tích trữ điện hóa (chất điện phân, vật liệu hoạt tính và sản phẩm phản ứng) khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ và hệ thống con HVAC

Bảng B.4 – Các mối nguy của BESS sử dụng pin nhiệt độ cao (danh mục "C-C")

"Mối nguy hệ thống" – kết hợp với từng hệ thống con		
Loại	Các mối nguy dưới dạng "sự cố hệ thống con" (có hoặc không / chi tiết)	
Điện	Có	Bổ sung cho Bảng B.1: Ngắn mạch nội bộ của hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông và vỏ bảo vệ. Sự cố mạch gia nhiệt pin khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống quản lý/truyền thông và hệ thống bảo vệ.
Nổ	Có	Sự hòa tan của pin và các bộ phận dẫn điện bởi vật liệu điện cực âm (natri) khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ và mạch gia nhiệt pin. Phát tia lửa khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện. Sự cố cách điện trong hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông và hệ thống bảo vệ. Nóng chảy dây dẫn khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện. Tăng áp suất bên trong hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông và hệ thống con HVAC.
Cháy	Có	Cháy từ hệ thống tích trữ điện hóa khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, hệ thống con HVAC, mạch gia nhiệt pin, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.
Nhiệt	Có	Phơi nhiễm bề mặt mang nhiệt độ cao khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống con HVAC, mạch gia nhiệt pin, vỏ bảo vệ và giao diện. Sự cố mạch gia nhiệt pin khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống quản lý/truyền thông và hệ thống bảo vệ.
Hoá chất	Có	Rò rỉ chất lỏng, phát thải khí và phát thải chất rắn từ hệ thống tích trữ điện hóa (chất điện phân, vật liệu hoạt tính và sản phẩm phản ứng) khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, hệ thống con HVAC và mạch gia nhiệt pin. Phản ứng hóa học của natri với nước khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống quản lý/truyền thông và hệ thống bảo vệ.

Bảng B.5 – Các mối nguy của BESS sử dụng pin dòng chảy (danh mục "C-D")

"Mối nguy hệ thống" - kết hợp với từng hệ thống con		
Loại	Các mối nguy dưới dạng "sự cố hệ thống con" (có hoặc không / chi tiết)	
Điện	Có	Giống như bảng B.1
Nổ	Có	Tích tụ khí dễ cháy khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa và hệ thống con chất lỏng. Phát tia lửa khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện. Nóng chảy dây dẫn khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, hệ thống bảo vệ, vỏ bảo vệ và đầu nối kết nối với lưới điện.
Cháy	Không	Không áp dụng
Nhiệt	Có	Phơi nhiễm bề mặt mang nhiệt độ cao khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, hệ thống chuyển đổi năng lượng, hệ thống quản lý/truyền thông, bộ trao đổi nhiệt, hệ thống con chất lỏng, vỏ bảo vệ và giao diện. Lỗi kiểm soát nhiệt độ khi kết hợp với hệ thống quản lý/truyền thông và bộ trao đổi nhiệt.
Hoá chất	Có	Rò rỉ chất lỏng và phát thải khí từ hệ thống tích trữ điện hóa (chất điện phân, vật liệu hoạt tính và sản phẩm phản ứng) khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa, bộ trao đổi nhiệt và hệ thống con chất lỏng. Sinh khí do điện phân nước khi kết hợp với hệ thống tích trữ điện hóa và hệ thống quản lý/truyền thông.

B.2 Môi quan ngại về môi nguy

B.2.1 Quy định chung

Các mối nguy cần được giải quyết đối với BESS là mối nguy về cháy nổ, mối nguy về hóa, mối nguy về điện, mối nguy về năng lượng tích trữ và mối nguy về cơ. Những mối nguy này có thể thay đổi theo công nghệ nhưng cũng có thể thay đổi trong điều kiện vận hành bình thường so với điều kiện khẩn cấp và bất thường.

B.2.2 Các mối nguy về cháy

Khả năng xảy ra mối nguy về cháy có thể được đánh giá thông qua kiểm soát các yếu tố của tam giác cháy. Các yếu tố này là nhiên liệu cho đám cháy, chất oxy hóa và nguồn nhiệt bốc cháy. Sẽ không có khả năng cháy trừ khi có nồng độ thích hợp của nhiên liệu, chất oxy hóa và nguồn nhiệt đủ để đốt cháy nồng độ đó.

B.2.3 Các mối nguy về hóa

Các mối nguy về hóa được phân loại theo giới hạn vật liệu nguy hiểm cho hoạt động bình thường của BESS.

B.2.4 Các mối nguy về điện

Mối nguy về điện đối với người làm việc với BESS khi họ có thể tiếp xúc với các bộ phận mang điện lớn hơn 50 V và tiếp xúc với phóng điện hồ quang có mức năng lượng sự cố tới $1,2 \text{ cal/cm}^2$ (5 J/cm^2) (có

khả năng gây bỏng độ hai trên da), là điện giật và phóng điện hồ quang. Cần giải quyết các mối nguy về điện đối với người ứng cứu khẩn cấp từ BESS đã bị cháy hoặc các sự cố khẩn cấp khác, bao gồm khả năng mối nguy về điện giật và hồ quang do ngắn mạch từ các bộ phận bị hỏng của BESS và nước xung quanh chúng. Vì người ứng cứu đầu tiên không phải là công nhân điện được đào tạo và có thể không có PPE phù hợp để tiếp xúc trực tiếp với các bộ phận mang điện hoặc sự cố hồ quang, các mức điện áp và năng lượng sự cố chấp nhận được cần được giảm xuống so với mức cho phép đối với công nhân được đào tạo có PPE phù hợp.

B.2.5 Các mối nguy về năng lượng

Thuật ngữ năng lượng tích trữ đề cập đến các mức năng lượng điện nguy hiểm không xác định có thể chứa trong tất cả hoặc các phần của BESS, bao gồm cả hệ thống đã bị hỏng và/hoặc được cho là đã xả và đại diện cho mối nguy đối với người tiếp xúc với hệ thống, nhưng người không biết về năng lượng nguy hiểm. Vì mối nguy này đại diện cho một mối nguy về điện không xác định tiềm ẩn, các mức cho phép sẽ khác nhau tùy thuộc vào việc chúng liên quan đến điều kiện bình thường để sửa chữa và thay thế bởi công nhân được đào tạo hay đối với người ứng cứu khẩn cấp xử lý BESS bị hỏng vẫn có thể chứa năng lượng nguy hiểm.

B.2.6 Các mối nguy về cơ

Mối nguy về cơ là những mối nguy đối với con người có thể xảy ra do tiếp xúc với các bộ phận có đủ động năng, các bộ phận có đặc tính nhiệt nguy hiểm có thể gây bỏng, hoặc các bộ phận chứa chất lỏng ở mức áp suất nguy hiểm với độ bền cấu trúc không đủ để chứa chất lỏng an toàn hoặc khả năng giảm áp an toàn. Đối với BESS điện hóa, có khả năng xảy ra nguy cơ bỏng đối với công nhân tiếp xúc với một số công nghệ trong quá trình vận hành và sửa chữa bình thường, nếu không được cách nhiệt đúng cách.

B.2.7 Các mối nguy về áp suất cao

Không có nguy cơ áp suất cao nào đã biết với các hệ thống này trong hoạt động bình thường, nhưng trong điều kiện bất thường, có thể có tình trạng quá áp do quá nhiệt của các thành phần bên trong, có thể dẫn đến mối nguy về cơ. Điều này có thể gây nguy hiểm cho người ứng cứu đầu tiên xử lý BESS bị hỏng. Thông thường không có nguy cơ động năng liên quan đến BESS thương mại hiện có, ngoại trừ các bộ phận chuyển động trong các bộ phận phụ trợ của hệ thống có thể không được che chắn đúng cách, chẳng hạn như cánh quạt làm mát hoặc thông gió.

B.3 Các xem xét về mối nguy trong điều kiện vận hành bình thường

B.3.1 Các mối nguy về cháy và nổ

Mối nguy về cháy và nổ trong điều kiện vận hành bình thường có thể do các nguồn nhiệt như các bộ phận mang điện, v.v., có thể tiếp xúc với vật liệu dễ cháy trong quá trình bảo dưỡng hoặc bảo trì hoặc do bốc cháy các nồng độ dễ cháy của chất lỏng và chất rắn dễ cháy có thể xảy ra như một phần của hoạt động bình thường của BESS, chẳng hạn như giải phóng hydro từ pin có chất điện phân nước.

B.3.2 Các mối nguy về hóa

Trong điều kiện vận hành bình thường, có khả năng phơi nhiễm với các vật liệu nguy hiểm đối với công nhân tiếp xúc với hệ thống trong quá trình bảo trì, sửa chữa và thay thế hệ thống.

Ví dụ về các mối nguy về hóa như sau:

1) Ví dụ về nguy cơ chất lỏng:

- a) Chất điện phân ăn mòn: Pin có chất điện phân trong phạm vi $\text{pH} \leq 2$ hoặc $\geq 11,5$ được coi là ăn mòn (axit hoặc kiềm). Đây là vấn đề với các hệ thống có những chất điện phân này, nơi có nguy cơ rò rỉ hoặc tràn đổ trong quá trình bảo trì hoặc vận hành bình thường. Cần có các biện pháp ngăn chặn sự cố tràn đổ, và công nhân phải có quy trình làm việc an toàn và quần áo bảo hộ thích hợp để làm việc xung quanh các hệ thống có các chất lỏng ăn mòn này. Điều này không áp dụng cho pin axit chì loại VRLA.
- b) Chất lỏng độc hại: Có khả năng phơi nhiễm với chất lỏng độc hại trong quá trình vận hành, bảo dưỡng và bảo trì bình thường của một số hệ thống. Hướng dẫn về phơi nhiễm của công nhân với chất lỏng độc hại có thể được tìm thấy trong GHS (hệ thống hài hòa toàn cầu). Công nhân tiếp xúc với các hệ thống này cần nhận thức được các mối nguy tiềm ẩn và có quy trình cũng như thiết bị/PPE thích hợp để tránh những mối nguy này.

2) Chất oxy hóa: Có khả năng tồn tại chất oxy hóa trong BESS. Chất oxy hóa sẽ làm tăng khả năng cháy của các vật liệu khác.

3) Khí độc: Có khả năng phơi nhiễm với khí độc trong điều kiện bảo trì và bảo dưỡng bình thường của một số hệ thống BESS.

CHÚ THÍCH 1: Nồng độ của những khí này sẽ bị giới hạn theo quy định hiện hành và quy định địa phương.

CHÚ THÍCH 2: Ví dụ, OSHA và NIOSH cung cấp hướng dẫn về phơi nhiễm, bao gồm giới hạn phơi nhiễm cho phép (PEL), giới hạn phơi nhiễm khuyến nghị (REL) cho phơi nhiễm trong 8 h hoặc 10 h làm việc một ngày, giới hạn trần, là giới hạn trên của phơi nhiễm an toàn, và IDLH, đại diện cho nồng độ nguy hiểm ngay lập tức đến tính mạng và sức khỏe.

4) Chất rắn: Kim loại phản ứng với nước và kim loại độc có thể có trong một số công nghệ pin thường không bị phơi nhiễm trong quá trình bảo trì và bảo dưỡng thông thường của các hệ thống này nhưng có thể gây ra vấn đề trong điều kiện bất thường. Pin chứa những vật liệu nguy hiểm này phải được đánh dấu bằng các biểu tượng thích hợp tuân theo kết quả phân tích rủi ro và quy định địa phương.

B.3.3 Các mối nguy về điện

Trong điều kiện vận hành bình thường, một số hệ thống pin có thể có mối nguy về điện cần được giải quyết như một phần của vận hành và bảo trì. Các mối nguy về điện có thể xảy ra trong điều kiện vận hành bình thường bao gồm:

TCVN 14499-5-2:2025

Điện giật: BESS có điện áp trên 50 V có thể gây nguy hiểm cho công nhân được đào tạo có thể tiếp xúc với các bộ phận mang điện trong quá trình vận hành và bảo dưỡng hệ thống. Cần thiết phải có nhãn dán và quy trình thích hợp và thiết bị bảo hộ được sử dụng bởi công nhân khi bảo dưỡng các hệ thống này.

Phóng điện hồ quang: BESS có mức năng lượng sự cố lớn hơn 5 J/cm² (23,8 ft·lb/in²) phải tính toán ranh giới phóng điện hồ quang, được xác định thông qua đánh dấu, và có quy trình cũng như thiết bị thích hợp để ngăn ngừa thương tích cho công nhân từ phóng điện hồ quang trong quá trình vận hành và bảo dưỡng bình thường.

Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Năng lượng có thể được tích lũy và dự trữ để sử dụng trong tương lai, thường ở dạng điện, là năng lượng tích trữ. Ví dụ về mối nguy về năng lượng tích trữ là công nhân tiếp xúc với BESS chưa được xả đủ hoặc BESS bị hỏng và có khả năng xảy ra điện giật và phóng điện hồ quang. Đối với điều kiện vận hành bình thường, các địa điểm chứa BESS thương mại và công nghiệp phải duy trì hướng dẫn tại chỗ về cách ly điện áp và năng lượng nguy hiểm để bảo trì, và để xả pin an toàn để thay thế và thải bỏ. Các hệ thống dân dụng và thương mại nhỏ hơn phải có thông tin được cung cấp và tiếp cận với các kỹ thuật viên được đào tạo để thực hiện những nhiệm vụ này để đảm bảo rằng năng lượng bị mắc kẹt và tích trữ không gây nguy hiểm trong điều kiện vận hành bình thường.

B.3.4 Các mối nguy về cơ

Mối nguy về cơ có thể bao gồm:

Nguy cơ bỏng: Khả năng tiếp xúc với bề mặt mang nhiệt độ cao trong quá trình bảo trì có thể gây bỏng nếu không mặc PPE.

Các bộ phận chứa chất lỏng có áp suất, bao gồm khí nén.

Các bộ phận có động năng: Các bộ phận của các bộ phận phụ trợ BESS có thể chứa các bộ phận chuyển động có thể gây thương tích nếu không được che chắn đúng cách. Điều này cũng có thể là vấn đề đối với hệ thống lai giữa pin và bánh đà.

B.4 Các xem xét về mối nguy trong điều kiện khẩn cấp/bất thường

B.4.1 Các mối nguy về cháy

Mối nguy về cháy có thể bao gồm:

Nồng độ dễ cháy/dễ bắt lửa do quá nhiệt và xả khí dễ cháy gần nguồn bốc cháy có thể xảy ra trong điều kiện khẩn cấp/bất thường. Nếu nồng độ khí xả như hydro đủ để tạo ra nồng độ dễ cháy/dễ bắt lửa khi có mặt các bộ phận mang nhiệt độ cao, sẽ xảy ra bốc cháy dẫn đến cháy hoặc nổ. Tất cả các loại pin, ngoại trừ loại kín hoàn toàn như NaNiCl và NaS, đều có biện pháp giảm áp suất bên trong khi quá nhiệt để ngăn ngừa nổ cell pin do quá áp.

Có thể xảy ra cháy do quá nhiệt của các bộ phận điện trong điều kiện bất thường như ngắn mạch.

Một số BESS sử dụng khí trơ để dập lửa. Những khí này không độc nhưng có thể gây ngạt thở. Cần ngăn chặn rò rỉ vô ý của các loại khí này.

B.4.2 Các mối nguy về hóa

Ví dụ về các mối nguy về hóa như sau:

1) Ví dụ về nguy cơ chất lỏng:

- a) Tràn đổ chất ăn mòn: Chất lỏng có $\text{pH} \leq 2$ hoặc $\geq 11,5$ được coi là ăn mòn và mức nguy hiểm 3 và có thể gây thương tích mắt nghiêm trọng hoặc vĩnh viễn cho người tiếp xúc trực tiếp với nó theo NFPA 704:2017, Bảng B.1. Với một số hệ thống chứa chất lỏng ăn mòn, có thể có khả năng rò rỉ hoặc tràn đổ từ hệ thống trong điều kiện khẩn cấp/bất thường. Pin chứa chất lỏng ăn mòn phải được đánh dấu mức nguy hiểm sức khỏe 3 trong biểu tượng kim cương cảnh báo nguy hiểm NFPA 704.
- b) Phơi nhiễm hơi chất lỏng độc: Có các mức độ độc tính khác nhau từ hơi chất lỏng có thể xảy ra trong điều kiện khẩn cấp như cháy và rò rỉ, tràn đổ nguy hiểm. Có một loạt các mức nguy hiểm được nêu trong NFPA 704 như sau:
 - i) Mức 4: Gây tử vong trong điều kiện khẩn cấp. Bất kỳ chất lỏng nào có nồng độ hơi bão hòa ở 68°F (20°C) bằng hoặc lớn hơn 10 lần LC50 của nó đối với độc tính hít phải cấp tính, nếu LC50 của nó nhỏ hơn hoặc bằng 1 000 phần triệu (ppm).
 - ii) Mức 3: Có thể gây thương tích nghiêm trọng hoặc vĩnh viễn. Bất kỳ chất lỏng nào có nồng độ hơi bão hòa ở 68°F (20°C) bằng hoặc lớn hơn LC50 của nó đối với độc tính hít phải cấp tính, nếu LC50 của nó nhỏ hơn hoặc bằng 3 000 ppm, và không đáp ứng tiêu chí cho mức độ nguy hiểm 4.
 - iii) Mức 2: Có thể gây mất khả năng tạm thời hoặc thương tích dư trong điều kiện khẩn cấp. Bất kỳ chất lỏng nào có nồng độ hơi bão hòa ở 68°F (20°C) bằng hoặc lớn hơn một phần năm LC50 của nó đối với độc tính hít phải cấp tính, nếu LC50 của nó nhỏ hơn hoặc bằng 5 000 ppm, và không đáp ứng tiêu chí cho mức độ nguy hiểm 3 hoặc 4.
 - iv) Mức 1: Có thể gây kích ứng đáng kể trong điều kiện khẩn cấp. Sương mù có LC50 đối với độc tính hít phải cấp tính lớn hơn 10 mg/L nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 200 mg/L.

- 2) Chất oxy hóa: Có khả năng tồn tại chất oxy hóa trong BESS. Chất oxy hóa sẽ làm tăng cường độ cháy của các vật liệu khác. NFPA 400:2019, Phụ lục G, cung cấp thông tin về các thử nghiệm để phân loại vật liệu oxy hóa và xác định các vật liệu oxy hóa đã biết theo phân loại của chúng. NFPA 400:2019, Phụ lục G, cũng cung cấp hướng dẫn về các biện pháp an toàn khi có số lượng đáng kể chất oxy hóa đã biết bị phơi nhiễm, có thể xảy ra trong điều kiện bất thường của một số công nghệ BESS chứa chúng. Pin chứa chất oxy hóa phải được đánh dấu trong phần nguy hiểm đặc biệt của kim cương nguy hiểm NFPA 704.

- 3) **Chất rắn:** Một số công nghệ pin chứa vật liệu phản ứng với nước có thể phản ứng mạnh khi tiếp xúc với độ ẩm, bao gồm cả độ ẩm trong không khí. Mặc dù không bị phơi nhiễm trong điều kiện vận hành bình thường, những vật liệu này có thể bị phơi nhiễm trong điều kiện bất thường. Pin chứa chất phản ứng với nước phải được đánh dấu như vậy trong biểu tượng kim cương cảnh báo nguy hiểm NFPA 704.
- 4) **Khí - khí độc:** Tương tự như hơi độc tỏa ra từ chất lỏng, có các mức độ nguy hiểm khác nhau liên quan đến khí độc từ mức 4 đến mức 1:
- a) **Mức 4:** Khí có thể gây tử vong trong điều kiện khẩn cấp; khí có LC50 đối với độc tính hít phải cấp tính nhỏ hơn hoặc bằng 1 000 ppm.
 - b) **Mức 3:** Khí có thể gây thương tích nghiêm trọng hoặc vĩnh viễn trong điều kiện khẩn cấp; khí có LC50 đối với độc tính hít phải cấp tính lớn hơn 1 000 ppm nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 3 000 ppm.
 - c) **Mức 2:** Khí có thể gây mất khả năng tạm thời hoặc thương tích dư trong điều kiện khẩn cấp; khí có LC50 đối với độc tính hít phải cấp tính lớn hơn 3 000 ppm nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 5 000 ppm.
 - d) **Mức 1:** Khí có thể gây kích ứng đáng kể trong điều kiện khẩn cấp; khí và hơi có LC50 đối với độc tính hít phải cấp tính lớn hơn 5 000 ppm nhưng nhỏ hơn hoặc bằng 10 000 ppm.

CHÚ THÍCH: Như được nêu trong NFPA 704, LC50 đối với độc tính cấp tính khi hít phải là nồng độ hơi, sương mù hoặc bụi, khi được đưa vào bằng cách hít liên tục cho cả chuột cống trắng trưởng thành đực và cái trong 1 h, có khả năng cao nhất gây tử vong trong vòng 14 ngày ở một nửa số con được thử nghiệm. Các tiêu chí về độc tính hít phải của hơi được dựa trên dữ liệu LC50 liên quan đến phơi nhiễm trong 1 h.

B.4.3 Các mối nguy về điện

Ví dụ về các mối nguy về điện như sau:

- 1) **Điện giật:** Các mạch điện có điện áp trên 50 V có khả năng gây mối nguy về điện giật, vì người ứng cứu đầu tiên trong điều kiện khẩn cấp sẽ không có đào tạo và thiết bị bảo hộ như công nhân điện được đào tạo trong điều kiện bảo dưỡng và bảo trì bình thường. Thông tin cần được cung cấp cho nhân viên bảo trì và người ứng cứu đầu tiên về cách xử lý các mối nguy về điện.

Ngoài ra, trong điều kiện khẩn cấp có khả năng người ứng cứu khẩn cấp tiếp xúc với các bộ phận mang điện tiếp xúc với chất lỏng dẫn điện như nước và các bộ phận mang điện để hở do điều kiện bất thường. Nhà chế tạo/người lắp đặt BESS phải xác định khoảng cách an toàn, loại và góc phun nước cho người ứng cứu đầu tiên. Hướng dẫn ứng phó khẩn cấp phải đề cập đến vấn đề cách ly điện áp nguy hiểm.

CHÚ THÍCH: Nghiên cứu của UL về vấn đề điện giật tiềm ẩn đối với lính cứu hỏa từ việc phun nước vào đám cháy PV cho thấy mối nguy về điện giật do sử dụng nước phụ thuộc vào điện áp, độ dẫn điện của nước, khoảng cách và kiểu phun. Ví dụ: (1) Một điều chỉnh nhỏ từ dòng chảy đặc sang kiểu sương mù (góc nón 10°) làm giảm dòng điện đo được xuống dưới mức cảm nhận được. (2) Không nên sử dụng nước muối trên thiết

bị điện đang hoạt động. (3) Khoảng cách 6,1 m (20 ft) đã được xác định để giảm mối nguy về điện giật tiềm ẩn từ nguồn DC 1 000 V xuống mức dưới 2 mA được coi là an toàn.

- 2) Mối nguy về điện giật, phóng điện hồ quang và nổ hồ quang: Người ứng cứu đầu tiên thường không được đào tạo và bảo vệ thích hợp khỏi phóng điện hồ quang, nổ hồ quang và mối nguy về điện giật, bao gồm quần áo, găng tay, v.v., vì vậy có khả năng xảy ra sự cố điện nguy hiểm trong quá trình ứng phó khẩn cấp. Nhà chế tạo phải cung cấp hướng dẫn ứng phó khẩn cấp về cách thức giảm nguy cơ phóng điện hồ quang và nổ.
- 3) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: BESS bị hỏng trong sự cố khẩn cấp có thể gây ra nguy cơ tiềm ẩn về điện giật, phóng điện hồ quang, nổ hồ quang và tái bốc cháy. Các địa điểm nên có khả năng tiếp cận nhân viên được đào tạo trực điện thoại để hỗ trợ trong tình huống khẩn cấp nhằm cách ly nguồn năng lượng nguy hiểm tiềm tàng và, nếu cần thiết, để xả năng lượng nhằm ngăn ngừa nguy cơ tái phát cháy ở một số công nghệ. Đối với các hệ thống lắp đặt thương mại và công nghiệp, cần có nhân viên được đào tạo sẵn sàng cho ứng phó khẩn cấp tại chỗ. Đối với các hệ thống dân dụng và thương mại quy mô nhỏ hơn, cần có nhân viên được đào tạo trực để hỗ trợ người ứng cứu đầu tiên và xử lý việc xả năng lượng tích trữ trong pin để thải bỏ.

B.4.4 Các mối nguy về cơ

Ví dụ về các mối nguy về cơ như sau:

- 1) Áp suất nguy hiểm có thể phát triển do quá nhiệt của thiết bị và thiết bị không có phương tiện giảm áp (ví dụ: một số hóa học như pin dòng chảy, v.v.).
- 2) Các bộ phận mang nhiệt độ cao tiềm ẩn.
- 3) Các bộ phận dễ vỡ có động năng nguy hiểm đủ để gây tổn hại cơ thể cho người tiếp xúc với chúng, như cánh quạt dễ vỡ, v.v., trong điều kiện bất thường.

B.5 Các công nghệ pin thương mại hiện có

B.5.1 Pin Lithium ion (Li-ion) (C-A)

Thuật ngữ pin lithium-ion đề cập đến pin trong đó các vật liệu điện cực âm (anot) và điện cực dương (catot) đóng vai trò là vật chủ cho ion lithium (Li^+). Các ion lithium di chuyển từ anot đến catot trong quá trình xả và được xen vào (chèn vào khoảng trống trong cấu trúc tinh thể của) catot. Các ion đảo ngược hướng trong quá trình sạc. Vì các ion lithium được xen vào vật liệu chủ trong quá trình sạc hoặc xả, không có kim loại lithium tự do trong cell lithium-ion và do đó, ngay cả khi cell bắt cháy do ngọn lửa bên ngoài tác động hoặc lỗi bên trong, các kỹ thuật dập tắt đám cháy kim loại không phù hợp để kiểm soát đám cháy lithium-ion.

Các xem xét về mối nguy đối với pin Li-ion trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) Mọi nguy về cháy: Có thể có mọi nguy về cháy nếu có các khiếm khuyết tiềm ẩn trong cell hoặc vấn đề thiết kế với các biện pháp kiểm soát ngăn chặn thoát nhiệt mất kiểm soát của cell. Hệ thống cần được đánh giá về khả năng ngăn chặn cháy lan do những khiếm khuyết này.
- 2) Mọi nguy về hóa: Không áp dụng.
- 3) Mọi nguy về điện: Có mọi nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- 4) Các mọi nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mọi nguy về năng lượng tích trữ trong quá trình bảo trì nếu pin không thể được cách ly để bảo trì hoặc thay thế.
- 5) Mọi nguy về cơ: Không áp dụng.

Các xem xét về mọi nguy đối với pin Li-ion trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mọi nguy về cháy: Có thể có khả năng xảy ra thoát nhiệt mất kiểm soát nếu pin không được duy trì ở các thông số vận hành thích hợp do điều kiện bất thường. Ngoài ra, có thể có mọi nguy về cháy do điều kiện ngắn mạch bất thường.
- b) Mọi nguy về hóa: Có thể có khả năng phát thải hơi độc hại trong điều kiện bất thường tùy thuộc vào kích thước của cell và mức độ hỏng hóc.
- c) Mọi nguy về điện: Mọi nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mọi nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có nguy cơ năng lượng bị mắc kẹt nếu pin tiếp xúc với điều kiện bất thường. Pin bị hỏng có thể chứa năng lượng tích trữ có thể gây nguy hiểm trong quá trình thải bỏ nếu không cẩn thận.
- e) Mọi nguy về cơ: Tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống, có khả năng xảy ra mọi nguy về cơ trong điều kiện bất thường nếu các bộ phận có thể tiếp cận bị quá nhiệt hoặc nếu có tiếp xúc với các bộ phận chuyển động nguy hiểm như quạt khi thiếu bộ phận che chắn.

B.5.2 Pin axit-chì (C-B)

B.5.2.1 Mô tả chung

Pin axit-chì có chì dioxide là vật liệu hoạt tính của điện cực dương và chì kim loại là điện cực âm với dung dịch điện phân axit sulfuric có tỷ trọng 1,28 (ở 28°C). Trong quá trình xả, cả điện cực dương và âm đều chuyển thành sulfat chì. Có hai loại pin axit-chì cơ bản:

- 1) Pin axit-chì có lỗ thông hơi, còn gọi là cell ướt hoặc pin axit-chì ngập nước.
- 2) Pin axit-chì có van điều chỉnh (VRLA), đôi khi được gọi là pin điện phân khan hoặc pin không cần bảo trì.

Pin axit-chì có lỗ thông hơi cần bảo trì liên tục chất điện phân, và các thành phần của pin được mở với môi trường thông qua cụm van thông hơi/chặn lửa. Pin VRLA thường được làm kín với môi trường và chứa một van có thể mở khi áp suất tích tụ trong pin và sau đó đóng lại. Chất điện phân trong pin VRLA

được cố định hoặc thông qua sử dụng điện phân dạng gel hoặc thông qua hấp thụ chất điện phân trong tấm ngăn sợi thủy tinh xốp.

B.5.2.2 Pin axit-chì có lỗ thông hơi

Các xem xét về mối nguy đối với pin axit-chì có lỗ thông hơi trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) Mối nguy về cháy: Sự tạo thành hydro liên quan đến dòng điện sạc khi pin đã được sạc đầy. Dòng điện này tăng lên khi nhiệt độ pin tăng và được tăng cường bởi điện áp sạc quá mức ($V > 2,45$ Vpc). IEC 62485-2 cung cấp hướng dẫn thích hợp về vấn đề này. Khi xả không tạo ra hydro nhưng vẫn có thể xảy ra việc giải phóng nhỏ tạm thời từ cell dưới dạng hydro bị mắc kẹt trong vật liệu hoạt tính cực âm và giờ đây được giải phóng trong quá trình xả.
- 2) Mối nguy về hóa: Có khả năng tiếp xúc với chất điện phân axit sulfuric vì những pin này cần bảo trì và mở với môi trường. Công nhân làm việc gần những pin này cần sử dụng PPE phù hợp và cẩn thận để tránh tiếp xúc với axit khi làm việc xung quanh pin. Những hệ thống này phải được trang bị kiểm soát tràn đổ và trung hòa theo quy định.
- 3) Mối nguy về điện: Có mối nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- 4) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ trong quá trình bảo trì nếu pin không thể được cách ly để bảo trì hoặc thay thế pin.

Các xem xét về mối nguy đối với pin axit-chì có lỗ thông hơi trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mối nguy về cháy: Có khả năng tích tụ nồng độ hydro từ pin axit-chì có lỗ thông hơi do quá nhiệt từ điều kiện bất thường nếu khu vực đặt pin không được thông gió đúng cách. Một vấn đề khác có thể gây ra sự cố trong điều kiện bất thường là khả năng ngắn mạch của các mạch dòng điện cao.
- b) Mối nguy về hóa: Có khả năng tiếp xúc với chất điện phân axit sulfuric ăn mòn trong điều kiện bất thường, nếu axit rò rỉ hoặc sủi bọt qua các lỗ hở có thể được tạo ra nếu không có hoặc không đủ lớn để chứa số lượng lớn chất điện phân rò rỉ. Người ứng cứu đầu tiên, trong tình huống khẩn cấp, cần nhận thức được nguy cơ tràn đổ axit có thể xảy ra và thận trọng thích hợp xung quanh những pin này.
- c) Mối nguy về điện: Mối nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ hoặc bị mắc kẹt nếu pin chịu các điều kiện bất thường.

B.5.2.3 Pin axit-chì có van điều chỉnh (VRLA)

Các xem xét về mối nguy đối với pin VRLA trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

TCVN 14499-5-2:2025

- 1) Mối nguy về cháy: Cell và khối đơn VRLA phát thải hydro trong tất cả các điều kiện vận hành. Yêu cầu thông gió được quy định trong IEC 62485-2 cho điều kiện sạc bình thường và tăng cường cùng với khoảng cách an toàn thích hợp cần được thực hiện giữa lỗ thông hơi và nguồn tia lửa hoặc nhiệt gần đó. Trong điều kiện vận hành bất thường, tức là sạc quá mức, lượng hydro phát thải có thể tăng gấp 50 lần.
- 2) Mối nguy về hóa: Những pin này là loại chất điện phân khan, vì vậy sẽ không có vấn đề gì với việc tiếp xúc với chất điện phân ăn mòn trong điều kiện vận hành bình thường.
- 3) Mối nguy về điện: Có mối nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- 4) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ trong quá trình bảo trì nếu pin không thể được cách ly để bảo trì hoặc thay thế pin.

Các xem xét về mối nguy đối với pin VRLA trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mối nguy về cháy: Có khả năng phát thải hydro trong điều kiện bất thường khi pin quá nhiệt. Điều này có thể gây ra mối nguy về cháy tiềm ẩn do nồng độ dễ cháy. Có thể có khả năng xảy ra thoát nhiệt mất kiểm soát nếu pin không được duy trì ở các thông số vận hành thích hợp. Ngoài ra, có thể có mối nguy về cháy do điều kiện ngắn mạch bất thường.
- b) Mối nguy về hóa: Mặc dù những pin này chứa chất điện phân ăn mòn, chúng không có nhiều chất điện phân tự do có thể dẫn đến nguy cơ tràn đổ tương tự như loại có lỗ thông hơi. Có thể có một số phát thải nhỏ của dấu vết chất điện phân hoặc khả năng rò rỉ dưới điều kiện bất thường, nếu vỏ pin nứt hoặc rò rỉ.
- c) Mối nguy về điện: Mối nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ nếu pin tiếp xúc với điều kiện bất thường. Pin bị hỏng có thể chứa năng lượng tích trữ có thể gây nguy hiểm trong quá trình tháo dỡ hoặc thải bỏ nếu không cẩn thận.

B.5.3 Pin Niken (C-B)

B.5.3.1 Mô tả chung

Pin niken cho các ứng dụng đặt tĩnh được chia thành hai công nghệ chính: niken-cadmium (Ni-Cd) và niken-kim loại hydrua (NiMH). Pin niken-cadmium có vật liệu hoạt tính hydroxide niken cho điện cực dương và cadmium cho điện cực âm với dung dịch kali hydroxit làm chất điện phân. Pin niken-cadmium cho các ứng dụng đặt tĩnh có thể là pin tấm túi có lỗ thông hơi hoặc pin tấm thiêu kết có lỗ thông hơi được thiết kế từ nhiều cell trong một khối pin đơn tương tự như pin axit-chì có lỗ thông hơi. Chúng cũng có các lỗ thông hơi để duy trì chất điện phân. Pin niken-cadmium cũng có thể là loại kín, như pin niken-cadmium sợi được niêm phong và được trang bị van giảm áp tương tự như pin VRLA. Pin niken-kim loại

hydrua có vật liệu hoạt tính hydroxide niken cho điện cực dương, hợp kim kim loại hydride cho điện cực âm, và dung dịch kali hydroxit làm chất điện phân. Pin niken-kim loại hydrua được niêm phong trong thiết kế cell đơn hoặc thiết kế khối đơn với nhiều cell bên trong và được trang bị van có thể đóng để giảm áp tương tự như pin VRLA.

B.5.3.2 Pin niken-cadmium (Ni-Cd)

Các xem xét về mối nguy đối với pin Ni-Cd trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) Mối nguy về cháy: Có khả năng tích tụ nồng độ hydro từ pin Ni-Cd có lỗ thông hơi nếu khu vực đặt pin không được thông gió đúng cách. Tuy nhiên, điều này sẽ được giải quyết nếu việc lắp đặt tuân thủ các quy định.
- 2) Mối nguy về hóa: Có khả năng tiếp xúc với chất điện phân kali hydroxit ăn mòn/kiềm vì những pin này cần bảo trì và mở với môi trường. Công nhân làm việc gần những pin này cần sử dụng PPE thích hợp và cẩn thận để tránh tiếp xúc với chất điện phân kiềm khi làm việc xung quanh pin. Những hệ thống này phải được trang bị kiểm soát tràn đổ và trung hòa theo quy định hiện hành và quy định địa phương.
- 3) Mối nguy về điện: Có mối nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- 4) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ trong quá trình bảo trì nếu pin không thể được cách ly để bảo trì hoặc thay thế. Mối nguy về cơ: Không áp dụng.

Các xem xét về mối nguy đối với pin Ni-Cd trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mối nguy về cháy: Có khả năng tích tụ nồng độ hydro từ pin Ni-Cd có lỗ thông hơi do quá nhiệt từ điều kiện bất thường nếu khu vực đặt pin không được thông gió đúng cách. Một vấn đề khác có thể gây ra sự cố trong điều kiện bất thường là khả năng ngắn mạch của các mạch dòng điện cao.
- b) Mối nguy về hóa: Có khả năng tiếp xúc với chất điện phân kali hydroxit ăn mòn/kiềm trong điều kiện bất thường, nếu chất điện phân rò rỉ hoặc sùi bọt qua các lỗ hở có thể được tạo ra nếu không có hoặc không đủ biện pháp chứa đựng tràn đổ để chứa số lượng lớn chất điện phân rò rỉ. Người ứng cứu đầu tiên, trong tình huống khẩn cấp, cần nhận thức được nguy cơ tràn đổ chất kiềm có thể xảy ra và thận trọng thích hợp xung quanh những pin này. Pin Ni-Cd chứa cadmium, là chất độc và chất thải nguy hại. Mặc dù không bị phơi nhiễm trong điều kiện bình thường, có thể có khả năng cadmium trong hơi của pin cháy trong điều kiện bất thường.
- c) Mối nguy về điện: Mối nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ nếu pin tiếp xúc với điều kiện bất thường khi chúng vẫn có thể chứa mức năng lượng nguy hiểm. Pin bị hỏng có thể chứa năng lượng tích trữ có thể gây nguy hiểm trong quá trình thải bỏ nếu không cẩn thận.

- e) Mọi nguy về cơ: Tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống, có khả năng xảy ra mọi nguy về cơ trong điều kiện bất thường nếu các bộ phận có thể tiếp cận bị quá nhiệt hoặc nếu có tiếp xúc với các bộ phận chuyển động nguy hiểm như quạt khi thiếu bộ phận che chắn.

B.5.3.3 Pin niken-kim loại hydrua (NiMH)

Các xem xét về mọi nguy đối với pin NiMH trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) Mọi nguy về cháy: Sẽ không có sự tạo thành khí dễ cháy trong điều kiện vận hành bình thường, nếu pin được vận hành theo thiết kế để ngăn chặn quá nhiệt và điều kiện thoát nhiệt mất kiểm soát.
- 2) Mọi nguy về hóa: Những pin này là loại chất điện phân khan, vì vậy sẽ không có vấn đề gì với việc tiếp xúc với chất điện phân ăn mòn trong điều kiện vận hành bình thường.
- 3) Mọi nguy về điện: Có mọi nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- 4) Các mọi nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mọi nguy về năng lượng tích trữ trong quá trình bảo trì nếu pin không thể được cách ly để bảo trì hoặc thay thế.
- 5) Mọi nguy về cơ: Không áp dụng.

Các xem xét về mọi nguy đối với pin NiMH trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mọi nguy về cháy: Có khả năng phát thải hydro trong điều kiện bất thường khi pin quá nhiệt. Điều này có thể gây ra mọi nguy về cháy tiềm ẩn do nồng độ dễ cháy. Có thể có khả năng xảy ra thoát nhiệt mất kiểm soát nếu pin không được duy trì ở các thông số vận hành thích hợp. Ngoài ra, có thể có mọi nguy về cháy do điều kiện ngắn mạch bất thường.
- b) Mọi nguy về hóa: Mặc dù những pin này chứa chất điện phân ăn mòn, chúng không có nhiều chất điện phân tự do có thể dẫn đến nguy cơ tràn đổ tương tự như loại có lỗ thông hơi. Có thể có một số sủi bọt của chất điện phân hoặc khả năng rò rỉ trong điều kiện bất thường nếu vỏ pin nứt hoặc rò rỉ. Pin NiMH cháy có thể giải phóng hơi độc, bao gồm khói oxit coban, khói oxit niken, v.v.
- c) Mọi nguy về điện: Mọi nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mọi nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mọi nguy về năng lượng tích trữ nếu pin tiếp xúc với điều kiện bất thường khi chúng vẫn có thể chứa mức năng lượng nguy hiểm. Pin bị hỏng có thể chứa năng lượng tích trữ có thể gây nguy hiểm trong quá trình thải bỏ nếu không cẩn thận.
- e) Mọi nguy về cơ: Tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống, có khả năng xảy ra mọi nguy về cơ trong điều kiện bất thường nếu các bộ phận có thể tiếp cận bị quá nhiệt hoặc nếu có tiếp xúc với các bộ phận chuyển động nguy hiểm như quạt khi thiếu bộ phận che chắn.

B.5.4 Pin Natri nhiệt độ cao (C-C)

B.5.4.1 Mô tả chung

Pin natri nhiệt độ cao, đôi khi được gọi là pin natri beta hoặc pin muối nóng chảy, là pin kín hoàn toàn với natri kim loại làm điện cực âm và gốm beta-alumina làm chất điện phân. Những pin này hoạt động ở nhiệt độ rất cao từ 518 °F đến 662 °F (270 °C đến 350 °C) để các vật liệu hoạt tính ở trạng thái nóng chảy và đảm bảo độ dẫn ion. Có hai loại pin natri nhiệt độ cao thương mại hiện có: natri lưu huỳnh và natri niken clorua. Pin natri lưu huỳnh bao gồm điện cực âm natri, chất điện phân beta-alumina và điện cực dương lưu huỳnh với nhiệt độ hoạt động trong khoảng 590 °F đến 698 °F (310 °C đến 370 °C). Pin natri niken clorua bao gồm điện cực âm natri, beta-alumina làm chất điện phân và điện cực dương có thể bao gồm niken, niken clorua hoặc natri clorua với khoảng nhiệt độ hoạt động từ 518 °F đến 662 °F (270 °C đến 350 °C).

B.5.4.2 Pin natri lưu huỳnh (NaS)

Các xem xét về mối nguy đối với pin NaS trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) Mối nguy về cháy: Có khả năng xảy ra mối nguy về cháy nếu có các khiếm khuyết tiềm ẩn trong cell hoặc vấn đề thiết kế với các biện pháp kiểm soát ngăn chặn thoát nhiệt mất kiểm soát của cell. Hệ thống cần được đánh giá về khả năng ngăn chặn lan truyền do những khiếm khuyết này.
- 2) Mối nguy về hóa: Không áp dụng. Pin chứa natri phản ứng với nước, nhưng hệ thống được niêm phong kín hoàn toàn.
- 3) Mối nguy về điện: Có mối nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm. Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Không áp dụng.
- 4) Mối nguy về cơ: Không nên có nguy cơ liên quan đến những pin này nếu thiết kế có đủ cách nhiệt để ngăn tiếp xúc với bề mặt mang nhiệt độ cao, vì những pin này hoạt động ở nhiệt độ rất cao trong điều kiện vận hành bình thường.

Các xem xét về mối nguy đối với pin NaS trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mối nguy về cháy: Những hệ thống này có thể bị thoát nhiệt mất kiểm soát do khiếm khuyết trong cell và phương thức bảo vệ. Hệ thống năng lượng lớn có thể dẫn đến cháy nếu có điều kiện bất thường như ngắn mạch.
- b) Mối nguy về hóa: Có khả năng tiếp xúc với vật liệu phản ứng với nước nguy hiểm nếu phần niêm phong kín bị vỡ và natri tiếp xúc với khí quyển. Cần có PPE để xử lý phơi nhiễm trong điều kiện bất thường.
- c) Mối nguy về điện: Mối nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có khả năng xảy ra mối nguy về năng lượng tích trữ nếu pin tiếp xúc với điều kiện bất thường khi chúng vẫn có thể chứa mức năng lượng nguy hiểm.
- e) Mối nguy về cơ: Tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống, có khả năng xảy ra mối nguy về cơ trong điều kiện bất thường nếu các bộ phận có thể tiếp cận bị quá nhiệt.

B.5.4.3 Pin natri niken clorua

Các xem xét về mối nguy đối với pin natri niken clorua trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) Mối nguy về cháy: Có khả năng xảy ra mối nguy về cháy nếu có các khiếm khuyết tiềm ẩn trong cell hoặc vấn đề thiết kế với các biện pháp kiểm soát ngăn chặn thoát nhiệt mất kiểm soát của cell. Hệ thống cần được đánh giá về khả năng ngăn cháy lan do những khiếm khuyết này.
- 2) Mối nguy về hóa: Không áp dụng. Mặc dù natri phản ứng với nước, hệ thống được niêm phong kín hoàn toàn.
- 3) Mối nguy về điện: Có mối nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm. Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Không áp dụng.
- 4) Mối nguy về cơ: Không nên có nguy cơ liên quan đến những pin này nếu thiết kế có đủ cách nhiệt để ngăn tiếp xúc với bề mặt mang nhiệt độ cao, vì những pin này hoạt động ở nhiệt độ rất cao trong điều kiện vận hành bình thường.

Các xem xét về mối nguy đối với pin natri niken clorua trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mối nguy về cháy: Những hệ thống này có thể bị thoát nhiệt mất kiểm soát do khiếm khuyết trong cell và phương thức bảo vệ. Hệ thống năng lượng lớn có thể dẫn đến cháy nếu có điều kiện bất thường như ngắn mạch.
- b) Mối nguy về hóa: Có khả năng tiếp xúc với vật liệu phản ứng với nước nguy hiểm nếu phần niêm phong kín bị vỡ và natri tiếp xúc với khí quyển. Cần có PPE để xử lý phơi nhiễm trong điều kiện bất thường.
- c) Mối nguy về điện: Mối nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có khả năng xảy ra mối nguy về năng lượng tích trữ nếu pin tiếp xúc với điều kiện bất thường khi chúng có thể vẫn chứa mức năng lượng nguy hiểm.
- e) Mối nguy về cơ: Tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống, có khả năng xảy ra mối nguy về cơ trong điều kiện bất thường nếu các bộ phận có thể tiếp cận bị quá nhiệt.

B.5.5 Pin dòng chảy (C-D)

B.5.5.1 Mô tả chung

Pin dòng chảy là một thành phần tích trữ năng lượng tương tự như cell nhiên liệu, lưu trữ các vật liệu hoạt tính của nó dưới dạng hai chất điện phân bên ngoài giao diện phản ứng. Khi sử dụng, các chất điện phân được chuyển giữa bộ phản ứng và bồn chứa. Hai công nghệ pin dòng chảy thương mại hiện có là kẽm brom và vanadi oxi hóa khử. Pin dòng chảy kẽm brom có kẽm ở điện cực âm và brom ở điện cực dương với dung dịch nước chứa kẽm bromua và các hợp chất khác trong hai bể chứa riêng biệt. Trong

quá trình sạc, năng lượng được lưu trữ dưới dạng kim loại kẽm trong cell và poly-bromua trong bể catot. Trong quá trình xả, kẽm bị oxy hóa thành oxit kẽm và brom được khử thành bromua. Pin dòng chảy vanadi oxi hóa khử chứa muối vanadi ở các giai đoạn oxy hóa khác nhau trong chất điện phân axit sulfuric. Sạc và xả pin làm thay đổi trạng thái oxy hóa của vanadi trong dung dịch điện phân.

B.5.5.2 Pin dòng chảy vanadi oxi hóa khử

Các xem xét về mối nguy đối với pin dòng chảy vanadi oxi hóa khử trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) Mối nguy về cháy: Có thể có mối nguy về cháy trong các thành phần điện thông thường như hệ thống chuyển đổi năng lượng, quạt hoặc bơm.
- 2) Mối nguy về hóa: Chúng chứa chất lỏng ăn mòn có thể gây ra mối lo ngại về an toàn trong điều kiện bình thường nếu cần xử lý/bổ sung chất điện phân như một phần của bảo trì.
- 3) Mối nguy về điện: Có mối nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng có mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- 4) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Không áp dụng.
- 5) Mối nguy về cơ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ trong quá trình bảo trì nếu pin không thể được cách ly để bảo trì hoặc thay thế.

Các xem xét về mối nguy đối với pin dòng chảy vanadi oxi hóa khử trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mối nguy về cháy: Chất lỏng ăn mòn có thể sôi tạo ra khí dễ cháy (ví dụ: hydro). Cũng có thể có rò rỉ liên quan đến các bộ phận phụ trợ bị quá nhiệt và tạo ra mối nguy về cháy tiềm ẩn trong điều kiện bất thường.
- b) Mối nguy về hóa: Có số lượng lớn chất ăn mòn.
- c) Mối nguy về điện: Mối nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Không áp dụng.
- e) Mối nguy về cơ: Tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống, có khả năng xảy ra mối nguy về cơ trong điều kiện bất thường nếu các bộ phận có thể tiếp cận bị quá nhiệt, nếu không có đủ giảm áp khi hệ thống quá nhiệt và khí được tạo ra, hoặc nếu có tiếp xúc với các bộ phận chuyển động nguy hiểm như quạt hoặc các bộ phận bơm để hở khi thiếu bộ phận che chắn.

B.5.5.3 Pin dòng chảy kẽm brom (ZnBr)

Các xem xét về mối nguy đối với pin ZnBr trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) Mối nguy về cháy: Không áp dụng.

TCVN 14499-5-2:2025

- 2) **Mối nguy về hóa:** Những pin này chứa chất điện phân kẽm bromua, là chất ăn mòn (axit) và độc hại với mức phân loại nguy hiểm 3 theo NFPA 704. Chất điện phân phải được niêm phong đáng tin cậy trong hệ thống, vì vậy điều này chỉ là vấn đề trong điều kiện vận hành bình thường nếu cần bổ sung chất điện phân như một phần của bảo trì hoặc lắp đặt.
- 3) **Mối nguy về điện:** Có mối nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- 4) **Các mối nguy về năng lượng tích trữ:** Không áp dụng. **Mối nguy về cơ:** Không áp dụng.

Các xem xét về mối nguy đối với pin ZnBr trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) **Mối nguy về cháy:** Có thể có vấn đề với các bộ phận phụ trợ bị quá nhiệt và tạo ra mối nguy về cháy tiềm ẩn trong điều kiện bất thường.
- b) **Mối nguy về hóa:** Những pin này chứa chất điện phân kẽm bromua, là chất ăn mòn (axit) và độc hại với mức phân loại nguy hiểm 3 theo NFPA 704. Trong điều kiện bất thường, cần thận trọng khi có thể có tràn đổ chất điện phân.
- c) **Mối nguy về điện:** Mối nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) **Các mối nguy về năng lượng tích trữ:** Không áp dụng.
- e) **Mối nguy về cơ:** Tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống, có khả năng xảy ra mối nguy về cơ trong điều kiện bất thường nếu các bộ phận có thể tiếp cận bị quá nhiệt, nếu không có đủ giảm áp khi hệ thống quá nhiệt và khí được tạo ra, hoặc nếu có tiếp xúc với các bộ phận nguy hiểm chuyển động như quạt hoặc các bộ phận bơm để hờ khi thiếu bộ phận che chắn.

B.5.6 Pin Lithium kim loại thể rắn (C-Z)

Pin lithium kim loại sử dụng chất điện phân lỏng đã được phát triển cho sử dụng thương mại nhưng đã gặp các vấn đề về an toàn và hiệu suất trong thực tế. Những pin này chưa được phát triển tại thời điểm này cho tích trữ năng lượng pin tĩnh. Pin lithium kim loại thương mại hiện có được sử dụng cho BESS không sử dụng chất điện phân lỏng. Các công nghệ lithium kim loại hiện tại sử dụng chất điện phân polymer rắn, điện cực âm lithium kim loại và catot oxit kim loại như oxit vanadi kết hợp với muối lithium và polymer để tạo thành composite nhựa. Pin lithium kim loại loại SPE phải được gia nhiệt đến khoảng 140 °F đến 176 °F (60 °C đến 80 °C) để được kích hoạt.

Các xem xét về mối nguy đối với pin lithium kim loại trong điều kiện vận hành bình thường như sau:

- 1) **Mối nguy về cháy:** Có thể có mối nguy về cháy nếu có khiếm khuyết trong cell hoặc vấn đề thiết kế với các biện pháp kiểm soát ngăn chặn thoát nhiệt mất kiểm soát của cell. Hệ thống cần được đánh giá về khả năng ngăn chặn lan truyền do những khiếm khuyết này.
- 2) **Mối nguy về hóa:** Không áp dụng.

- 3) Mối nguy về điện: Có mối nguy về điện liên quan đến bảo trì thường xuyên của những pin này nếu chúng ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- 4) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ trong quá trình bảo trì nếu pin không thể được cách ly để bảo trì hoặc thay thế. Mối nguy về cơ: Không có nguy cơ trực tiếp đáng kể đã biết.

Các xem xét về mối nguy đối với pin lithium kim loại trong điều kiện khẩn cấp/bất thường như sau:

- a) Mối nguy về cháy: Có thể có khả năng xảy ra thoát nhiệt mất kiểm soát nếu pin không được duy trì ở các thông số vận hành thích hợp do điều kiện bất thường và nếu không được đánh giá về khả năng ngăn chặn cháy lan do khiếm khuyết tiềm ẩn. Ngoài ra, có thể có mối nguy về cháy do điều kiện ngắn mạch bất thường.
- b) Mối nguy về hóa: Có khả năng phơi nhiễm lithium kim loại phản ứng với nước.
- c) Mối nguy về điện: Mối nguy về điện có thể xuất hiện trong điều kiện bất thường nếu hệ thống ở mức điện áp và năng lượng nguy hiểm.
- d) Các mối nguy về năng lượng tích trữ: Có thể có mối nguy về năng lượng tích trữ nếu pin tiếp xúc với điều kiện bất thường khi chúng vẫn có thể chứa mức năng lượng nguy hiểm. Pin bị hỏng có thể chứa năng lượng tích trữ có thể gây nguy hiểm trong quá trình thải bỏ nếu không cẩn thận.
- e) Mối nguy về cơ: Tùy thuộc vào thiết kế của hệ thống, có khả năng xảy ra mối nguy về cơ trong điều kiện bất thường nếu các bộ phận có thể tiếp cận bị quá nhiệt hoặc nếu có tiếp xúc với các bộ phận chuyển động nguy hiểm như quạt khi thiếu bộ phận che chắn.

B.6 Các công nghệ khác

Sẽ được mô tả trong phiên bản tiếp theo, nếu có.

Phụ lục C

(tham khảo)

Thử nghiệm cháy quy mô lớn trên BESS

Thử nghiệm cháy quy mô lớn của BESS nhằm đánh giá các đặc tính cháy của hệ thống BESS khi xảy ra thoát nhiệt mất kiểm soát. Dữ liệu thu được có thể được sử dụng để xác định mức độ bảo vệ chống cháy và nỗ lực cần thiết cho việc lắp đặt BESS. Một ví dụ về phương pháp thử nghiệm này có thể được tìm thấy trong UL 9540A.

Phương pháp thử nghiệm được bắt đầu thông qua việc thiết lập điều kiện thoát nhiệt mất kiểm soát dẫn đến cháy trong BESS. Phương pháp thử nghiệm được nêu trong UL 9540A bao gồm một số bước: thử nghiệm cấp độ cell, thử nghiệm cấp độ môđun, thử nghiệm cấp độ đơn vị và thử nghiệm cấp độ lắp đặt. Các bước thử nghiệm cấp độ cell và môđun là các bước thu thập thông tin để cung cấp cho thử nghiệm cấp độ đơn vị và lắp đặt. Dưới đây là các thông tin được thu thập như một phần của quá trình thử nghiệm này:

- a) Cấp độ cell - Một cell riêng lẻ bị hỏng theo cách dẫn đến thoát nhiệt mất kiểm soát và cháy thông qua một phương pháp thích hợp như gia nhiệt bên ngoài. Dữ liệu như thành phần khí thải, nhiệt độ khi xả khí và nhiệt độ khi xảy ra thoát nhiệt mất kiểm soát được ghi lại.
- b) Cấp độ môđun - Một hoặc nhiều cell trong môđun BESS bị hỏng theo cách đã xác định trong thử nghiệm cấp độ cell. Dữ liệu như cháy lan trong môđun, nhiệt độ trên các cell bị hỏng và cell xung quanh, thành phần khí thải và dữ liệu giải phóng nhiệt được thu thập.
- c) Cấp độ khối – Một BESS hoàn chỉnh được lắp đặt xung quanh bởi các BESS mục tiêu (ví dụ: mô hình giá) và tường được tách biệt ở khoảng cách như dự định trong lắp đặt của nó. Thử nghiệm cấp độ môđun được lặp lại trên một môđun đặt trong BESS ở vị trí bất lợi nhất. Dữ liệu như nhiệt độ trong BESS, trên tường xung quanh và BESS mục tiêu; thông lượng nhiệt tới trên tường và BESS mục tiêu; quan sát cháy lan từ BESS đến các đơn vị mục tiêu và tường cũng như quan sát các vụ nổ hoặc bằng chứng tái bốc cháy trong BESS; và giải phóng nhiệt cũng như thành phần khí thải được thu thập.
- d) Cấp độ lắp đặt - Thử nghiệm này là sự lặp lại của thử nghiệm cấp độ đơn vị với thử nghiệm được tiến hành trong phòng thử nghiệm và với hệ thống chữa cháy dự định được lắp đặt cũng như bất kỳ cấp trên cao nào (có thể dẫn đến cháy lan) được lắp đặt. Thử nghiệm này nhằm xác nhận hệ thống chữa cháy cho lắp đặt BESS. Dữ liệu như nhiệt độ trong BESS, trên tường xung quanh và BESS mục tiêu; thông lượng nhiệt tới trên tường và BESS mục tiêu; cháy lan từ BESS đến các đơn vị mục tiêu, tường hoặc cấp trên cao và bất kỳ sự cố nổ có thể quan sát được hoặc tái bốc cháy trong BESS; và thành phần khí thải (nếu cần) cũng như giải phóng nhiệt được thu thập.

Dữ liệu và thông tin khác thu được từ các bước thử nghiệm nêu trên có thể được sử dụng để xác định tính phù hợp của các biện pháp bảo vệ được sử dụng trong lắp đặt BESS. Bao gồm những điều sau:

- 1) Kiểm soát kích thước, khoảng cách tách biệt và số lượng tối đa của BESS cho một lắp đặt dựa trên dữ liệu thu thập được trong quá trình thử nghiệm.

- 2) Tính phù hợp của cấu trúc lắp đặt dựa trên nhiệt độ đo được và cháy lan có thể quan sát được.
- 3) Tính phù hợp của phương tiện chữa cháy cho lắp đặt BESS dựa trên nhiệt độ và cháy lan có thể quan sát được.
- 4) Thiết kế thông gió, xả khí và bảo vệ chống bùng cháy cần thiết trong lắp đặt theo tiêu chuẩn và quy định địa phương dựa trên thông tin khí thải.
- 5) Vị trí và loại thiết bị phát hiện khí trong lắp đặt BESS dựa trên thông tin khí thải.
- 6) Cửa chống cháy của BESS nên được chọn để cho phép lính cứu hỏa phản ứng.

Phụ lục D

(tham khảo)

Phương pháp thử nghiệm bảo vệ khỏi các mối nguy phát sinh từ môi trường

D.1 Quy định chung

Phụ lục D bao gồm các phương pháp thử nghiệm để xác nhận sự phù hợp với 8.2.9.1, 8.2.9.2 và 8.2.9.3. Chúng dựa trên các phương pháp thử nghiệm có thể được tìm thấy trong ANSI/CAN/UL 9540.

D.2 Lắp đặt ngoài trời chịu tác động của độ ẩm

BESS dự định lắp đặt ngoài trời, nơi chúng sẽ chịu các mức độ ẩm định mức phải được thử nghiệm theo các chỉ số môi trường được nêu trong nhãn thông số và tài liệu hướng dẫn lắp đặt của chúng. Dựa trên các chỉ số của hệ thống, thử nghiệm khả năng chống ẩm phải được thực hiện theo IEC 60529 (hoặc tiêu chuẩn thích hợp khác, nếu có). Khi kết thúc thử nghiệm, mẫu phải được tiến hành các thử nghiệm điện trở cách điện theo 8.2.1.5 (hoặc trong tiêu chuẩn thích hợp khác, nếu có) và kiểm tra các dấu hiệu nước trong hệ thống có thể dẫn đến tình trạng nguy hiểm. Kết quả của việc tiếp xúc với nước, không được có bằng chứng về nước trên các bộ phận có thể dẫn đến nguy hiểm và không giảm khoảng cách hoặc phá vỡ/xuống cấp trong mức độ cách điện.

D.3 Lắp đặt ngoài trời gần môi trường biển

BESS dự định lắp đặt ngoài trời gần môi trường biển theo tài liệu hướng dẫn lắp đặt, nơi chúng sẽ chịu tác động của sương muối, phải được thử nghiệm như được nêu dưới đây. BESS phải được thử nghiệm theo IEC 60068-2-52 cho độ khắc nghiệt 1 hoặc 2. Khi kết thúc thử nghiệm, các hệ thống phải được tiến hành các thử nghiệm điện trở cách điện theo 8.2.1.5 (hoặc trong tiêu chuẩn thích hợp khác, nếu có) để xác định rằng cách điện không bị hỏng theo cách có thể dẫn đến mối nguy về điện giật. BESS phải được kiểm tra các dấu hiệu hư hỏng do tiếp xúc với muối có thể chỉ ra khả năng nguy hiểm về an toàn (ví dụ: ăn mòn các bộ phận có thể dẫn đến làm yếu chốt cố định hoặc vỏ bảo vệ, hư hỏng cách điện). Nếu hoạt động được, BESS phải được vận hành để xác định rằng nó có thể hoạt động mà không gây nguy hiểm. Kết quả của thử nghiệm, BESS không được cho thấy bằng chứng về hư hỏng do tiếp xúc với sương muối có thể dẫn đến nguy hiểm như điện, điện giật, quá nhiệt hoặc hư hỏng có thể dẫn đến nguy hiểm cơ học.

Phụ lục E

(tham khảo)

Thông tin xác nhận quản lý an toàn vòng đời sản phẩm BESS

E.1 Quy định chung

Phụ lục E cung cấp cho các bên liên quan về vận hành và bảo trì thông tin liên quan để duy trì điều kiện an toàn của BESS trong suốt vòng đời. Để giữ BESS trong điều kiện an toàn, các bên liên quan chịu trách nhiệm vận hành và bảo trì, cùng các nhà chế tạo và tích hợp nên giữ liên lạc và hợp tác với nhau để sử dụng thông tin được nêu trong Phụ lục E.

E.2 Giới thiệu chung

Trong vòng đời của BESS, trạng thái hóa học của các hệ thống tích trữ điện hóa liên tục thay đổi do sạc, xả và xuống cấp do lão hóa. Công nhân vận hành và bảo trì BESS cũng có thể được luân chuyển theo thời gian. Do đó, việc ngăn ngừa sự cố bằng cách tiếp cận chủ động là quan trọng. Sự kết hợp giữa giám sát dữ liệu liên tục về trạng thái BESS qua mạng truyền thông (ví dụ: Internet vạn vật) và quan sát thường xuyên bởi công nhân (ví dụ: xem hình ảnh giám sát, tuần tra tại chỗ) là rất được kỳ vọng. Cũng cần thiết phải duy trì bất kỳ hướng dẫn, khuôn khổ và cơ sở vật chất nào cho sự an toàn của nhân viên chưa được đào tạo và cư dân xung quanh.

E.3 Quy trình vận hành và bảo trì

Quy trình vận hành và bảo trì phải được quản lý bằng hướng dẫn, tài liệu kỹ thuật, đánh giá rủi ro và áp dụng quy tắc quốc gia và địa phương theo 7.13.1.2 và Điều 9. Quy trình này phải được đảm bảo bởi bên thứ ba để xác nhận rằng BESS có thể được bảo trì và vận hành trong điều kiện an toàn.

E.4 Bảo trì phòng ngừa

Bảo trì phòng ngừa phải được tiến hành theo 7.13.1.3. Các thực hành được khuyến nghị bổ sung cho bảo trì phòng ngừa được mô tả dưới đây. Dữ liệu nhận dạng (ID) của nhân viên vận hành và bảo trì sẽ được đăng ký cùng với các bằng cấp và hồ sơ đào tạo đó. Tất cả ID của nhân viên vận hành và bảo trì phụ trách sẽ được ghi lại mọi lúc. Tất cả việc thay thế vật tư tiêu hao và các nhiệm vụ kỹ thuật được thực hiện sẽ được ghi lại như thông tin bảo trì. Trong quá trình bảo trì tại hiện trường, các hoạt động sau sẽ được thực hiện:

- xác nhận hoạt động chính xác của các hệ thống con và thiết bị cố định của hệ thống con;
- xác nhận kết nối vật lý và truyền thông dữ liệu giữa các hệ thống con;
- kiểm tra độ sạch của bộ lọc trong các hệ thống con điều hòa không khí;
- kiểm tra hoạt động của thiết bị đo lường, máy cắt và hệ thống con điều hòa không khí;
- kiểm tra trực quan và vận hành, và kiểm tra xem có cần làm sạch xung quanh hệ thống tích trữ điện

hóa không (ví dụ: loại bỏ các lớp đóng cứng như chất điện phân bị tràn, bụi bẩn xung quanh đầu nối, các sản phẩm bị dịch chuyển và các sản phẩm do ăn mòn);

- kiểm tra độ ổn định của cáp theo các tiêu chuẩn thích hợp;
- kiểm tra độ ổn định của hệ thống con HVAC theo các tiêu chuẩn thích hợp;
- kiểm tra độ ổn định của hệ thống giám sát nói chung;
- kiểm tra độ ổn định của hệ thống con phát hiện, dập tắt và báo động cháy theo các tiêu chuẩn thích hợp.

E.5 Đo lường và giám sát tình trạng ổn định của hệ thống

Việc đo lường và giám sát tình trạng ổn định hệ thống phải được thực hiện theo 7.13.1.4.

E.6 Đào tạo nhân viên

Đào tạo nhân viên phải được thực hiện cho nhân viên thích hợp định kỳ theo hướng dẫn đào tạo an toàn được tạo ra theo 7.13.1.5. Để giữ BESS trong điều kiện an toàn, không chỉ đào tạo an toàn thông thường, mà còn đào tạo chuẩn bị cho tình huống khẩn cấp là rất được kỳ vọng. Ví dụ, trong trường hợp sự cố của hệ thống con, hệ thống con chữa cháy tự động có thể không hoạt động khi có cháy, vì vậy phải cung cấp đào tạo về quy trình chữa cháy thủ công. Những đào tạo khẩn cấp nghiêm trọng này phải được dẫn dắt bởi người quản lý cơ sở hoặc người quản lý vận hành.

E.7 Thay đổi một phần hệ thống

Việc thay đổi một phần hệ thống con hoặc thiết bị phải được ghi lại theo 7.13.2. Các thử nghiệm xác nhận sau khi thay đổi hệ thống một phần phải chú ý đến khía cạnh an toàn. Đặc biệt, liên quan đến rủi ro nhiều và tác động qua lại giữa các hệ thống con, rủi ro lan truyền nhiệt và EMC khó kiểm tra trước khi thử nghiệm xác nhận. Do đó, người quản lý cơ sở hoặc người quản lý vận hành phải chú ý đến điều kiện an toàn không chỉ bằng thử nghiệm xác nhận mà còn bằng kiểm định sau thử nghiệm xác nhận trong vài giờ hoặc vài tuần.

E.8 Sửa đổi thiết kế

Sửa đổi thiết kế an toàn phải được thực hiện theo 7.13.3. Trong quá trình này, cần chú ý đến phạm vi ứng dụng của BESS. Đã được thiết lập rằng việc thay thế toàn bộ hệ thống con phải được thực hiện với sửa đổi thiết kế an toàn. Tuy nhiên, có một số trường hợp việc thay thế các thiết bị nội bộ của hệ thống con phải được thực hiện với sửa đổi thiết kế an toàn mặc dù khó khăn vì nó có thể là nguyên nhân của sự cố BESS. Do đó, người quản lý cơ sở hoặc người quản lý vận hành phải chú ý trước tiên tới ảnh hưởng đến an toàn tổng thể BESS. Họ nên yêu cầu nhà tích hợp hệ thống hoặc nhà chế tạo thực hiện phân tích rủi ro về an toàn BESS (ví dụ: FMEA v.v.). Đặc biệt, nên yêu cầu phân tích khi thay thế hệ thống bảo vệ, điều khiển và giám sát và thiết bị an toàn.

Phụ lục F

(tham khảo)

Biển báo an toàn BESS

Biển báo an toàn phải được cung cấp theo kết quả của quá trình đánh giá rủi ro (xem Điều 6) và quy định địa phương. Những điều sau đây, trong số những điều khác, phải được bao gồm:

- lối thoát hiểm;
- tên nhà chế tạo;
- số điện thoại khẩn cấp;
- cấm người không có thẩm quyền tiếp cận;
- bắt buộc sử dụng PPE;
- cảnh báo điện áp AC [VAC];
- cảnh báo điện áp DC [VDC];
- biện pháp sơ cứu;
- nguy cơ hồ quang và điện giật - yêu cầu PPE thích hợp;
- loại pin;
- mối nguy về khí.

Phụ lục G

(tham khảo)

Ví dụ về thử nghiệm để xác minh hoạt động điều khiển nhiệt

BESS phù hợp với buồng thử nghiệm nhiệt độ phải được tiến hành thử nghiệm điển hình này. Như một phần của thử nghiệm điển hình, BESS phải được kiểm tra để xác định xem việc sạc và xả có bị dừng khi nhiệt độ của hệ thống tích trữ điện hóa vượt quá giới hạn nhiệt độ được quy định bởi nhà chế tạo. BESS phải được đặt trong buồng được gia nhiệt đến nhiệt độ môi trường tối đa cho sạc được quy định cho BESS cộng thêm 10 °C. BESS phải ở trong buồng đủ thời gian để nhiệt độ ổn định trước khi cố gắng sạc. Nỗ lực sạc BESS, khi nó ở trong điều kiện gia nhiệt, phải được tiến hành để xác định xem có thể sạc hay không khi BESS được gia nhiệt trên nhiệt độ môi trường quy định cho sạc. Một phương pháp tương tự được sử dụng cho việc xả, bằng cách đầu tiên gia nhiệt BESS đến nhiệt độ điều kiện xả tối đa cộng thêm 10 °C, cho đến khi nó ổn định ở nhiệt độ đó. Sau đó, một nỗ lực được thực hiện để xả BESS để xem liệu nó có thể không xả được khi ở trên nhiệt độ xả tối đa quy định hay không.

Thư mục tài liệu tham khảo

- [1] IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*
- [2] IEC 60050-482, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 482: Primary and secondary cells and batteries*
- [3] IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*
- [4] IEC 60364-4-42, *Low-voltage electrical installations – Part 4-42: Protection for safety – Protection against thermal effects*
- [5] IEC 60364-4-43, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*
- [6] IEC 60617(all parts), *Graphical symbols for diagrams*
- [7] IEC 60721(all parts), *Classification of environmental conditions*
- [8] IEC 60896-21, *Stationary lead-acid batteries – Part 21: Valve regulated types – Methods of test*
IEC 60896-22, *Stationary lead-acid batteries – Part 22: Valve regulated types – Requirements*
IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
- [9] IEC 61427-1, *Secondary cells and batteries for renewable energy storage – General requirements and methods of test – Part 1: Photovoltaic off-grid application*
- [10] IEC 61427-2, *Secondary cells and batteries for renewable energy storage – General requirements and methods of test – Part 2: On-grid applications*
- [11] IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safetyrelated systems*
- [12] IEC 61511-1:2016, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements*
- [13] IEC 62040-1, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1: Safety requirements*
- [14] IEC 62040-2, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*
- [15] IEC 62116:2014, *Utility-interconnected photovoltaic inverters – Test procedure of islanding prevention measures*
- [16] IEC 62351 (all parts), *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security*
- [17] IEC/TS 62351-2:2008, *Power systems management and associated information exchange – Data and communications security – Part 2: Glossary of terms*
- [18] IEC 62381:2012, *Automation systems in the process industry – Factory acceptance test (FAT), site acceptance test (SAT), and site integration test (SIT)*

- [19] IEC/TS 62443-1-1:2009, *Industrial communication networks – Network and system security – Part 1-1: Terminology, concepts and models*
- [20] IEC 62443-2-4, *Security for industrial automation and control systems – Part 2-4: Security program requirements for IACS service providers*
- [21] IEC 62485-1, *Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 1: General safety information*
- [22] IEC 62531:2012, *Property Specification Language (PSL)*
- [23] IEC/TS 62686-1:2015, *Process management for avionics – Electronic components for aerospace, defence and high performance (ADHP) applications – Part 1: General requirements for high reliability integrated circuits and discrete semiconductors*
- [24] IEC 62909-1, *Bi-directional grid connected power converters – Part 1: General requirements*
- [25] IEC 62932-1:2020, *Flow battery energy systems for stationary applications – Part 1: Terminology and general aspects*
- [26] IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*
- [27] IEC White Paper, *Electrical Energy Storage*
- [28] ISO 1182, *Reaction to fire tests for products – Non-combustibility test ISO 9241 (all parts), Ergonomics of the human-system interaction*
- [29] ISO 13732-1:2006, *Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces*
- [30] ISO 13850:2015, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*
- [31] ISO 13857:2008, *Safety of machinery – Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs*
- [32] ISO 13943:2008, *Fire safety – Vocabulary*
- [33] ISO/IEC14543-2-1:2006, *Information technology – Home electronic system (HES) architecture – Part 2-1: Introduction and device modularity*
- [34] "Analyzing system safety in lithium-ion grid energy storage", D. Rosewater and A. Williams, *Journal of Power Sources* 300(2015) 460-471
- [35] N. Leveson and J. Thomas, *STPA Handbook*, 2018"
- [36] ANSI/CAN/UL 9540, *Standard for Energy Storage Systems and Equipment*
- [37] NFPA 400:2019, *Hazardous Materials Code*
- [38] NFPA 704:2017, *Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response*
- [39] UL 9540A, *Test Method for Evaluating Thermal Runaway Fire Propagation in Battery Energy Storage Systems*