

TCVN 6170-8 : 2020

Xuất bản lần 2

**GIÀN CỐ ĐỊNH TRÊN BIỂN
PHẦN 8: HỆ THỐNG CHỐNG ẮN MÒN**

Fixed offshore platform - Part 8: Corrosion Protection System

Lời nói đầu

TCVN 6170-8 : 2020 thay thế TCVN 6170-8 : 1999.

TCVN 6170-8 : 2020 xây dựng trên cơ sở tham khảo DNVGL-RP-B401, Edition June 2017, Recommended Practice Cathodic Protection Design (Thiết kế bảo vệ ca-tốt, Phiên bản tháng sáu, năm 2017).

TCVN 6170-8 : 2020 do Cục Đăng kiểm Việt Nam biên soạn, Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Bộ tiêu chuẩn TCVN 6170 gồm 12 phần:

TCVN 6170-1 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 1: Quy định chung;

TCVN 6170-2 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 2: Điều kiện và tải trọng môi trường;

TCVN 6170-3 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 3: Tải trọng thiết kế;

TCVN 6170-4 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 4: Thiết kế kết cấu thép;

TCVN 6170-5 : 1999, Công trình biển cố định - Phần 5: Thiết kế kết cấu hợp kim nhôm;

TCVN 6170-6 : 2020, Giàn cố định trên biển - Phần 6: Thiết kế kết cấu bê tông cốt thép;

TCVN 6170-7 : 2020, Giàn cố định trên biển - Phần 7: Thiết kế móng;

TCVN 6170-8 : 2020, Giàn cố định trên biển - Phần 8: Hệ thống chống ăn mòn;

TCVN 6170-9 : 2020, Giàn cố định trên biển - Phần 9: Giàn thép kiểu Jacket;

TCVN 6170-10 : 2020, Giàn cố định trên biển - Phần 10: Giàn trọng lực bê tông;

TCVN 6170-11 : 2020, Giàn cố định trên biển - Phần 11: Chế tạo;

TCVN 6170-12 : 2020, Giàn cố định trên biển - Phần 12: Vận chuyển và dựng lắp.

MỤC LỤC

1.	Phạm vi áp dụng	7
2.	Tài liệu viện dẫn	7
3.	Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt	7
3.1	Thuật ngữ và định nghĩa	7
3.2	Ký hiệu và chữ viết tắt.....	9
4.	Các hệ thống bảo vệ chống ăn mòn	10
4.1	Quy định chung	10
4.2	Các thông số thiết kế.....	11
5.	Thiết kế chống ăn mòn bằng bảo vệ ca-tốt	12
5.1	Quy định chung	12
5.2	Hạn chế của bảo vệ ca-tốt.....	12
5.3	Các thông số môi trường ảnh hưởng đến bảo vệ ca-tốt	13
5.4	Điện áp bảo vệ	13
5.5	Tác động bất lợi của bảo vệ ca-tốt	13
5.6	Vật liệu a-nốt hy sinh	15
5.7	Kích thước và thiết bị cố định a-nốt.....	16
5.8	Sử dụng lớp phủ kết hợp với bảo vệ ca-tốt.....	16
5.9	Dòng điện liên tục và dòng điện tiêu hao.....	17
6.	Thông số thiết kế bảo vệ ca-tốt	17
6.1	Quy định chung	17
6.2	Tuổi thọ thiết kế	17
6.3	Mật độ dòng điện thiết kế	18
6.4	Hệ số phá hủy sơn phủ	20
6.5	Thông số thiết kế vật liệu a-nốt hy sinh	22
6.6	Tính toán điện trở suất a-nốt.....	23
6.7	Điện trở suất nước biển và trầm tích.....	23
6.8	Hệ số sử dụng a-nốt, u	24
6.9	Thông số thiết kế dòng điện tiêu hao.....	24

7.	Tính toán bảo vệ ca-tốt và quy trình thiết kế	25
7.1	Quy định chung	25
7.2	Sự phân chia đối tượng bảo vệ ca-tốt.....	25
7.3	Tính toán diện tích bề mặt.....	25
7.4	Tính toán dòng điện yêu cầu.....	26
7.5	Tính toán dòng điện tiêu hao.....	26
7.6	Lựa chọn kiểu a-nốt.....	27
7.7	Tính toán khối lượng a-nốt.....	27
7.8	Tính toán số lượng a-nốt.....	27
7.9	Tính toán điện trở a-nốt.....	29
7.10	Thiết kế a-nốt.....	30
7.11	Phân bố a-nốt.....	30
7.12	Quy định về tính liên tục của dòng điện.....	31
7.13	Hồ sơ tài liệu	32
8.	Chế tạo a-nốt	32
8.1	Quy định chung	32
8.2	Hồ sơ quy trình sản xuất	33
8.3	Thử nghiệm, kiểm tra chất lượng trước khi sản xuất	34
8.4	Quản lý chất lượng sản phẩm	34
8.5	Vật liệu, chế tạo lõi a-nốt và a-nốt đúc	35
8.6	Kiểm tra và thử a-nốt.....	36
8.7	Hồ sơ tài liệu và ghi nhãn.....	37
8.8	Vận chuyển, lưu trữ, bảo quản và xử lý a-nốt	37
9.	Lắp đặt a-nốt	37
9.1	Quy định chung	37
9.2	Hồ sơ quy trình lắp đặt	38
9.3	Kiểm tra chất lượng lắp đặt	38
9.4	Tiếp nhận và xử lý a-nốt.....	38
9.5	Lắp đặt a-nốt và quy định về tính liên tục dòng điện	38
9.6	Kiểm tra lắp đặt a-nốt	39
9.7	Hồ sơ tài liệu	39

Giàn cố định trên biển - Phần 8: Hệ thống chống ăn mòn

Fixed offshore platform - Part 8: Corrosion Protection System

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng để thiết kế, chế tạo và lắp đặt hệ thống chống ăn mòn cho giàn cố định trên biển (sau đây gọi tắt là giàn).

2 Tài liệu viện dẫn

Các tài liệu viện dẫn sau rất cần 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, bổ sung (nếu có).

TCVN 6170-1 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 1: Quy định chung;

TCVN 6170-2 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 2: Điều kiện và tải trọng môi trường;

TCVN 6170-3 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 3: Tải trọng thiết kế;

TCVN 6170-4 : 2017, Giàn cố định trên biển - Phần 4: Thiết kế kết cấu thép;

DNVGL-RP-B401: Thiết kế bảo vệ ca-tốt, Phiên bản, tháng sáu, năm 2017;

NACE RP0387: Các yêu cầu kiểm tra và luyện kim đối với a-nốt hy sinh đúc;

TCVN ISO 10005 : 2007, Hệ thống quản lý chất lượng - Hướng dẫn lập kế hoạch chất lượng;

EN 10204: Sản phẩm kim loại - Các loại tài liệu kiểm tra;

TCVN 11236 : 2015, Thép và các sản phẩm thép - Tài liệu kiểm tra;

NORSOK M-501: Chuẩn bị bề mặt và sơn bảo vệ.

3 Thuật ngữ, định nghĩa, ký hiệu và chữ viết tắt

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

3.1.1 Ăn mòn (Corrosion)

Sự suy giảm vật liệu do tác động của môi trường xung quanh.

3.1.2 Bảo vệ ca-tốt (Cathodic Protection)

Bảo vệ ca-tốt là bảo vệ kim loại cần bảo vệ khỏi bị ăn mòn bằng cách phân cực ca-tốt kim loại đó. Nhờ nguồn điện ngoài hoặc nối kim loại đó với kim loại khác có điện thế âm hơn, hoặc bảo vệ điện hóa bằng cách giảm khả năng ăn mòn xuống mức mà tại đó tốc độ ăn mòn của kim loại được giảm đáng kể, hoặc một kỹ thuật giảm ăn mòn bề mặt kim loại bằng cách làm cho bề mặt đó trở thành cực âm của một pin điện hóa.

3.1.3 A-nốt hy sinh (Galvanic anode)

TCVN 6170-8 : 2020

Đối với các hệ thống bảo vệ ca-tốt bằng a-nốt hy sinh, a-nốt của pin điện hóa là một hợp kim đúc hoạt động điện hóa (thường là nhôm, kẽm hoặc ma giê). A-nốt này cũng là nguồn điện cho hệ thống bảo vệ ca-tốt và sẽ bị tiêu hao. Do đó, nó thường được gọi là a-nốt hy sinh, thay thế cho thuật ngữ a-nốt galvanic được sử dụng nhất quán Tiêu chuẩn này. Đối với dòng đặt vào bảo vệ ca-tốt, một a-nốt trơ (không tiêu hao) được sử dụng và dòng điện được cung cấp bởi một bộ chỉnh lưu. Trong Tiêu chuẩn này, ca-tốt của pin điện hóa (nghĩa là cấu trúc, hệ thống phụ hoặc thành phần để nhận bảo vệ ca-tốt) được gọi là đối tượng bảo vệ.

3.1.4 Đối tượng bảo vệ (Protection Object)

Đối tượng bảo vệ là cực âm (ca-tốt) của pin điện hóa, ví dụ như, các kết cấu, hệ thống phụ hoặc các bộ phận nhận bảo vệ ca-tốt.

3.1.5 Phân cực (Polarization)

Quá trình triệt tiêu điện thế ăn mòn thành một điện thế âm hơn được gọi là phân cực ca-tốt.

3.1.6 Lớp đá vôi (Calcareous scale/layer)

Kết quả của việc bảo vệ ca-tốt là lớp đá vôi sẽ hình thành trên bề mặt kim loại. Độ dày thường là một phần mười của mi-li-mét, nhưng độ dày của lớp này có thể sẽ hình thành dày hơn. Lớp đá vôi làm giảm nhu cầu hiện tại để duy trì bảo vệ ca-tốt. Tuy nhiên, một lớp đá vôi có thể cản trở sự giao phối của các khớp nối điện và thủy lực dưới đất với dung sai nhỏ. Điều này có thể được ngăn chặn bằng cách áp dụng một lớp cách điện của lớp phủ màng mỏng (ví dụ: nhựa epoxy nung). Một biện pháp thay thế là cách điện bằng các đầu nối từ hệ thống bảo vệ ca-tốt và sử dụng vật liệu chống nước biển cho tất cả các bộ phận bị ướt. Thép không gỉ hợp kim cao, hợp kim niken-crom-molybden, titan và hợp kim dựa trên đồng nhất định (ví dụ: đồng niken-nhôm) đã được sử dụng cho mục đích này.

3.1.7 Suy giảm ca-tốt (Cathodic disbondment)

Bảo vệ ca-tốt sẽ được đi kèm với sự hình thành các ion hydroxyl và hydro ở bề mặt của vật được bảo vệ. Các sản phẩm này có thể làm mất lớp phủ phi kim loại bằng các cơ chế bao gồm các quá trình hòa tan hóa học và khử điện hóa ở giao diện kim loại/lớp phủ, có thể bao gồm cả sự tích tụ áp suất hydro tại giao diện này. Quá trình suy giảm lớp phủ này được gọi là giảm phân cực âm. Trên các thành phần có chứa chất lỏng nóng, quá trình này được tăng tốc bởi dòng nhiệt đến giao diện kim loại/lớp phủ.

3.1.8 Lớp phủ (Coating)

Các vật liệu dùng để ngăn ngừa sự ăn mòn trên bề mặt vật liệu.

3.1.9 Chiều dày dự trữ ăn mòn (Allowable Corrosion)

Chiều dày thép thêm vào chiều dày quy định để đảm bảo độ bền thiết kế.

3.1.10 Hệ số sử dụng (Anode utilization factor)

Tỷ lệ phần trăm vật liệu a-nốt đã bị tiêu hao khi vật liệu a-nốt còn lại không thể sinh ra dòng điện theo yêu cầu.

3.2 Ký hiệu và chữ viết tắt

A (m^2)	:	Diện tích bề mặt a-nốt
A_c (m^2)	:	Diện tích bề mặt ca-tốt (kết cấu cần bảo vệ)
a	:	Hằng số phụ thuộc vào đặc tính của sơn và môi trường
b	:	Hằng số phụ thuộc vào đặc tính của sơn và môi trường
C (Ah)	:	Dòng điện nạp liên quan đến kiểm soát chất lượng thử nghiệm vật liệu a-nốt
c (m)	:	Chu vi mặt cắt ngang a-nốt
Ca (Ah)	:	Điện dung của từng a-nốt
C_{tot} (Ah)	:	Điện dung cung cấp tổng cộng của a-nốt
E_a° (V)	:	Điện áp thiết kế mạch kín
E_c° (V)	:	Điện áp bảo vệ thiết kế (điện áp làm việc đủ âm so với điện cực Ag/AgCl)
ΔE° (V)	:	Hiệu điện thế giữa điện thế làm việc tối thiểu của a-nốt, (V)
ε (Ah/kg)	:	Hiệu suất điện hóa
f_c	:	Hệ số phá hủy sơn phủ
f_{ci}	:	Hệ số phá hủy sơn phủ ban đầu
f_{cm}	:	Hệ số phá hủy sơn phủ trung bình
f_{cf}	:	Hệ số phá hủy sơn phủ cuối cùng
$I_a(A)$:	Dòng điện ra của một a-nốt
I_{ai} (A)	:	Dòng điện cung cấp ban đầu của một a-nốt
I_{af} (A)	:	Dòng điện ra của một a-nốt sau tuổi thọ thiết kế của một a-nốt (sau thời gian khai thác t_f năm)
$I_{a \text{ tot}}$ (A)	:	Dòng điện ra
$I_{a \text{ toti}}$ (A)	:	Tổng dòng điện cung cấp ban đầu của a-nốt
$I_{a \text{ totf}}$ (A)	:	Tổng dòng điện ra trong giai đoạn cuối tuổi thọ thiết kế
I_c (A)	:	Dòng điện yêu cầu bảo vệ
I_{ci} (A)	:	Dòng điện yêu cầu bảo vệ ban đầu
I_{cm} (A)	:	Dòng điện yêu cầu trung bình để duy trì bảo vệ ca-tốt trong suốt tuổi thọ thiết kế
I_{cf} (A)	:	Dòng điện yêu cầu bảo vệ trong suốt tuổi thọ thiết kế
i_c (A/ m^2)	:	Mật độ dòng điện thiết kế
i_{ci} (A/ m^2)	:	Mật độ dòng điện thiết kế ban đầu
i_{cm} (A/ m^2)	:	Mật độ dòng điện yêu cầu trung bình

TCVN 6170-8 : 2020

i_{cf} (A/m ²)	:	Mật độ dòng điện thiết kế cuối cùng
L (m)	:	Chiều dài a-nốt
M_a (kg)	:	Tổng khối lượng tịnh của a-nốt cần thiết để duy trì bảo vệ ca-tốt
m_a (kg)	:	Khối lượng tịnh của một a-nốt
m_{ai} (kg)	:	Khối lượng tịnh của một a-nốt ban đầu
m_{af} (kg)	:	Khối lượng tịnh của một a-nốt cuối cùng
N	:	Số lượng a-nốt
r (m)	:	Bán kính a-nốt
R_a (ohm)	:	Điện trở suất của một a-nốt
R_{ai} (ohm)	:	Điện trở suất của từng a-nốt ban đầu
R_{af} (ohm)	:	Điện trở suất của từng a-nốt sau thời gian khai thác tr
R_{tot} (ohm)	:	Tổng điện trở suất a-nốt
S (m)	:	Chiều rộng, chiều dài trung bình a-nốt
ρ (ohm·m)	:	Điện trở suất của môi trường nước biển
t_f (năm)	:	Tuổi thọ thiết kế
u	:	Hệ số sử dụng a-nốt
Δw (g)	:	Tổn thất trọng lượng liên quan đến kiểm soát chất lượng thử vật liệu a-nốt
HISC	:	Hydrogen Induced Stress Cracking
CTOD	:	Crack Tip Opening Displacement
PWHT	:	Post weld heat treatment
PQT	:	Pre-Production Qualification Test
WPS	:	Welding Procedure Specification
MPS	:	Manufacture Procedure Specification
ITP	:	Inspection and Testin Plan
NDT	:	Non-Destructive Testing
CRA	:	Corrosion Resistant Alloy
HAZ	:	Heat Affected Zone
ROV	:	Remotely Operated Vehicle

4 Các hệ thống bảo vệ chống ăn mòn

4.1 Quy định chung

4.1.1 Các bề mặt thép nằm trong vùng khí quyển phải được bảo vệ bằng các lớp phủ.

4.1.2 Các bề mặt thép nằm ở các vùng dao động nước phải được bảo vệ chống ăn mòn bằng những hệ thống có khả năng chịu được môi trường trong vùng đó. Thép trong vùng này phải bổ sung thêm chiều dày dự trữ ăn mòn. Nếu thiết kế cho phép kiểm tra thường xuyên và có khả năng duy tu bảo dưỡng (vùng dao động nước, xem TCVN 6170-1 : 2017) thì các yêu cầu này có thể được giảm nhẹ.

4.1.3 Các bề mặt thép của kết cấu trong vùng ngập nước phải được chống ăn mòn bằng bảo vệ ca-tốt dùng các a-nốt hy sinh hoặc/và sử dụng dòng ngoài. Nên kết hợp sơn phủ với bảo vệ ca-tốt để giảm nhu cầu dòng bảo vệ ca-tốt và cải thiện việc phân phối dòng bảo vệ. Đối với những kết cấu có hình dạng phức tạp, kết cấu cần tuổi thọ cao hoặc có vị trí đặc biệt cũng nên kết hợp sử dụng lớp phủ với bảo vệ ca-tốt.

4.1.4 Để tính toán chiều dày dự trữ ăn mòn ở vùng dao động nước, nếu không có số liệu thống kê cụ thể có thể lấy tốc độ ăn mòn từ 0,3 đến 0,5 mm/năm (giá trị này được coi là phù hợp ở nhiệt độ môi trường xung quanh cho hầu hết các vùng ngoài biển).

4.1.5 Phải chú ý để tránh hiện tượng gỉ ngầm và ăn mòn tiếp xúc trong trường hợp dùng tấm phủ hoặc vỏ bọc để phủ.

4.1.6 Các bề mặt thép ở các vùng bên trong kết cấu tiếp xúc với nước biển thường phải được bảo vệ bằng các lớp phủ và hệ thống bảo vệ ca-tốt.

4.1.7 Thông thường không chấp nhận việc bảo vệ ca-tốt bằng dòng ngoài hoặc a-nốt ma-giê cho các vùng bên trong kết cấu.

4.1.8 Các bề mặt thép tiếp xúc với không khí thường được bảo vệ bằng lớp phủ. Không cần phủ các không gian bên trong đã hàn kín hoặc sẽ nằm trong khoang kín.

4.1.9 Các hệ thống bảo vệ chống ăn mòn đặc biệt, như các chất gây ức chế ăn mòn, có thể được chấp nhận dùng cho các bể chứa hoặc các hệ thống có công dụng đặc biệt.

4.1.10 Cốt thép hoặc thép nằm hoàn toàn trong các kết cấu bê tông phải được bảo vệ chống ăn mòn. Việc bảo vệ chống ăn mòn có thể đạt được bằng cách tạo đủ chiều dày lớp bê tông bảo vệ. Việc sử dụng hệ thống bảo vệ ca-tốt có tác dụng bảo vệ bổ sung. Các tấm thép gắn vào hoặc các vật cố định bằng thép và các đoạn ống thép măng-xông phải được gắn kín với kết cấu để ngăn ngừa sự xâm nhập của nước vào cốt thép.

4.1.11 Các dây xích dùng để neo giữ không bắt buộc theo yêu cầu chung về bảo vệ ca-tốt với điều kiện phải có các quy trình đã phê duyệt cho khảo sát, kiểm tra định kỳ và chu kỳ thay dây xích.

4.2 Các thông số thiết kế

4.2.1 Khi xem xét các hệ thống bảo vệ chống ăn mòn của nước biển và đáy biển thì cần phải xem xét đến các thông số sau đây:

- a) Nhiệt độ;
- b) Hàm lượng ôxy;
- c) Thành phần hóa học;

TCVN 6170-8 : 2020

- d) Điện trở;
- e) Các dòng hải lưu;
- f) Độ PH;
- g) Tình trạng xói mòn;
- h) Hoạt động sinh vật (vi khuẩn khử sun-phát, hà biển,...);
- i) Hư hỏng cơ học;
- j) Hiệu ứng tiếp xúc giữa các vật liệu khác nhau.

4.2.2 Khi xét môi trường của các vùng bên trong kết cấu phải tính đến các thông số sau đây:

- a) Độ ẩm;
- b) Sự ngưng tụ;
- c) Nhiệt độ;
- d) Tính chất của chất điện ly;
- e) Môi trường dầu thô, các điều kiện yếm khí;
- f) Các chất ăn mòn bên trong;
- g) Các vùng chuyển tiếp;
- h) Hư hỏng cơ học;
- i) Hiệu ứng tiếp xúc giữa các vật liệu khác nhau.

4.2.3 Khi xét việc bảo vệ chống ăn mòn trong khí quyển phải tính đến các thông số sau đây:

- a) Nhiệt độ;
- b) Độ ẩm;
- c) Tình trạng tiếp xúc với nước biển;
- d) Hàm lượng clo;
- e) Hư hỏng cơ học;
- f) Hiệu ứng tiếp xúc giữa các vật liệu khác nhau.

5 Thiết kế chống ăn mòn bằng bảo vệ ca-tốt

5.1 Quy định chung

Phần này quy định các yêu cầu liên quan đến thiết kế nguyên lý hệ thống bảo vệ ca-tốt, bao gồm sự tương thích của bảo vệ ca-tốt với vật liệu kim loại và lớp phủ.

5.2 Hạn chế của bảo vệ ca-tốt

Đối với thép các bon và thép hợp kim thấp, bảo vệ ca-tốt được xem là một kỹ thuật để kiểm soát ăn mòn. Bảo vệ ca-tốt không phải là sự thay thế cho hợp kim chống ăn mòn đối với các bộ phận có độ sai lệch lớn về kích thước.

5.3 Các thông số môi trường ảnh hưởng đến bảo vệ ca-tốt

5.3.1 Các thông số nước biển chính ảnh hưởng đến bảo vệ ca-tốt như sau:

- a) Hàm lượng ôxy;
- b) Các dòng hải lưu;
- c) Nhiệt độ;
- d) Hoạt động sinh vật biển;
- e) Độ mặn.

Sự thay đổi hàm lượng PH và các-bon-nát trong nước biển được xem là các yếu tố ảnh hưởng đến sự hình thành các lớp đá vôi liên quan đến bảo vệ ca-tốt và do dòng điện yêu cầu để đạt đến và duy trì bảo vệ ca-tốt của lớp bề mặt kim loại. Ở trầm tích đáy biển, các thông số chính như là: nhiệt độ, sự phát triển của sinh vật bị lớp vôi hóa.

5.3.2 Các thông số trên có liên quan với nhau và thay đổi theo vị trí địa lý, độ sâu và mùa. Điều này không thể đưa ra một mối quan hệ chính xác giữa các thông số môi trường nước biển được chỉ ra ở trên với các yêu cầu dòng ca-tốt để đạt được và để duy trì bảo vệ ca-tốt. Để hợp lý hóa thiết kế bảo vệ ca-tốt cho các ứng dụng hàng hải, mật độ dòng thiết kế mặc định i_c (A/m^2) được xác định trong Tiêu chuẩn này dựa vào vùng khí hậu (liên quan đến nhiệt độ nước biển trung bình) và độ sâu nước biển. Nhiệt độ và độ mặn nước biển xác định điện trở suất của nước biển, ρ (ohm.m), mà được sử dụng để tính toán điện trở a-nốt, R_a (ohm) là yếu tố kiểm soát dòng ra từ một a-nốt.

5.4 Điện áp bảo vệ

5.4.1 Đối với thép các-bon và thép hợp kim thấp, điện áp -0,80 V so với điện cực Ag/AgCl/nước biển thường được chấp nhận là điện áp bảo vệ thiết kế, E_c^0 (V). Điện áp bảo vệ thiết kế -0,9 V được áp dụng trong môi trường yếm khí, bao gồm cả hoạt động sinh vật biển cụ thể.

5.4.2 Đối với hệ thống bảo vệ ca-tốt mà a-nốt hy sinh, điện áp bảo vệ cho kết cấu chính có tuổi thọ thiết kế sẽ nằm trong khoảng từ -0,90 V đến -1,05 V. Càng về cuối tuổi thọ làm việc, điện áp sẽ tăng nhanh về -0,80 V và cuối cùng đến giá trị âm thậm chí còn nhỏ hơn, được gọi là bảo vệ dưới mức. Thuật ngữ bảo vệ quá mức chỉ có thể được áp dụng cho điện áp bảo vệ âm hơn -1,15 V. Những điện áp bảo vệ như vậy sẽ không áp dụng cho bảo vệ ca-tốt bằng các a-nốt hy sinh nhôm hoặc kẽm.

5.5 Tác động bất lợi của bảo vệ ca-tốt

5.5.1 Bảo vệ ca-tốt sẽ đi kèm với sự hình thành các ion hydroxyl và hydro ở bề mặt của kim loại được bảo vệ. Sự hình thành này có thể là nguyên nhân gây mất lớp phủ phi kim loại bằng các cơ chế bao gồm các quá trình hòa tan hóa học và khử điện hóa ở các bề mặt kim loại/bề mặt lớp phủ, có thể bao gồm sự hình thành (tích tụ) áp suất hydro tại các bề mặt này. Quá trình suy giảm lớp phủ này được gọi là làm mất lớp phủ ca-tốt. Trên các bộ phận có chứa chất lỏng nóng, quá trình này được gia tốc bởi dòng nhiệt đến bề mặt kim loại/bề mặt lớp phủ.

5.5.2 Các lớp phủ được sử dụng cho các bề mặt được gia công hoặc bề mặt được phủ lớp hợp kim chống ăn mòn đặc biệt dễ làm suy giảm ca-tốt. Tuy nhiên, với bề mặt đạt đến độ nhám bề mặt tối ưu, một số hệ thống lớp phủ (ví dụ như, nhựa epoxy hoặc polyurethane) có khả năng chống suy giảm ca-tốt đạt hiệu quả bằng bảo vệ ca-tốt mà a-nốt hy sinh được sử dụng cho các bề mặt được phủ lớp hợp kim chống ăn mòn cũng như cho thép các-bon và thép hợp kim thấp. Đối với hệ thống lớp phủ có khả năng tương thích với a-nốt hy sinh bảo vệ ca-tốt mà không được chứng minh rõ ràng thì sẽ xem xét thực hiện thử nghiệm về chất lượng, bao gồm thử nghiệm tại phòng thí nghiệm về khả năng chống suy giảm ca-tốt. Việc thử nghiệm của lớp phủ chống sự suy giảm ca-tốt được chuẩn hóa, như được nêu tại ASTM G8.

5.5.3 Bảo vệ ca-tốt sẽ gây ra sự hình thành nguyên tử hydro tại bề mặt kim loại. Trong phạm vi điện áp bảo vệ ca-tốt bằng a-nốt kẽm hoặc nhôm (-0,80 đến -1,10 V Ag/AgCl/nước biển), việc hình thành nguyên tử hydro tăng theo cấp số nhân theo giới hạn điện áp âm. Các nguyên tử hydro có thể kết hợp tạo thành các phân tử hydro hoặc được hấp thụ vào trong cấu trúc tinh thể của kim loại hoặc chúng có thể tương tác với cấu trúc vi mô của các bộ phận chịu ứng suất cao gây ra nứt liên quan đến hydro, được gọi là nứt ứng suất do hydro gây ra (HISC).

5.5.4 Đối với tất cả các ứng dụng thực tế, thép không gỉ austenite và hợp kim gốc niken thường được xem là không bị nứt do HISC gây ra trong điều kiện ủ. Với các miễn giảm của thép không gỉ UNS S30200 (AISI 302) và UNS S30400 (AISI 304), môi trường làm việc lạnh vừa phải không gây ra sự nhạy cảm HISC đối với các vật liệu này. Áp dụng tương tự cho hàn hoặc tạo hình nóng theo một quy trình thích hợp. Bu lông bằng thép không gỉ AISI 316 được sản xuất theo ISO 3506, Phần 1, Cấp thép A4, Cấp đặc tính 80 và thấp hơn (lên đến SMYS 640 MPa) đã được chứng minh khả năng tương thích với bảo vệ ca-tốt với a-nốt hy sinh.

5.5.5 Đối với hợp kim niken (các hợp kim austenitic gồm có UNS N05500 và N07750) quá trình làm cứng kết tủa có thể gây ra độ nhạy cao với HISC. Đối với thép không gỉ austenite cứng, độ nhạy thấp hơn và độ cứng tối đa 300HV có thể xem xét một giới hạn an toàn hợp lý, trong đó các vật liệu mà độ cứng lớn hơn 350 HV thường nên tránh cho bất kỳ thành phần nào nhận bảo vệ ca-tốt. Trong phạm vi độ cứng từ 300 HV đến 350 HV nên áp dụng biện pháp phòng ngừa trong quá trình thiết kế để tránh chảy cục bộ và/hoặc chỉ định hệ thống lớp phủ cụ thể đủ điều kiện như một rào cản hấp thụ hydro bằng biện pháp bảo vệ ca-tốt.

5.5.6 Dựa trên kinh nghiệm thực tế, kết cấu thép ferritic và ferritic-Pearlitic với giới hạn chảy tối thiểu (SMYS) thấp nhất 500 MPa đã được chứng minh khả năng tương thích với các hệ thống bảo vệ ca-tốt. Tất cả các mối hàn phải được thực hiện theo một quy trình đủ điều kiện với độ cứng 350 HV là giới hạn trên tuyệt đối. Với độ cứng tối đa đủ tiêu chuẩn trong khoảng 300 đến 350 HV, các biện pháp thiết kế nên được thực hiện để tránh chảy cục bộ và áp dụng hệ thống lớp phủ đáng tin cậy như là một rào cản đối với sự hấp thụ hydro do bảo vệ ca-tốt gây ra.

5.5.7 Đối với thép các-bon martensitic, hợp kim thấp và thép không gỉ, đã gặp phải các lỗi do bảo vệ ca-tốt gây ra bởi HISC ở các vật liệu có giới hạn chảy thực tế và độ cứng tương ứng khoảng 700 MPa và 350 HV. Người ta nhận ra rằng nhất là thép martensite dễ bị HISC. Hàn vật liệu dễ bị hình thành mactensit nên phải được xử lý nhiệt sau hàn (PWHT) để giảm độ cứng vùng ảnh hưởng nhiệt (HAZ) và ứng suất dư từ hàn. Các khuyến nghị tương tự cho giới hạn độ cứng và các biện pháp thiết kế như đối với thép ferritic được nêu tại mục 5.5.6 được

áp dụng. Các bu lông thép martensitic được xử lý nhiệt đến giới hạn chảy (SMYS) lên đến 720 MPa (ví dụ như thép: ASTM A193 lớp B7 và ASTM A320 lớp L7) có khả năng tương thích tốt với bảo vệ ca-tốt. Tuy nhiên, hư hỏng do xử lý nhiệt không phù hợp đã xảy ra và đối với các ứng dụng quan trọng, nên thử nghiệm theo đợt để xác minh độ cứng tối đa 350 HV.

5.5.8 Thép không gỉ Ferritic-austenitic (duplex) được xem là có khả năng nhạy cảm với HISC, không phụ thuộc vào giới hạn chảy (SMYS) (thường là 400 đến 550 MPa) hoặc độ cứng tối đa được chỉ định. Hàn có thể làm tăng tính nhạy cảm của HISC trong vật liệu hàn và trong HAZ liền kề với đường chảy. Điều này có liên quan đến hàm lượng ferrite tăng hơn là độ cứng. Do đó, chất lượng hàn phải chứng minh rằng hàm lượng ferrite tối đa trong kim loại mối hàn và HAZ bên trong (rộng khoảng 0,1 mm) có thể được kiểm soát một cách hiệu quả; hàm lượng tối đa được chỉ định từ 60 đến 70%. Thép rèn dễ bị HISC hơn các vật liệu gia công áp lực do cấu trúc vi mô cho phép HISC lan truyền tốt hơn trong pha ferrite. Các ống uốn lạnh có đường kính nhỏ (không có lớp phủ và có kết nối cơ học, tức là không hàn) đã được chứng minh trong các hồ sơ báo cáo về khả năng tương thích bảo vệ ca-tốt nếu được sử dụng làm đường ống điều khiển quá trình sản xuất cho các thiết bị dưới đáy biển. Các biện pháp phòng ngừa thiết kế nên bao gồm các biện pháp để tránh chảy nhựa cục bộ và sử dụng các hệ thống sơn đủ tiêu chuẩn, ví dụ: khả năng chống phân hủy bởi các tác động cơ học và vật lý/hóa học.

5.5.9 Hợp kim đồng và nhôm thường được xem là không có khả năng nhạy cảm với HISC, bất kể phương pháp chế tạo nào. Đối với hợp kim titan có độ bền cao mà sự chứng minh bằng tài liệu được giới hạn và cần xem xét đặc biệt.

5.5.10 Các kỹ thuật đặc biệt đã được áp dụng để kiểm soát tiềm năng bảo vệ ca-tốt ở phạm vi điện áp âm nhỏ hơn (ví dụ: -0,80 đến -0,90 V), bao gồm việc sử dụng điốt và a-nốt hợp kim đặc biệt. Một nhược điểm lớn của phương pháp này là thành phần hoặc hệ thống riêng biệt cần được cách điện bằng điện từ các hệ thống bảo vệ ca-tốt liền kề khác.

5.5.11 Bảo vệ ca-tốt trong các khoang kín mà không thông gió có thể gây ra sự phát triển của khí hydro đến một mức độ mà hỗn hợp khí nổ (tức là hydro/ôxy) được hình thành ở giai đoạn cuối. Các nguy cơ này ở mức trung bình với a-nốt galvanic Al và Zn nhưng ít nhất một vụ nổ trong khi hàn bên ngoài trên chân đế dưới nước có chứa a-nốt trên có liên quan đến hiện tượng này.

5.5.12 Kết quả của việc áp dụng bảo vệ ca-tốt là một lớp đá vôi sẽ hình thành trên bề mặt kim loại. Độ dày thường là một phần mười của mi-li-mét, nhưng lớp trầm tích có thể hình thành. Lớp đá vôi làm giảm dòng điện yêu cầu để duy trì bảo vệ ca-tốt.

5.6 Vật liệu a-nốt hy sinh

5.6.1 A-nốt hy sinh được áp dụng cho các công trình biển thường là nhôm hoặc kẽm. Đặc điểm chung của loại vật liệu a-nốt (tức là a-nốt nhôm hoặc kẽm) thường được chọn và được chỉ định trong báo cáo thiết kế bảo vệ ca-tốt và/hoặc trong cơ sở thiết kế cho thiết kế bảo vệ ca-tốt chi tiết.

5.6.2 A-nốt nhôm thường được sử dụng do có điện dung đơn vị cao, ϵ (A.h/ kg). Tuy nhiên, đôi khi a-nốt kẽm có độ tin cậy cao hơn (có nghĩa là có hiệu suất điện hóa) cho việc ứng dụng

trong trầm tích dưới đáy biển hoặc khoang bên trong có hoạt động vi khuẩn cao, cả hai môi trường đại diện cho điều kiện yếm khí.

5.7 Kích thước và thiết bị cố định a-nốt

5.7.1 Có ba kiểu a-nốt chính cho kết cấu công trình biển:

- c) Kiểu hình trụ (Slender stand-off);
- b) Kiểu hình thang (Elongated, flush mounted);
- c) Kiểu vòng xuyên (Shell Bracelet).

5.7.2 A-nốt kiểu hình trụ và kiểu hình thang có thể chia thành kiểu ngắn và kiểu dài, dựa trên tỷ lệ chiều dài với chiều rộng. Loại a-nốt xác định theo tại mục 6.6.

5.7.3 Kiểu a-nốt hình thang thường được đúc trên một ống chèn và được sử dụng cho các a-nốt tương đối lớn trên các kết cấu phụ và các tấm dưới đáy biển. Dòng điện ra I_a (A), liên quan đến khối lượng a-nốt lớn M_a (kg), như là một hệ số sử dụng u .

5.7.4 A-nốt kiểu vòng xuyên được sử dụng chủ yếu cho đường ống nhưng cũng được sử dụng cho các chân đế giàn cố định tại khu vực phía trên, tỷ lệ kết hợp dòng điện ra cao với trọng lượng với lực trôi thấp. Tất cả các a-nốt kiểu hình trụ phải có hệ thống sơn phủ phù hợp trên bề mặt đối tượng bảo vệ. Điều này để tránh sự tích tụ các sản phẩm ăn mòn a-nốt mà có thể là nguyên nhân làm suy giảm và cuối cùng phá vỡ các thiết bị cố định a-nốt.

5.7.5 Các kiểu a-nốt và các yêu cầu đặc biệt nào đối với việc cố định a-nốt phải được xác định trong quá trình thiết kế nguyên lý bảo vệ ca-tốt, có tính đến các lực tác động trong quá trình lắp đặt và vận hành. Đối với a-nốt kiểu hình thang, các biện pháp phòng ngừa đặc biệt có thể cần thiết trong quá trình thiết kế và bố trí a-nốt để tránh cản trở hoạt động dưới đáy biển.

5.8 Sử dụng lớp phủ kết hợp với bảo vệ ca-tốt

5.8.1 Việc sử dụng các lớp phủ phi kim loại làm giảm đáng kể nhu cầu dòng bảo vệ ca-tốt của đối tượng bảo vệ và trọng lượng yêu cầu của a-nốt. Đối với các kết cấu nhạy cảm với tuổi thọ thiết kế dài, sự kết hợp giữa lớp phủ với bảo vệ ca-tốt mang lại khả năng kiểm soát ăn mòn hiệu quả nhất. Đối với một vài hệ thống với tuổi thọ thiết kế dài, hệ thống bảo vệ ca-tốt có thể không hợp lý trừ khi được kết hợp với lớp phủ.

5.8.2 Việc sử dụng lớp phủ phải được xem xét cho các đối tượng mà trong đó nhu cầu bảo vệ ca-tốt cho bề mặt kim loại không bị phủ hoặc bề mặt kim loại được phủ dày. Điều này bao gồm các kết cấu nằm sâu dưới đáy biển mà sự hình thành các trầm tích đá vôi. Điều này có thể xem xét thêm cho các bề mặt mà được bảo vệ một phần từ bảo vệ ca-tốt bằng hiệu ứng hình học.

5.8.3 Đối với các kết cấu lớn và phức tạp như là cụm giếng ngầm, việc mở rộng lớp phủ được yêu cầu là cần thiết để hạn chế toàn bộ dòng yêu cầu và để đảm bảo phân bố dòng chính xác. Quy trình thiết kế bảo vệ ca-tốt trong tiêu chuẩn này không đề cập đến sự sụt điện áp từ a-nốt trong nước biển. Để khắc phục điều này, hệ số phá vỡ lớp phủ thiết kế phải được chọn có chủ ý một cách thận trọng để đảm bảo rằng đủ một tổng điện áp cuối cùng cho thiết

kế bảo vệ ca-tốt. Bất kỳ tính toán nào về sụt giảm điện áp từ a-nốt (tính toán bằng phương pháp phân tích phần tử hữu hạn hoặc phần tử biên) và sử dụng các hệ số phá vỡ lớp phủ này có thể dẫn đến giảm điện áp quá cao, việc chỉ ra sự bảo vệ ca-tốt cận biên hoặc thậm chí không đủ về mặt bảo vệ ca-tốt về phương diện tính toán ước lượng khả năng bảo vệ. Điều này chủ yếu sẽ áp dụng cho các kết cấu có tuổi thọ thiết kế tương đối dài khi tính toán phá vỡ lớp phủ, và các yêu cầu dòng ở đây và độ sụt điện áp tăng theo cấp số nhân.

5.8.4 Việc áp dụng lớp phủ có thể không phù hợp cho các phần kết cấu ngập nước mà việc yêu cầu kiểm tra thường xuyên các vết nứt do mỏi, như là các mối hàn của các nút quan trọng của kết cấu chân đế.

5.8.5 Lớp phủ kim loại trên bề mặt kẽm hoặc nhôm tương ứng với điện cực a-nốt bảo vệ ca-tốt. Tuy nhiên, so với lớp phủ hữu cơ, chúng chưa được xem xét để có đủ điều kiện lợi thế trong việc giảm yêu cầu dòng cho bảo vệ ca-tốt. Các lớp phủ nhiều kẽm đã được xem là không phù hợp để áp dụng cho bảo vệ ca-tốt do tính nhạy cảm với sự suy giảm ca-tốt hoặc điện trở suất thấp, dẫn đến dòng yêu cầu cao.

5.8.6 Đối với các vật liệu có thành phần hóa học nhạy cảm với sự hấp thụ HISC do bảo vệ ca-tốt, hệ thống sơn phủ phi kim loại luôn được xem là rào cản đối với sự hấp thụ hydro.

5.9 Dòng điện liên tục và dòng điện tiêu hao

5.9.1 Các quy định về cách điện chỉ cần thiết nếu một số bộ phận hoặc hệ thống phụ được cách điện để tránh bảo vệ ca-tốt hoặc để kiểm soát khả năng bảo vệ ca-tốt bằng các biện pháp đặc biệt.

5.9.2 Dòng điện tiêu hao bảo vệ ca-tốt vào các bộ phận mà kết nối điện với đối tượng bảo vệ sẽ phải được xem xét trong quá trình thiết kế. Điều này có thể bao gồm các thành phần trong hợp kim mà được coi là chống ăn mòn hoàn toàn trong nước biển và các thành phần mà không cần bảo vệ ăn mòn cho mục đích kết cấu do chiều dày lớn so với tốc độ ăn mòn dự kiến, như là các cọc và các vỏ bọc được lắp đặt dưới đáy biển.

6 Thông số thiết kế bảo vệ ca-tốt

6.1 Quy định chung

6.1.1 Các thông số thiết kế cơ sở và thiết kế chi tiết của a-nốt hy sinh cho hệ thống bảo vệ ca-tốt và đưa ra các quy định về việc chọn các thông số thiết kế. Ngoại trừ, thông số tuổi thọ thiết kế, và hệ số phá vỡ lớp phủ.

6.1.2 Tất cả các điện thế điện hóa liên quan đến bảo vệ ca-tốt trong mục này đều đề cập đến điện cực Ag/AgCl/nước biển. Điện thế của điện cực này gần như tương đương với điện cực tiêu chuẩn thủy ngân clorua.

6.2 Tuổi thọ thiết kế

6.2.1 Tuổi thọ thiết kế của hệ thống bảo vệ ca-tốt thường được xác định bởi Chủ công trình, có tính đến khả năng tuổi thọ thiết kế của đối tượng bảo vệ được kéo dài. Tuổi thọ thiết kế sẽ tính toán bổ sung thêm bất kỳ giai đoạn nào mà hệ thống bảo vệ ca-tốt sẽ hoạt động trước khi vận hành bảo vệ.

6.2.2 Việc bảo trì và sửa chữa cho hệ thống bảo vệ ca-tốt cho công trình biển cố định thường rất tốn kém và đôi khi không khả thi. Do đó, thông thường tuổi thọ thiết kế a-nốt ít nhất phải bằng với tuổi thọ của đối tượng cần bảo vệ. Tuy nhiên, trong trường hợp, có kế hoạch trang bị thêm a-nốt hy sinh có thể là một sự thay thế khả thi về mặt kinh tế cho việc lắp đặt các a-nốt rất lớn ngay từ ban đầu. Việc thay thế này phải được lên kế hoạch sao cho các quy định cần thiết cho việc trang bị thêm được thực hiện trong giai đoạn thiết kế và chế tạo ban đầu.

6.3 Mật độ dòng điện thiết kế

6.3.1 Mật độ dòng điện, i_c , đề cập đến dòng bảo vệ ca-tốt trên một đơn vị diện tích (A/m^2). Mật độ dòng điện thiết kế ban đầu và cuối cùng, i_{ci} (ban đầu) và i_{cf} (cuối cùng), đưa ra một đơn vị đo lường về mật độ dòng điện yêu cầu của ca-tốt dự kiến để đạt được bảo vệ ca-tốt trên bề mặt kim loại không có lớp phủ trong một khoảng thời gian ngắn hợp lý. Mật độ dòng điện thiết kế được sử dụng tính toán dòng điện yêu cầu ban đầu và cuối cùng xác định kích thước và số lượng a-nốt. Ảnh hưởng của bất kỳ lớp phủ nào đối với dòng điện yêu cầu được tính đến bằng cách sử dụng hệ số phá vỡ lớp phủ.

6.3.2 Mật độ dòng điện thiết kế ban đầu đề cập đến mật độ dòng điện ca-tốt được yêu cầu để tạo ra sự phân cực của bề mặt kim loại ban đầu không có lớp phủ, bề mặt kết cấu thép điển hình với một số lớp gỉ hoặc lớp phủ thép cán.

6.3.3 Mật độ dòng thiết kế ca-tốt ban đầu phải cao hơn mật độ dòng thiết kế cuối cùng bởi vì do lớp vôi can xi hình thành trên bề mặt và lớp tích tụ nhiễm bẩn biển được phát triển trong giai đoạn ban đầu này làm giảm dòng yêu cầu phía sau (làm giảm điện trở phân cực). Một mật độ dòng thiết kế ban đầu đủ cho phép kích hoạt nhanh chóng hình thành lớp vôi hóa bảo vệ và do đó phân cực hiệu quả.

6.3.4 Mật độ dòng thiết kế kết thúc liên quan đến các bề mặt kim loại đã có sẵn lớp vôi hóa và sự phát triển sinh vật biển. Điều này tính đến mật độ dòng yêu cầu để phân cực lại kết cấu nếu các lớp này bị loại bỏ từng phần, như là do loại bỏ chu kỳ các sinh vật biển.

6.3.5 Mật độ dòng ban đầu và cuối cùng được sử dụng để tính toán số lượng a-nốt của một loại cụ thể để đạt được hiệu suất phân cực hiệu quả bằng cách sử dụng định luật Ohm và các giả thuyết sau:

6.3.5.1 Điện thế a-nốt phù hợp với điện thế mạch kín thiết kế; và

6.3.5.2 Điện thế của đối tượng bảo vệ (ca-tốt) tại điện thế bảo vệ thiết kế cho thép các-bon và thép hợp kim thấp là -0,08V.

6.3.6 Mật độ dòng điện thiết kế trung bình, i_{cm} (A/m^2), là thông số đo mật độ dòng điện ca-tốt dự kiến khi hệ thống bảo vệ ca-tốt đạt được khả năng sẵn sàng bảo vệ; giá trị mật độ dòng điện thiết kế trung bình thường nhỏ hơn khả năng bảo vệ thiết kế từ 0,15V đến 0,20 V.

6.3.7 Mật độ dòng điện ca-tốt để đạt được và duy trì bảo vệ ca-tốt phụ thuộc vào hệ số mà thay đổi theo vị trí địa lý và độ sâu nước biển. Mật độ dòng điện thiết kế ban đầu/cuối cùng và mật độ dòng điện thiết kế trung bình được nêu tại Bảng 1, và Bảng 2, tương ứng, dựa vào vùng khí hậu và độ sâu nước biển.

6.3.8 Dữ liệu trong Bảng 1 và Bảng 2 phản ánh sự ảnh hưởng dự kiến của nhiệt độ và độ sâu của nước biển đến các tính chất của lớp vôi hóa được hình thành bằng cách bảo vệ ca-tốt và hàm lượng ôxy hòa tan. Các thuộc tính của các lớp như vậy phụ thuộc vào nhiệt độ môi trường nước biển và hơn nữa, vào các thông số phụ thuộc độ sâu nhất định ngoài nhiệt độ. Ôxy được hòa tan trong lớp bề mặt (bằng cách hòa tan từ không khí và tổng hợp ảnh) sao cho hàm lượng ôxy ở độ sâu lớn ở vùng nhiệt đới có thể thấp hơn đáng kể so với nước mặt ôn đới hoặc Bắc cực có cùng nhiệt độ nước biển. Mật độ dòng điện thiết kế cao hơn ở vùng trên cùng là kết quả của lực sóng và sự phát triển của biển đối với sự suy thoái của vẩy vôi và chuyển ôxy khối lượng đối lưu. Ở một số khu vực nhất định, sự phân hủy vật liệu hữu cơ có thể làm giảm và cuối cùng tiêu thụ hết ôxy trong nước biển. Không có sự giảm hàm lượng ôxy như vậy được tính trong Bảng 1 và Bảng 2.

**Bảng 1 - Mật độ dòng điện thiết kế ban đầu và cuối cùng
khi bề mặt kim loại ngập trong nước biển (A/m²)**

Độ sâu nước biển (m)	Nhiệt đới		Cận nhiệt đới	
	Ban đầu	Cuối cùng	Ban đầu	Cuối cùng
0 - 30	0,150	0,100	0,170	0,110
> 30 - 100	0,120	0,080	0,140	0,090
> 100 - 300	0,140	0,090	0,160	0,110
> 300	0,180	0,130	0,200	0,150

**Bảng 2 - Mật độ dòng điện thiết kế trung bình
khi bề mặt kim loại ngập trong nước biển (A/m²)**

Độ sâu nước biển (m)	Khí hậu nhiệt đới	Cận nhiệt đới
	> 20 °C	12 °C - 20 °C
0 - 30	0,070	0,080
> 30 - 100	0,060	0,070
> 100 - 300	0,070	0,080
> 300	0,090	0,100

6.3.9 Đối với các khoang ngập nước tự do và các khoang kín mà thông khí tự nhiên, mật độ dòng điện thiết kế theo bề mặt kim loại ngập nước từ 30 m - 100 m được nêu tại Bảng 1 và Bảng 2. Các không gian kín và được làm kín thường không cần phải bảo vệ ca-tốt.

6.3.10 Đối với các bề mặt thép không có lớp sơn phủ được chôn trong trầm tích, mật độ dòng điện thiết kế (ban đầu/cuối cùng và trung bình) là 0,020 A/m² không phân biệt vị trí địa lý và độ sâu nước biển.

6.3.11 Tại lớp cao nhất của trầm tích đáy biển, hoạt động của vi khuẩn có thể là yếu tố

TCVN 6170-8 : 2020

chính xác định dòng điện yêu cầu của hệ thống bảo vệ ca-tốt. Trong trường hợp ngập sâu vào bên trong lớp trầm tích thì dòng điện yêu cầu sẽ phải liên quan đến sự hình thành hydrogen.

6.3.12 Đối với đường ống và các bộ phận khác được hâm nóng bởi công chất bên trong, mật độ dòng điện thiết kế như được nêu tại Bảng 1 và Bảng 2 và sẽ phải tăng thêm 0,001 A/m² cho 1 °C mà bề mặt tiếp xúc kim loại/môi trường giả định vượt quá 25 °C. Đối với các ống dẫn vách đơn, nhiệt độ này phải được giả định để tính toán cho nhiệt độ chất lỏng bên trong.

6.3.13 Mật độ dòng điện bảo vệ ca-tốt bổ sung giải thích cho việc gia tăng khối lượng đối lưu và khuếch tán của oxy gây ra bởi sự truyền nhiệt.

6.3.14 Bảng mật độ dòng điện thiết kế Bảng 1 và Bảng 2 cũng phải được áp dụng cho bất kỳ bề mặt của thép không gỉ và thép hợp kim màu nào mà hệ thống bảo vệ ca-tốt bao gồm các bộ phận thép cac-bon hoặc thép hợp kim. Để tính toán dòng điện đầu ra a-nốt, điện áp bảo vệ -0,08 V cũng phải được áp dụng cho các vật liệu trên.

6.3.15 Đối với các bộ phận, kết cấu nhôm, hoặc những vật liệu được sơn phủ bằng nhôm hoặc kẽm, mật độ dòng thiết kế là 0,010 A/m² được khuyến nghị cho giá trị ban đầu/cuối cùng cũng như giá trị trung bình. Đối với các bộ phận, kết cấu được hâm nóng bên trong, mật độ dòng điện thiết kế sẽ tăng thêm 0,0002 A/m² cho mỗi độ (°C) mà kim loại/nước biển được giả định là vượt quá 25 °C.

6.3.16 Để bảo vệ ca-tốt cho cốt thép bê tông và các kết cấu thép nhúng bê tông liên quan đến công trình biển cố định thì mật độ dòng thiết kế được nêu tại Bảng 3. Đối với trụ bê tông chứa đầy nước biển, bảo vệ ca-tốt phải trang bị từ hai phía. Để bảo vệ bên ngoài các trụ rỗng, mật độ dòng thiết kế được nêu tại Bảng 3 sẽ được nhân với hệ số 1.5.

Bảng 3 - Mật độ dòng điện thiết kế cho kết cấu thép nhúng bê tông (cốt thép bê tông)

Độ sâu nước biển (m)	Khí hậu nhiệt đới > 20 °C	Cận nhiệt đới 12 °C - 20 °C
0 - 30	0,0025	0,0015
> 30 - 100	0,0020	0,0010
> 100	0,0010	0,0008

6.3.17 Nếu tỷ lệ, B, giữa diện tích cốt thép thực tế với thể tích bê tông được gia cường lớn hơn 5, hệ số điều chỉnh 5/B có thể được áp dụng cho mật độ dòng điện thiết kế tại Bảng 3.

6.4 Hệ số phá hủy sơn phủ

6.4.1 Hệ số phá hủy sơn phủ, f_c , là sự suy giảm dự kiến của mật độ dòng điện do sử dụng sơn cách điện. Nếu $f_c = 0$, lớp sơn phủ cách điện 100%, do vậy, mật độ dòng điện trong do ca-tốt giảm đến 0. $f_c = 1$, có nghĩa là lớp sơn phủ không có thuộc tính làm suy giảm dòng điện.

6.4.2 Không nên nhầm lẫn yếu tố phá vỡ lớp phủ với sự xuống cấp của lớp phủ bằng cách kiểm tra bằng mắt thường. Một lớp phủ cho thấy phòng rộp rọng có thể vẫn giữ được các đặc

tính cách điện tốt. Ngược lại, một lớp phủ có bề mặt tốt có thể cho phép một dòng điện đáng kể đi qua.

6.4.3 Hệ số phá hủy sơn phủ là một hàm số của các đặc tính sơn phủ, thông số vận hành và thời gian. f_c được xác định như sau:

$$f_c = a + b \cdot t \quad (1)$$

Trong đó:

t (năm) - Tuổi lớp phủ;

a và b - Các hằng số phụ thuộc vào tính chất của lớp phủ và môi trường.

6.4.4 Xác định trị số a và b cho việc tính toán hệ số phá hủy sơn phủ dựa vào các giá trị mặc định trong Bảng 4 sẽ được sử dụng.

Bảng 4 - Trị số a và b (áp dụng cho các loại sơn phủ được nêu tại mục 6.4.8)

Độ sâu nước biển (m)	Trị số a và b cho sơn phủ loại I, II và III		
	I (a = 0,10)	II (a = 0,05)	III (a = 0,02)
0 - 30	b = 0,10	b = 0,025	b = 0,012
> 30	b = 0,05	b = 0,015	b = 0,008

6.4.5 Hệ số phá hủy sơn phủ trung bình, f_{cm} , và cuối cùng, f_{cf} , được xác định theo công thức (2) và (3) dưới đây:

$$f_{cm} = a + b \cdot \frac{t_f}{2} \quad (2)$$

$$f_{cf} = a + b \cdot t_f \quad (3)$$

Trong đó:

t_f (năm) - Tuổi thọ thiết kế hệ thống bảo vệ ca-tốt;

a, b - Hằng số phụ thuộc vào đặc tính của sơn và môi trường.

6.4.6 Đối với các đối tượng bảo vệ, với bề mặt không được sơn phủ, hệ số phá hủy lớp sơn ban đầu, $f_{ci} = a$, có thể được áp dụng để tính toán dòng điện yêu cầu ban đầu để bao gồm cả các bề mặt được sơn phủ.

6.4.7 Nếu giá trị tính toán theo mục 6.4.5 lớn hơn 1, $f_{cf} = 1$ phải được sử dụng trong thiết kế. Nếu tuổi thọ thiết kế hệ thống bảo vệ ca-tốt vượt quá tuổi thọ tính toán thực tế của hệ thống sơn phủ theo mục 6.4.3, thì f_{cm} được xác định theo công thức sau:

$$f_{cm} = 1 - b \cdot \frac{(1-a)^2}{2 \cdot b \cdot t_f} \quad (4)$$

6.4.8 Để tính toán tác động của hệ thống lớp sơn phủ theo hệ số phá hủy sơn phủ, ba loại sơn phủ đã được xác định như tại Bảng 4.

6.4.8.1 Loại I: Một lớp sơn nhựa, có chiều dày danh nghĩa tối thiểu 20 μm .

TCVN 6170-8 : 2020

6.4.8.2 Loại II: Một lớp sơn hàng hải, có chiều dày danh nghĩa tối thiểu 25 μm như là, epoxy, polyurethane or vinyl based.

6.4.8.3 Loại III: Hai lớp sơn hàng hải hoặc nhiều hơn, có chiều dày tối thiểu 350 μm nominal DFT như là, epoxy, polyurethane or vinyl based.

6.4.8.4 Đối với các hệ thống sơn phủ bảo vệ mà không thuộc các loại trên và có khả năng ảnh hưởng lớn đến dòng điện yêu cầu, thì sử dụng các hằng số a và b.

6.4.9 Các yêu cầu về chuẩn bị bề mặt trước khi sơn phủ và bảo vệ lớp sơn phủ được nêu tại Tiêu chuẩn NORSOK M-501 No.3B và No.7 phù hợp với sơn loại III.

6.4.10 Giá trị a và b áp dụng cho độ sâu nước biển từ 30-100 m được nêu tại Bảng 4 có thể được sử dụng để tính toán dòng điện yêu cầu cho các không gian chứa nước và các không gian kín có thông khí tự nhiên với không khí.

6.4.11 Các hệ số được nêu tại Bảng 4 không giải thích về các hư hỏng đáng kể cho lớp sơn trong quá trình chế tạo và lắp đặt. Nếu các hư hỏng trên được tính đến, các khu vực bề mặt ảnh hưởng đã được ước tính và đưa vào tính toán thiết kế như là bề mặt không được sơn phủ.

6.5 Thông số thiết kế vật liệu a-nốt hy sinh

6.5.1 Trừ khi có các quy định khác, các giới hạn thành phần đối với các thành phần hợp kim và tạp chất của a-nốt nhôm và kẽm được nêu tại Bảng 5 phải được sử dụng. Các thông số thiết kế bảo vệ ca-tốt liên quan đến hiệu suất vật liệu a-nốt như sau:

Bảng 5 - Giới hạn thành phần cho a-nốt Al và a-nốt Zn

Thành phần hợp kim/tạp chất	Cực-Zn	Cực-Al
Zn	Giá trị còn lại	2,5 - 5,75
Al	0,10 - 0,50	Giá trị còn lại
In	Không áp dụng	0,015 - 0,040
Cd	$\leq 0,07$	$\leq 0,002$
Si	Không áp dụng	$\leq 0,12$
Fe	$\leq 0,005$	$\leq 0,09$
Cu	$\leq 0,005$	$\leq 0,003$
Pb	$\leq 0,006$	Không áp dụng

6.5.1.1 Điện dung thiết kế của a-nốt, ϵ (Ah /kg)

6.5.1.2 Điện áp thiết kế a-nốt, E_a^0 (V)

Điện dung thiết kế của a-nốt, ϵ (Ah /kg) và điện áp thiết kế a-nốt, E_a^0 (V) được sử dụng để tính toán dòng điện thiết kế đầu ra của a-nốt và khối lượng tịnh tối thiểu của a-nốt.

6.5.2 Trị số thiết kế điện dung của a-nốt, được nêu tại Bảng 6 phải được sử dụng để thiết kế trừ khi có quy định khác. Dữ liệu có thể áp dụng cho nhiệt độ nước biển lên đến 30 °C.

Bảng 6 - Điện dung thiết kế và điện áp mạch kín của vật liệu a-nốt tại nhiệt độ nước biển

Loại vật liệu a-nốt	Môi trường	Điện dung ϵ (Ah/kg)	Điện áp thiết kế, E_a^0 (V)
Al-based	Nước biển	2,000	-1,05
	Trầm tích	1,500	-0,95
Zn-based	Nước biển	780	-1,00
	Trầm tích	700	-0,95

6.5.3 Trị số thiết kế của điện áp mạch kín của a-nốt được nêu tại Bảng 6 được sử dụng cho thiết kế. Dữ liệu có thể áp dụng cho nhiệt độ nước biển lên đến 30 °C. Nhiệt độ a-nốt cao hơn có thể áp dụng nếu a-nốt được hâm nóng bằng một thiết bị bên trong và chôn dưới lớp trầm tích ở dưới đáy biển và dữ liệu trong Bảng 6 sẽ không được áp dụng. Tuy nhiên, các điều kiện trên chỉ liên quan đến bảo vệ ca-tốt cho đường ống biển mà không được đề cập trong tiêu chuẩn này.

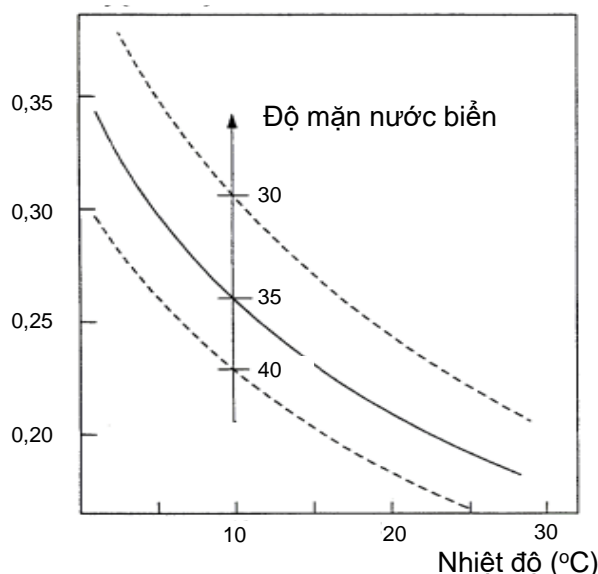
6.6 Tính toán điện trở suất a-nốt

6.6.1 Trừ khi có các yêu cầu khác, điện trở suất a-nốt, R_a (ohm) phải được tính toán theo công thức tại Bảng 7 áp dụng cho hình dạng các a-nốt thực tế. Các tính toán phải được thực hiện cho kích thước a-nốt ban đầu và cho kích thước a-nốt dự kiến khi a-nốt đã được sử dụng cho hệ số sử dụng của nó, u .

6.7 Điện trở suất nước biển và trầm tích

6.7.1 Điện trở suất nước biển ρ (ohm.m), là một hàm của nhiệt độ và độ mặn nước biển, ở vùng biển rộng, độ mặn nước biển không thay đổi đáng kể và khi đó nhiệt độ là yếu tố chính. Sự liên quan giữa điện trở suất và nhiệt độ tại độ mặn nước biển từ 30 đến 40‰ (phần nghìn) được nêu tại Hình 1.

Điện trở suất nước biển, ρ (ohm.m)



Hình 1 - Điện trở suất nước biển

6.7.2 Các khu vực gần bờ, đặc biệt là các cửa sông và trong vịnh kín, độ mặn sẽ thay đổi đáng kể. Việc thiết kế hệ thống bảo vệ ca-tốt ở những khu vực này dựa vào các phép đo điện trở suất phản ánh giá trị trung bình hàng năm và sự thay đổi của điện trở suất theo độ sâu nước biển.

6.7.3 So với nước biển, điện trở suất của trầm tích là cao hơn với hệ số từ khoảng 2 lần đối với đất sét mềm đến khoảng 5 lần đối với cát. Trừ khi dữ liệu trầm tích cho các khu vực nhất định đã có sẵn, hệ số cao nhất phải được giả định cho việc tính toán điện trở suất của bất kỳ a-nốt nào mà được vùi trong lớp trầm tích.

6.7.4 Ở vùng nhiệt độ nước biển (trung bình từ 7 °C đến 12 °C), điện trở suất là 0,30 và 1,3 ohm.m được khuyến nghị là phù hợp để tính toán điện trở a-nốt trong nước biển và trong lớp trầm tích, tương ứng, và độc lập với độ sâu. Các giá trị nhỏ hơn phải được ghi chép bằng các phép đo thực tế, có tính đến những thay đổi tại từng thời điểm về nhiệt độ.

6.8 Hệ số sử dụng a-nốt, u

6.8.1 Hệ số sử dụng a-nốt, u , là hằng số vật liệu a-nốt của một thiết kế cụ thể mà được sử dụng để tính toán trọng lượng tịnh tối thiểu của a-nốt để duy trì bảo vệ trong suốt tuổi thọ thiết kế của một hệ thống bảo vệ ca-tốt. Khi một a-nốt được sử dụng có hệ số sử dụng của nó, công suất phân cực (như được xác định bằng dòng điện đầu ra a-nốt) trở nên khó xác định do mất sự gia cường của giá đỡ của vật liệu a-nốt, hoặc tăng nhanh điện trở suất của a-nốt do các yếu tố khác.

6.8.2 Hệ số sử dụng, u , phụ thuộc vào thiết kế a-nốt, đặc biệt là kích thước của nó và vị trí của lõi a-nốt. Trừ khi, có các quy định khác, các hệ số sử dụng a-nốt được nêu tại Bảng 8 sẽ được sử dụng để tính toán thiết kế.

6.9 Thông số thiết kế dòng điện tiêu hao

6.9.1 Mật độ dòng điện thiết kế và hệ số phá hủy sơn phủ được áp dụng để tính toán dòng điện tiêu hao cho các thành phần không được xem là cần thiết bảo vệ ca-tốt, nhưng sẽ kết nối điện để thiết kế hệ thống bảo vệ ca-tốt.

6.9.2 Đối với các bề mặt được ngập trong bùn như tấm chống lún, váy cọc và cọc phải tính dòng điện tiêu hao bằng, 0,020 A/m², dựa trên diện tích bề mặt bên ngoài tiếp xúc với trầm tích. Đối với các đầu cọc hở, bề mặt phía trong như trên phải kể đến bằng 5 lần đường kính và được xem là tiếp xúc với nước, bề mặt bên trong của cọc chứa đầy trầm tích không cần đưa vào để tính toán.

6.9.3 Trừ khi có các yêu cầu cụ thể khác, việc tính toán dòng điện tiêu hao cho một giếng phải cộng thêm một dòng điện tiêu hao là 5 A.

6.9.4 Dòng điện tiêu hao cho xích neo phải được tính cho 30 m chiều dài chỉ cho các hệ thống xích neo buộc bên trên đường nước. Đối với các hệ thống neo có điểm neo buộc dưới mực nước biển, phần phía trên điểm neo buộc này mà có khả năng tiếp xúc với nước biển cũng được tính đến. Một dòng điện tiêu hao của 30 m xích neo cũng phải được bao gồm cho bảo vệ ca-tốt của việc bố trí neo sử dụng xích neo. Đối với bất kỳ đường ống mềm có vỏ bọc bằng thép thì dòng điện tiêu hao được khuyến nghị là 0,0005 A/m² (dựa trên bề mặt ngoài của ống).

7 Tính toán bảo vệ ca-tốt và quy trình thiết kế

7.1 Quy định chung

7.1.1 Đối với các đối tượng bảo vệ ca-tốt lớn như kết cấu phụ giàn cố định, thiết kế chi tiết của hệ thống bảo vệ ca-tốt thường được thực hiện trước bằng hoạt động thiết kế ban đầu. Trong giai đoạn thiết kế ban đầu, loại a-nốt và thiết bị cố định a-nốt phải được lựa chọn, tính đến lực tác dụng lên a-nốt trong quá trình lắp đặt và hoạt động. Ngoài ra, bất kỳ hệ thống sơn phủ nào được áp dụng cho các khu vực cụ thể cũng thường được chỉ rõ, cho phép tính toán sơ bộ các dòng điện yêu cầu cho bảo vệ ca-tốt và tổng khối lượng tịnh của a-nốt tối thiểu. Nếu không chuẩn bị được báo cáo nguyên lý thiết kế bảo vệ ca-tốt, thì thiết kế chi tiết về các nguyên lý cơ sở và cơ bản phải được cung cấp bởi nhà cung cấp.

7.1.2 Các yêu cầu sau đây phải được cung cấp

7.1.2.1 Thông tin:

- a) Báo cáo thiết kế nguyên lý bảo vệ ca-tốt;
- b) Tuổi thọ thiết kế của hệ thống bảo vệ ca-tốt;
- c) Thông tin liên quan trong hồ sơ thiết kế cơ sở của dự án; ví dụ, độ mặn và nhiệt độ là một hàm của độ sâu để tính toán điện trở a-nốt, vị trí mực nước biển và đường bùn cho các công trình nền tảng, các thông số môi trường và lắp đặt ảnh hưởng đến các lực tác động lên a-nốt;
- d) Bản vẽ kết cấu và thông tin của các hệ sơn phủ theo yêu cầu để tính toán diện tích bề mặt cần bảo vệ, bao gồm các thành phần có thể gây ra dòng chảy tạm thời hoặc cố định;
- e) Nhận dạng bất kỳ sự phân chia nào với các thành phần/hệ thống được kết nối điện với hệ thống bảo vệ ca-tốt tự cung cấp.

7.1.2.2 Các yêu cầu

- a) Yêu cầu đối với các thông số thiết kế bảo vệ ca-tốt sẽ được áp dụng, ví dụ: hệ số phá hủy lớp sơn phủ và dòng điện tiêu hao do giếng khoan;
- b) Yêu cầu đối với vật liệu a-nốt và lựa chọn kiểu a-nốt.

7.2 Sự phân chia đối tượng bảo vệ ca-tốt

7.2.1 Việc phân chia thành các cụm/khối có thể dựa trên độ sâu nước biển của vùng cần được bảo vệ hoặc giao diện vật lý của đối tượng bảo vệ, chẳng hạn như các cụm/khối có thể tháo được trong phạm vi một hệ thống sản xuất ngầm.

7.3 Tính toán diện tích bề mặt

7.3.1 Đối với mỗi cụm/khối bảo vệ ca-tốt, diện tích bề mặt để nhận bảo vệ ca-tốt phải được tính toán riêng biệt cho các bề mặt có và không có hệ thống sơn phủ và cho các bề mặt bị ảnh hưởng bởi các thông số khác (ví dụ: nhiệt độ bề mặt) ảnh hưởng đến dòng điện yêu cầu của bảo vệ ca-tốt.

TCVN 6170-8 : 2020

7.3.2 Tính toán diện tích bề mặt cho mỗi cụm/khối phải được ghi lại trong báo cáo thiết kế bảo vệ ca-tốt.

7.3.3 Đối với các hệ thống thiết bị xử lý ngầm dưới đáy biển, thiết bị điều khiển sản xuất thường được sản xuất từ thép không gỉ (thành phần đường ống, khớp nối, đầu nối, máng cáp, v.v...) nó tạo ra một dòng điện yêu cầu đáng kể. Các bộ phận ROV cũng thường được sản xuất từ thép không gỉ mà không có lớp phủ. Ngoài ra, một số bộ phận như cụm van và xi lanh thủy lực có thể được sơn phủ trực tiếp lên bề mặt gia công, làm tăng hệ số phá vỡ lớp phủ được sử dụng cho thiết kế.

7.4 Tính toán dòng điện yêu cầu

7.4.1 Để tính toán dòng điện yêu cầu bảo vệ, I_c (A), để cung cấp khả năng phân cực chính xác và để duy trì bảo vệ ca-tốt trong suốt tuổi thọ thiết kế, diện tích của từng bề mặt riêng lẻ, A_c (m^2), của mỗi cụm/khối bảo vệ ca-tốt và nhân với mật độ dòng điện thiết kế có liên quan, i_c (A / m^2) và hệ số phá hủy lớp sơn phủ, f_c :

$$I_c = A_c \cdot i_c \cdot f_c \quad (5)$$

Trong đó:

A_c - Diện tích bề mặt của đối tượng cần bảo vệ, (m^2);

i_c - Mật độ dòng điện thiết kế, (A/ m^2);

f_c - Hệ số phá hủy lớp sơn phủ.

7.4.2 Đối với các hạng mục có diện tích bề mặt lớn không có lớp sơn phủ, dòng điện yêu cầu bảo vệ ca-tốt cho cả phân cực ban đầu và phân cực khi hết tuổi thọ thiết kế, tương ứng là I_{ci} (A) và I_{cf} (A), phải được tính toán đồng thời với dòng điện yêu cầu trung bình để duy trì bảo vệ ca-tốt trong suốt thời gian thiết kế, I_{cm} (A). Đối với các đối tượng bảo vệ có dòng điện yêu cầu chủ yếu liên quan đến các bề mặt được sơn phủ, dòng điện yêu cầu ban đầu có thể không được đề cập trong các tính toán thiết kế.

7.5 Tính toán dòng điện tiêu hao

7.5.1 Tất cả các hạng mục mà được dự kiến (hoặc có thể) được kết nối điện với hệ thống bảo vệ ca-tốt sẽ được xem xét trong tính toán dòng điện tiêu hao.

7.5.2 Các kết cấu công trình biển phức tạp thường bao gồm các thành phần kết cấu tạm thời hoặc cố định mà không được xem xét để yêu cầu bảo vệ ca-tốt nhưng sẽ làm thoát dòng điện từ hệ thống bảo vệ ca-tốt, như là hệ thống neo buộc cho kho chứa nổi hoặc các kết cấu phụ như là, váy cọc, cọc đóng mà có thể dễ dàng cho phép một vài ăn mòn, hao mòn.

7.5.3 Tính toán dòng điện tiêu hao phải sử dụng mật độ dòng điện thiết kế và hệ số phá hủy lớp sơn phủ cho các hạng mục cần bảo vệ ca-tốt.

7.5.4 Để tính toán dòng điện tiêu hao cho tấm chống lún, váy, cọc, thành giếng và xích neo thép, được nêu tại mục 6.9.2, 6.9.3 và 6.9.4.

7.6 Lựa chọn kiểu a-nốt

7.6.1 Đối với các kết cấu cụ thể, việc lựa chọn loại a-nốt (kiểu hình trụ, kiểu hình thang, kiểu vành khuyên) phải tính đến sự kéo trôi của dòng nước biển và tác động liên quan của đáy biển.

7.6.2 Việc chọn kiểu a-nốt trước tiên xác định kích thước và đặc trưng hình học của đối tượng bảo vệ, ngoài các lực tác động lên a-nốt trong quá trình lắp đặt và vận hành.

7.7 Tính toán khối lượng a-nốt

Tổng khối lượng a-nốt, M_a (kg), được yêu cầu để duy trì bảo vệ ca-tốt trong suốt tuổi thọ thiết kế, t_f (năm), phải được tính từ I_{cm} (A) cho mỗi cụm/khối của đối tượng bảo vệ (bao gồm cả dòng điện tiêu hao):

$$M_a = \frac{I_{cm} \cdot t_f \cdot 8760}{u \cdot \varepsilon} \quad (6)$$

Trong đó:

- I_{cm} - Dòng điện yêu cầu trung bình để duy trì bảo vệ ca-tốt trong suốt tuổi thọ thiết kế, (A);
- t_f - Tuổi thọ thiết kế của a-nốt, (năm);
- u - Hệ số sử dụng a-nốt;
- ε - Hiệu suất điện hóa, (Ah /kg);
- 8760 - Số giờ trong năm.

7.8 Tính toán số lượng a-nốt

7.8.1 Dựa vào kiểu a-nốt, số lượng a-nốt, (N), kích thước a-nốt và khối lượng a-nốt, M_a (kg), phải được xác định để thỏa mãn các yêu cầu mà liên quan đến dòng điện yêu cầu bảo vệ I_c (A), cho đối tượng được bảo vệ.

7.8.1.1 Dòng điện ban đầu/cuối cùng, I_{ci}/I_{cf} (A) và

7.8.1.2 Điện dung cung cấp cho một a-nốt C_a (Ah)

7.8.2 Dòng điện đầu ra của từng a-nốt, I_a (A), được yêu cầu thỏa mãn dòng điện yêu cầu, I_c (A), được xác định từ định luật Ohm:

$$I_c = N \cdot I_a = \frac{N(E_c^0 - E_a^0)}{R_a} = \frac{N(\Delta E^0)}{R_a} \quad (7)$$

Trong đó:

- I_c - Dòng điện yêu cầu bảo vệ, (A);
- N - Số lượng a-nốt;
- I_a - Dòng điện ra của a-nốt, (A);
- E_c^0 - Điện thế bảo vệ thiết kế, (V);
- E_a^0 - Điện thế thiết kế mạch kín, (V);

TCVN 6170-8 : 2020

R_a - Điện trở a-nốt, (ohm);

ΔE^0 - Hiệu điện thế giữa điện thế làm việc tối thiểu của a-nốt, (V).

7.8.3 Điện dung cung cấp cho một a-nốt, C_a (A.h), được xác định bởi:

$$C_a = m_a \cdot \varepsilon \cdot u \quad (8)$$

Trong đó:

m_a - Khối lượng tịnh của một a-nốt, (kg);

u - Hệ số sử dụng a-nốt;

ε - Hiệu suất điện hóa, (Ah /kg).

Điện dung cung cấp tổng cộng cho N a-nốt:

$$C_{a\ tot} = N \cdot C_a \quad (9)$$

Trong đó:

N - Số lượng a-nốt.

7.8.4 Kiểm tra hệ thống a-nốt đã thiết kế. Hệ thống a-nốt tính toán phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

$$C_{a\ tot} = N \cdot C_a \geq I_{cm} \cdot t_f \cdot 8760 \quad (10)$$

$$I_{a\ tot\ i} = N \cdot I_{ai} \geq I_{ci} \quad (11)$$

$$I_{a\ tot\ f} = N \cdot I_{af} \geq I_{cf} \quad (12)$$

Trong đó:

I_{cm} - Dòng điện yêu cầu trung bình, (A);

t_f - Tuổi thọ thiết kế của a-nốt, (năm);

I_{ai} - Dòng điện cung cấp ban đầu của một a-nốt, (A);

I_{ci} - Dòng điện yêu cầu bảo vệ ban đầu, (A);

I_{cf} - Dòng điện yêu cầu bảo vệ trong suốt tuổi thọ thiết kế, (A);

$I_{a\ tot\ f}$ - Dòng điện cung cấp sau thời gian khai thác (t_f) của a-nốt, (A);

$I_{a\ tot\ i}$ - Dòng điện cung cấp ban đầu của a-nốt, (A).

7.8.5 Nếu các yêu cầu trên không thỏa mãn hoàn toàn về kích thước và khối lượng tịnh a-nốt được chọn ban đầu thì phải chọn a-nốt khác và tính toán lại cho đến khi thỏa mãn hoàn toàn các yêu cầu.

7.8.6 Nếu (9) thỏa mãn, nhưng (10) không thỏa mãn và/hoặc (7) không thỏa mãn, sẽ sử dụng a-nốt nhỏ hơn và số lượng nhiều hơn hoặc cùng số lượng nhưng a-nốt sẽ dài hơn.

7.8.7 Đối với các a-nốt với cùng điện trở nên có cùng một dòng điện ra đầu ra, nhưng khối lượng của a-nốt khác nhau (do hình dạng a-nốt), a-nốt có khối lượng a-nốt nhỏ nhất sẽ được

sử dụng trước tiên. Tương tự, đối với các a-nốt có cùng khối lượng a-nốt nhưng có sự khác biệt lớn về điện trở dòng điện ra của a-nốt nên a-nốt có điện trở thấp nhất sẽ được sử dụng trước tiên.

7.9 Tính toán điện trở a-nốt

7.9.1 Việc tính toán điện trở a-nốt, R_a (ohm), phải sử dụng các công thức áp dụng tại Bảng 7.

Bảng 7 - Công thức xác định điện trở a-nốt

Kiểu a-nốt	Công thức
Kiểu hình trụ dài ^{(1) (2)} $L \geq 4r$	$R_a = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left(\ln \frac{4 \cdot L}{r} - 1 \right)$
Kiểu hình trụ ngắn ^{(1) (2)} $L < 4r$	$R_a = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left[\ln \left[\frac{2 \cdot L}{r} \left(1 + \sqrt{1 + \left(\frac{r}{2L} \right)^2} \right) \right] + \frac{r}{2L} - \sqrt{1 + \left(\frac{r}{2L} \right)^2} \right]$
Kiểu hình thang dài ⁽²⁾ $L \geq 4$. Chiều rộng và $L \geq 4$. Chiều dày	$R_a = \frac{\rho}{2 \cdot S}$
Kiểu hình thang ngắn, kiểu hình khuyên và các kiểu khác	$R_a = \frac{0.315 \rho}{\sqrt{A}}$

Trong đó:

- ρ - Điện trở suất của môi trường, ohm, tra đồ thị tại Hình 1;
- L - Chiều dài của a-nốt, (m);
- R - Bán kính của a-nốt, (m). Nếu a-nốt không ở dạng hình trụ thì $r = C/2 \pi$, với C là chu vi mặt cắt ngang của a-nốt;
- S - Trung bình chiều rộng và chiều dài của a-nốt, (m);
- A_a - Diện tích bề mặt của a-nốt, m².

LƯU Ý:

- (1) Công thức này áp dụng cho các a-nốt có khoảng cách đến đối tượng bảo vệ tối thiểu là 0,3 m. Đối với a-nốt có khoảng cách đến đối tượng bảo vệ nhỏ hơn 0,3 m nhưng tối thiểu là 0,15 m thì cũng có thể áp dụng các công thức này bằng cách nhân với hệ số chính xác 1.3;
- (2) Đối với các a-nốt có hình dạng không phải là hình trụ: $r = c/2 \pi$, trong đó c (m) là chu vi mặt cắt ngang a-nốt.

7.9.2 Để tính toán điện trở a-nốt ban đầu, R_{ai} (ohm), kích thước a-nốt ban đầu được xác định theo công thức liên quan tại Bảng 7. Điện trở a-nốt cuối cùng, R_{af} (ohm), được tính dựa trên kích thước dự kiến khi a-nốt đã được sử dụng cho hệ số sử dụng của nó, u , như được giải thích dưới đây:

7.9.3 Nếu a-nốt đã được chọn với hệ số sử dụng của nó, u , vào cuối thời gian tuổi thọ thiết kế, t_f (năm), khối lượng a-nốt còn lại, m_{af} (kg), được xác định theo công thức sau:

$$m_{af} = m_{ai} \cdot (1 - u) \quad (13)$$

Trong đó:

- m_{af} - Khối lượng a-nốt còn lại, kg;
- m_{ai} - Khối lượng tịnh của một a-nốt, (kg);
- u - Hệ số sử dụng a-nốt.

Khối lượng cuối cùng của a-nốt được sử dụng cho việc tính toán điện trở R_{af} (ohm) có thể được tính toán từ khối lượng a-nốt còn lại m_{af} (kg), trọng lượng riêng của vật liệu a-nốt và thể tích vật liệu làm lõi. Khi không có thông tin chi tiết về lõi a-nốt, thể tích vật liệu lõi có thể được bỏ qua hoặc có thể được ước tính.

7.9.4 Đối với a-nốt hình thang dài, hình dạng cuối cùng phải được sử dụng là hình trụ bán nguyệt và chiều dài và bán kính cuối cùng (chiều rộng/2) sẽ được tính như trên.

7.9.5 Đối với a-nốt hình thang ngắn, a-nốt vành khuyên và các hình dạng khác được gắn phẳng với đối tượng bảo vệ, diện tích tiếp xúc cuối cùng phải được coi là tương đương với diện tích ban đầu đối diện với bề mặt cần bảo vệ.

7.10 Thiết kế a-nốt

7.10.1 Báo cáo thiết kế bảo vệ ca-tốt phải đề cập đến kích thước dự kiến và/hoặc khối lượng a-nốt được chọn sử dụng.

7.10.2 Đối với các a-nốt có thể trở thành đối tượng chịu lực đáng kể trong quá trình lắp đặt và vận hành, việc thiết kế các kết cấu cố định a-nốt phải được đề cập trong báo cáo thiết kế. Việc xem xét đặc biệt áp dụng cho các a-nốt lớn được lắp đặt trên các kết cấu chịu tải trọng môi trong quá trình đóng cọc. Tấm ốp hoặc chiều dày kết cấu cố định a-nốt có thể được tăng gấp đôi.

7.10.3 Để sử dụng công thức điện trở a-nốt tại Bảng 7 cho các a-nốt kiểu hình trụ, khoảng cách tối thiểu từ a-nốt đến đối tượng bảo vệ tối thiểu là 300 mm. Tuy nhiên, trong trường hợp khoảng cách đó giảm xuống tới 150 mm, công thức tại Bảng 7 vẫn có thể được sử dụng bằng cách nhân điện trở a-nốt với hệ số 1.3.

7.10.4 Thiết kế chi tiết đảm bảo rằng hệ số sử dụng đã sử dụng khi tính toán khối lượng tịnh của a-nốt phải thỏa mãn các yêu cầu của mục 7.7.

7.10.5 Phải đảm bảo rằng lõi a-nốt vẫn có khả năng giữ vật liệu a-nốt còn lại khi a-nốt đã hao mòn đến hệ số sử dụng thiết kế của nó.

7.10.6 Trừ khi có các quy định khác, lõi a-nốt của a-nốt kiểu hình thang sẽ nhô ra ngoài tại đầu cuối của a-nốt.

7.10.7 Ngoại trừ, a-nốt kiểu hình thang, một lớp sơn phủ hàng hải (tối thiểu 100 μm DFT) phải được xác định cho các bề mặt a-nốt hướng về phía đối tượng được bảo vệ.

7.11 Phân bổ a-nốt

7.11.1 Số lượng các a-nốt được tính toán, N, cho một cụm/khối bảo vệ ca-tốt phải được phân bổ để cung cấp phân phối dòng điện không đổi, có tính đến dòng điện yêu cầu của từng a-nốt

riêng lẻ do diện tích bề mặt khác nhau và bất kỳ lớp phủ nào được sử dụng. Trên các kết cấu phụ của giàn, các khu vực đặc biệt được xem xét khi phân bố a-nốt, ví dụ như: các nút kết cấu, cọc dẫn hướng, ống dẫn hướng (conductor). Vị trí của tất cả các a-nốt riêng biệt sẽ được chỉ rõ trên các bản vẽ.

7.11.2 A-nốt dùng để bảo vệ ca-tốt cho các bề mặt bị chôn vùi dưới lớp trầm tích phải được đặt tự do.

7.11.3 Các a-nốt phải được đặt với khoảng cách vừa đủ với nhau để tránh các hiệu ứng tương tác làm giảm dòng điện đầu ra có ích. Các a-nốt phải được đặt sao cho bề mặt của a-nốt được dùng để cho dòng điện ra không được gần các kết cấu, sẽ làm giảm dòng điện ra.

7.11.4 Ngoại trừ, các a-nốt rất lớn, việc ảnh hưởng bởi tác động nhiễu loạn lẫn nhau sẽ không đáng kể tại khoảng cách từ 0,5 m trở lên. Nếu các a-nốt bị nghi ngờ gây nhiễu loạn, có thể được xem xét hai a-nốt liền kề là một a-nốt dài hoặc là một a-nốt rộng, tùy thuộc vào vị trí của chúng so với nhau.

7.11.5 Không được đặt a-nốt hàn với các bộ phận chịu ứng suất lớn hoặc các khu vực có tải trọng mỏi gây mỏi cao. Đối với các bộ phận kết cấu chính, khoảng cách tối thiểu từ các mối hàn cố định a-nốt đến các mối hàn kết cấu phải là 150 mm. Trên các kết cấu chân đế, không có a-nốt nào được đặt gần hơn 600 mm đến các nút giao kết cấu.

7.11.6 Vị trí của các a-nốt phải tính đến các hạn chế do chế tạo, lắp đặt và vận hành.

7.12 Quy định về tính liên tục của dòng điện

7.12.1 Bên cạnh các mối hàn liên kết, tính liên tục hoàn toàn của dòng điện có thể được giả định cho các mối liên kết rèn nguội, đệm làm kín kim loại và các mối nối ren (tức là qua mối nối ren) mà không cần sơn phủ.

7.12.2 Đối với các a-nốt được gắn vào đối tượng bảo vệ bằng các cách khác không phải là bằng cách hàn và với các bộ phận của cụm bảo vệ ca-tốt không có kết nối điện đáng tin cậy như được xác định ở trên, tính liên tục của dòng điện phải được đảm bảo bằng các cáp điện (thường là đồng). Các cáp điện để dòng điện liên tục phải có tiết diện tối thiểu 16 mm² và phải được cố định bằng cách hàn vẩy, hàn ma sát hoặc hàn nổ hoặc bằng liên kết cơ học. Các đế cáp điện phải được hàn cứng với cáp. Việc sử dụng các kết nối cáp cho cả hai trường hợp là a-nốt bất kỳ được gắn vào kết cấu được bảo vệ không phải bằng cách hàn và được gắn với các bộ phận riêng lẻ để nhận bảo vệ ca-tốt, nhưng không có kết nối điện có thể tin cậy với cụm bảo vệ ca-tốt như được nêu ở 7.12.1.

7.12.3 Nếu thiết kế bảo vệ ca-tốt bao gồm việc sử dụng cáp cho tính liên tục dòng điện, các yêu cầu để xác minh tính liên tục dòng điện phải được nêu cụ thể trong báo cáo thiết kế ca-tốt. Điện trở kết nối và dòng điện yêu cầu không vượt quá 10% hiệu điện thế thiết kế. Trong mọi trường hợp điện trở qua cáp liên tục không được vượt quá 0,1 ohm.

7.12.4 Đối với các a-nốt được dùng để bảo vệ ca-tốt cho cốt thép bê tông, cần có các quy định riêng để đảm bảo tính liên tục dòng điện.

7.13 Hồ sơ tài liệu

7.13.1 Tài liệu kỹ thuật chi tiết (báo cáo thiết kế chi tiết bảo vệ ca-tốt) phải bao gồm các yêu cầu sau:

- a) Cơ sở thiết kế (bao gồm các thông số kỹ thuật liên quan, Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia và tiêu chuẩn Việt Nam, các tiêu chuẩn quốc tế được chấp nhận);
- b) Tính toán diện tích bề mặt;
- c) Tính toán dòng điện yêu cầu;
- d) Tính toán dòng điện tiêu hao (nếu có thể);
- e) Tính toán khối lượng tịnh a-nốt tối thiểu;
- f) Tính toán điện trở a-nốt (ban đầu và/hoặc cuối cùng, nếu có liên quan);
- g) Tính toán số lượng a-nốt yêu cầu tối thiểu;
- h) Tính toán khối lượng tịnh a-nốt dựa trên số lượng a-nốt yêu cầu;
- i) Tính toán tổng dòng điện ra dựa trên số lượng và loại/kích thước của a-nốt được lắp đặt a-nốt thiết kế mẫu;
- j) Bản vẽ phân bố a-nốt;
- k) Các quy định về tính của liên tục dòng điện, bao gồm việc xác minh bằng thử nghiệm (nếu có).

7.13.2 Tài liệu phải được cung cấp đầy đủ và chi tiết, các tính toán có thể có trong tương lai để kéo dài tuổi thọ hoặc trang bị thêm.

7.13.3 Báo cáo thiết kế cơ sở, hồ sơ tài liệu và các quy định kỹ thuật.

8 Chế tạo a-nốt

8.1 Quy định chung

8.1.1 Các yêu cầu của mục này bao gồm việc sản xuất các a-nốt hy sinh, bao gồm cả việc chuẩn bị các lõi a-nốt trước khi đúc. Các yêu cầu trong mục này tuân thủ các yêu cầu trong NACE RP0387, đưa ra một số sửa đổi, liên quan đến kiểm soát chất lượng.

8.1.2 Các yêu cầu chế tạo a-nốt trong tiêu chuẩn bao gồm các yêu cầu sau đây:

8.1.2.1 Yêu cầu về thông tin

8.1.2.1.1 Loại vật liệu a-nốt (nhôm hoặc kẽm- bazo) và bất kỳ yêu cầu đặc biệt nào đối với thành phần hóa học và về chất lượng của vật liệu a-nốt được nêu tại mục 4.6.

8.1.2.1.2 Kích thước a-nốt mẫu và khối lượng cho từng loại a-nốt và bất kỳ yêu cầu đặc biệt đối với các chi tiết cố định a-nốt.

8.1.2.2 Các yêu cầu bổ sung

- a) Yêu cầu đối với hệ số sử dụng a-nốt;
- b) Yêu cầu đối với thử nghiệm kiểm tra chất lượng trước sản xuất, bao gồm kế hoạch thông báo và cung cấp tài liệu;
- c) Yêu cầu về đặc tính kỹ thuật quy trình sản xuất, hoặc kế hoạch kiểm tra và thử nghiệm, bao gồm kế hoạch cung cấp hồ sơ tài liệu;
- d) Yêu cầu về tần suất kiểm tra kích thước, thử phá hủy và thử nghiệm điện hóa trong quá trình sản xuất;
- e) Yêu cầu về truy xuất vật liệu;
- f) Yêu cầu về giữ lại mẫu vật liệu a-nốt;
- g) Yêu cầu về đánh dấu a-nốt;
- h) Yêu cầu về xử lý, bảo quản và vận chuyển a-nốt;
- i) Yêu cầu về hồ sơ tài liệu, bao gồm cả kế hoạch cung cấp a-nốt.

8.2 Hồ sơ quy trình sản xuất

8.2.1 Trừ khi có thỏa thuận khác, hồ sơ quy trình sản xuất phải được chuẩn bị cho đơn đặt hàng có khối lượng hợp kim từ 15.000 kg hoặc lớn hơn. Hồ sơ quy trình sản xuất tối thiểu bao gồm:

- a) Hồ sơ lõi vật liệu a-nốt;
- b) Việc tiếp nhận, xử lý và bảo quản các vật liệu;
- a) Hàm lượng tối đa/tối thiểu của các thành phần hợp kim của vật liệu a-nốt và hàm lượng tối đa của các thành phần tạp chất;
- d) Các bản vẽ chi tiết a-nốt, bao gồm trọng lượng a-nốt, dung sai về kích thước/trọng lượng và các bản vẽ các chi tiết cố định a-nốt;
- e) Đặc tính kỹ thuật quy trình hàn và các báo cáo thử chất lượng liên quan cho bất kỳ việc hàn lõi a-nốt nào, và các yêu cầu về kiểm tra đánh giá tay nghề thợ hàn;
- f) Chuẩn bị lõi a-nốt trước khi đúc;
- g) Việc đúc a-nốt, bao gồm kiểm soát nhiệt độ và các thành phần hợp kim bổ sung;
- h) Kiểm tra và thử nghiệm a-nốt;
- i) Sơn phủ bề mặt để bảo vệ;
- j) Xử lý, bảo quản và vận chuyển a-nốt;
- k) Đánh dấu, truy xuất vật liệu và hồ sơ tài liệu.

8.2.2 Thiết kế chi tiết a-nốt phải đảm bảo rằng lõi bên trong a-nốt không bị lộ đáng kể và cố định khối lượng a-nốt còn lại khi a-nốt được sử dụng với hệ số sử dụng như được nêu trong Bảng 8.

Bảng 8 - Hệ số sử dụng a-nốt cho việc tính toán thiết kế bảo vệ ca-tốt

Kiểu a-nốt	Hệ số sử dụng a-nốt
Kiểu hình trụ dài $L \geq 4r$	0,9
Kiểu hình trụ ngắn $L \geq 4r$	0,85
Kiểu hình trụ dài $L \geq 4$ chiều rộng và $L \geq 4$ chiều dày	0,85
Kiểu hình thang ngắn, kiểu hình khuyên và các kiểu khác	0,8

8.3 Thử nghiệm, kiểm tra chất lượng trước khi sản xuất

8.3.1 Thử nghiệm, kiểm tra chất lượng trước sản xuất là xác minh rằng hồ sơ kỹ thuật quy trình sản xuất là đủ để đạt được các đặc tính a-nốt cụ thể. Việc thử này sẽ sử dụng các vật liệu và thiết bị có đặc trưng giống nhau khi sản xuất thường xuyên.

8.3.2 Trừ khi có các yêu cầu khác, hồ sơ quy trình sản xuất phải được chuẩn bị cho khối lượng hợp kim các đơn đặt mua hàng từ 15.000 kg hoặc lớn hơn.

8.3.3 Các yêu cầu cụ thể đối với thử nghiệm, kiểm tra chất lượng sản phẩm, bao gồm số lượng a-nốt sẽ được kiểm tra cho mỗi khuôn (bao gồm cả các cực để kiểm tra phá hủy), kế hoạch và báo cáo, sẽ được quy định trong các hồ sơ tài liệu đặt hàng.

8.3.4 Một hồ sơ quy trình sản xuất và một kế hoạch kiểm tra và thử nghiệm dành riêng cho thử nghiệm, kiểm tra chất lượng sản phẩm, cùng với một kế hoạch chi tiết về việc đúc, kiểm tra và/hoặc thử nghiệm a-nốt.

8.3.5 Bảng dữ liệu và chứng nhận hiệu chuẩn cho các thiết bị cần thiết cho kiểm soát chất lượng.

8.3.6 Kết quả từ tất cả các kiểm tra, thử nghiệm và hiệu chuẩn trong khi kiểm tra chất lượng, các bản ghi các thông số vận hành chính để đúc và chứng chỉ vật liệu phải được tổng hợp trong báo cáo thử nghiệm, kiểm tra chất lượng sản phẩm. Trừ khi có các quy định khác, báo cáo sẽ được chấp nhận trước khi bắt đầu sản xuất.

8.4 Quản lý chất lượng sản phẩm

8.4.1 Trước khi bắt đầu sản xuất (nghĩa là đối với các đơn đặt hàng mua có khối lượng hợp kim các đơn đặt mua hàng từ 15.000 kg hoặc lớn). Các hồ sơ, tài liệu sau phải được xem xét, chấp nhận:

8.4.1.1 Một hồ sơ kỹ thuật quy trình sản xuất cụ thể của dự án, được cập nhật để phản ánh các tham số quy trình được sử dụng trong khi đã được hoàn thành và được chấp nhận thử nghiệm, kiểm tra chất lượng sản phẩm.

8.4.1.2 Mẫu ghi báo cáo hàng ngày.

8.4.1.3 Mô tả trách nhiệm của từng cá nhân liên quan đến việc quản lý chất lượng.

8.4.2 Kế hoạch kiểm tra, thử nghiệm phải đáp ứng các yêu cầu của ISO 10005, mục 5.10. Kế hoạch này phải ở dạng bảng, xác định tất cả các hoạt động kiểm soát chất lượng liên quan đến việc tiếp nhận vật liệu, chuẩn bị lõi a-nốt, đúc, kiểm tra, thử nghiệm và đánh dấu a-nốt.

Các hoạt động sẽ được liệt kê theo thứ tự liên tiếp, với mỗi hoạt động được gán một số duy nhất và có tham chiếu đến các tiêu chuẩn có thể được áp dụng, tiêu chuẩn và quy trình hoặc hướng dẫn công việc, áp dụng cho dự án cụ thể. Hơn nữa, tần suất và/hoặc mức độ kiểm tra và thử nghiệm, các tiêu chí có thể chấp nhận và các hành động có thể chấp nhận trong trường hợp không phù hợp sẽ được xác định trong kế hoạch.

8.5 Vật liệu, chế tạo lõi a-nốt và a-nốt đúc

8.5.1 Vật liệu lõi a-nốt phải thỏa mãn các yêu cầu của NACE RP0387, các lõi hàn vào đối tượng bảo vệ phải có thể truy suất được chứng chỉ theo EN 10204, 3.1.B hoặc ISO 10474, 5.1.B.

8.5.2 Các vật liệu đã tiếp nhận cho việc sản xuất a-nốt đều phù hợp với các yêu cầu của tiêu chuẩn này. Việc xác minh có thể bao gồm kiểm tra thực tế hoặc xem xét các chứng chỉ của nhà cung cấp. Việc xem xét các chứng chỉ và thử nghiệm xác minh được nêu tại ITP. Bất kỳ vật liệu nào được kiểm tra và tìm thấy không phù hợp sẽ được đánh dấu và loại bỏ.

8.5.3 Các vật liệu được sử dụng để chuẩn bị bề mặt và lớp phủ phải được chứa trong bao gói của nhà sản xuất cho đến khi sử dụng và phải được đánh dấu đầy đủ, bao gồm các yêu cầu sau:

- a) Tên và địa chỉ nhà sản xuất;
- b) Loại vật liệu và ký hiệu sản phẩm;
- c) Số lô;
- d) Ngày sản xuất và thời hạn sử dụng, (nếu có);
- e) Tiêu chuẩn sản xuất, (nếu có);
- f) Hướng dẫn bảo quản và xử lý (bao gồm ghi chú về sức khỏe và an toàn).

8.5.4 Việc đảm bảo các vật liệu cho lớp phủ và chuẩn bị bề mặt đều được lưu trữ và xử lý để tránh ảnh hưởng đến môi trường. Các khuyến nghị của Nhà cung cấp cho việc bảo quản và sử dụng phải đi kèm với sản phẩm.

8.5.5 Tất cả các mối hàn chế tạo các thép chèn và chuẩn bị bề mặt trước khi đúc phải phù hợp các yêu cầu tại NACE RP0387 và phải được kiểm tra bằng mắt thường ngay trước khi đúc.

8.5.6 Tất cả các công việc liên quan đến việc chuẩn bị lõi a-nốt và đúc a-nốt phải được thực hiện theo MPS đã được kiểm tra đủ năng lực chuyên môn. Việc mô tả thiết bị và quy trình phải được sử dụng khi một MPS đã được kiểm tra đủ năng lực chuyên môn.

8.5.7 Thiết bị kiểm soát các thông số chính về chất lượng sản phẩm (ví dụ như: cảm biến nhiệt độ) phải được hiệu chuẩn theo kế hoạch đã định được nêu tại ITP.

8.5.8 Không cho phép xử lý nhiệt đối với loại a-nốt mạ kẽm hoặc loại nhôm-kẽm-indium.

8.5.9 Lớp sơn phủ của a-nốt loại hình thang ngắn phải được áp dụng theo quy trình sơn phủ và sau khi đã hoàn thành việc kiểm tra bằng mắt các khuyết tật bề mặt.

8.5.10 Trừ khi có quy định khác, tất cả các a-nốt phải có thể truy suất được các chứng chỉ vật liệu lõi a-nốt và thành phần hóa học của lớp sơn phủ.

8.6 Kiểm tra và thử a-nốt

8.6.1 Việc lấy mẫu để phân tích hóa học phải được thực hiện theo các yêu cầu NACE RP0387 và cho mỗi a-nốt tức là sau khi hoàn thành quá trình hợp kim hóa và đồng nhất hóa, ngoại trừ đối với a-nốt nhôm, hai mẫu phải được thu thập mỗi lô a-nốt có khối lượng vượt quá 500 kg. Đối với việc phân tích phổ về thành phần hóa học của a-nốt, tham khảo các tiêu chuẩn với thành phần hóa học đã được quy định chi tiết (ví dụ: hàm lượng các nguyên tố hợp kim và các nguyên tố tạp chất) được chứng nhận bởi một tổ chức độc lập được ủy quyền sẽ được sử dụng. Yêu cầu vật liệu mẫu a-nốt để thử nghiệm xác minh trong phòng thí nghiệm độc lập. Tất cả các a-nốt được chế tạo ra từ một lô thử nghiệm không thỏa mãn các thành phần được chỉ định sẽ bị loại bỏ.

8.6.2 Việc xác minh trọng lượng và kích thước a-nốt phải được thực hiện với tần suất và tiêu chuẩn có thể chấp nhận đã được chỉ định tại NACE RP0387. Vị trí của các phần nhô ra phải tuân thủ theo dung sai được nêu tại các bản vẽ của nhà sản xuất và phải được kiểm tra tối thiểu 10% số a-nốt của một thiết kế cụ thể. Có thể yêu cầu chỉ định kiểm tra mở rộng về dung sai kích thước của các a-nốt.

8.6.3 Kiểm tra các vết nứt và các bất thường bề mặt khác phải được thực hiện trên tất cả các a-nốt theo các tiêu chuẩn có thể chấp nhận như được quy định tại NACE RP0387, với các sửa đổi sau:

8.6.3.1 Đối với a-nốt kẽm, không thể kiểm tra vết nứt bằng mắt thường.

8.6.3.2 Các vết nứt được nhìn thấy được xuyên đến lõi a-nốt không được chấp nhận.

8.6.3.3 Trong khu vực mà tựa hoàn toàn vào lõi a-nốt, các vết nứt có chiều rộng lớn hơn 2 mm chỉ được chấp nhận nếu chiều dài tối đa 100 mm.

8.6.4 Phải được kiểm tra bằng mắt thường xác nhận không có lớp sơn phủ trên tất cả các a-nốt. Vết lớp sơn phủ trên bề mặt không yêu cầu sơn phủ thì phải loại bỏ.

8.6.5 Trừ khi có các quy định khác, tối thiểu hai a-nốt của từng loại kích thước a-nốt phải được kiểm tra phá hủy để xác minh không có khuyết tật bên trong và vị trí của các lõi a-nốt. Quy trình cắt và tiêu chí chấp nhận được nêu tại NACE RP0387 sẽ được áp dụng. Thử nghiệm trên phải được thực hiện như một phần của PQT. Nếu PQT không được thực hiện, việc thử nghiệm phải được thực hiện vào ngày đầu tiên trong quá trình sản xuất.

8.6.6 Tối thiểu, thử nghiệm điện hóa phải được thực hiện như một phần của PQT hoặc ngày đầu tiên đối với các đơn đặt hàng mua vượt quá 15.000 kg khối lượng tịnh vật liệu a-nốt và cho từng 15.000 kg khối lượng sản phẩm bổ sung tiếp theo.

8.6.7 Khi thử nghiệm điện hóa, việc lấy mẫu để thử nghiệm phải được thực hiện cho từng a-nốt nung nóng. Trừ khi có các quy định khác, việc thử nghiệm phải thỏa mãn các yêu cầu có sau đây:

- a) A-nốt nhôm;
- b) Công suất điện hóa: tối thiểu 2.500 Ah/kg;
- c) Điện áp thiết kế tại đầu a-nốt: $\leq -1,05$ V tại cuối giai đoạn thử nghiệm lần thứ tư;

- d) A-nốt kềm;
- e) Công suất điện hóa: tối thiểu 780 Ah/kg;
- f) Điện áp thiết kế tại đầu a-nốt: $\leq -1,00$ V tại cuối giai đoạn thử nghiệm lần thứ tư;
- g) Trong trường hợp không đáp ứng được các đặc tính điện hóa đã được chỉ định, sẽ lập tức đưa ra một báo cáo không phù hợp.

8.6.8 Lỗi trong quá trình thử nghiệm mà rõ ràng là do việc lấy mẫu bị lỗi hoặc lỗi vận hành của thiết bị thử nghiệm có thể bị coi nhẹ và thử nghiệm lặp lại trên a-nốt tương tự.

8.6.9 Trong trường hợp, lỗi khi thử từng phần các đặc tính khác ngoài hiệu suất điện hóa (ví dụ: thử nghiệm phá hủy một trên 50 a-nốt), thì các a-nốt trước và sau phải được kiểm tra riêng lẻ cho đến khi ít nhất 3 a-nốt kế tiếp thỏa mãn sẽ có thể được chấp nhận.

8.6.10 Trong trường hợp không thỏa mãn các đặc tính được chỉ định (nghĩa là khác với hiệu suất điện hóa), việc sản xuất sẽ bị ngừng và đưa ra một báo cáo không phù hợp và nguyên nhân của sự không thỏa mãn sẽ được xác định. A-nốt không phù hợp (đơn chiếc hoặc lô) sẽ được đánh dấu.

8.6.11 Tất cả dữ liệu từ việc kiểm tra và thử nghiệm a-nốt và hiệu chuẩn của thiết bị kiểm tra và thiết bị giám sát phải được ghi lại trong nhật ký hàng ngày và được cập nhật hàng ngày.

8.7 Hồ sơ tài liệu và ghi nhãn

- a) Tối thiểu, mỗi a-nốt phải được ghi nhãn bằng tên hoặc ký hiệu của nhà sản xuất, vật liệu a-nốt (ví dụ: A đối với nhôm, Z đối với kềm), số nhiệt và số sê-ri;
- b) Tất cả các kết quả từ kiểm tra và thử nghiệm trong PQT (nếu có) và sản xuất phải được ghi lại và có thể truy xuất theo số a-nốt duy nhất (hoặc theo lô a-nốt, nếu có), chứng nhận cho vật liệu lõi a-nốt và vật liệu sơn phủ, nếu có;
- c) Hồ sơ tài liệu kiểm tra theo EN 10204 hoặc ISO 10474;
- d) Nội dung bổ sung cho các yêu cầu trong NACE RP0387.

8.8 Vận chuyển, lưu trữ, bảo quản và xử lý a-nốt

Các yêu cầu đối với việc vận chuyển, lưu trữ và xử lý a-nốt được nêu tại NACE RP0387.

9 Lắp đặt a-nốt

9.1 Quy định chung

9.1.1 Lắp đặt a-nốt hy sinh trên các kết cấu ngoài khơi thường sẽ liên quan đến hàn và kẹp đỡ các a-nốt với các cấu kiện thép kết cấu. Tính liên tục của dòng điện thường được cung cấp bởi cáp đồng, được gắn vào giá đỡ a-nốt và đối tượng bảo vệ bằng cách hàn vẩy hoặc bằng một số liên kết cơ học đặc biệt được thiết kế để đảm bảo độ tin cậy của tính liên tục của dòng điện. Các cáp điện liên tục cũng có thể được lắp đặt để cung cấp tính liên tục của dòng điện cho các bộ phận của cụm thiết bị được bảo vệ ca-tốt mà không cần kết nối điện có thể tin cậy với a-nốt bằng các mối hàn, vòng đệm kim loại hoặc khớp nối ren.

TCVN 6170-8 : 2020

9.1.2 Xem xét về tính toàn vẹn cơ học của các thiết bị cố định a-nốt trong quá trình lắp đặt và vận hành các kết cấu và mọi yêu cầu đặc biệt được đưa vào báo cáo thiết kế chi tiết bảo vệ ca-tốt. Không được hàn hoặc hàn vẩy với các bộ phận chịu áp. Hàn nhiệt không được khuyến nghị dùng cho hợp kim chống ăn mòn (CRA). Phương pháp thay thế như hàn vẩy pin hoặc hàn mềm có thể được xem xét.

9.1.3 Ngoài các yêu cầu về tài liệu, thì các yêu cầu bắt buộc và các thông tin sau đây phải được đính kèm:

- a) Bản vẽ a-nốt từ thiết kế chi tiết bảo vệ ca-tốt hoặc của nhà sản xuất nếu bản vẽ hoàn thành từ thiết kế chi tiết bảo vệ ca-tốt chỉ rõ vị trí của các a-nốt riêng biệt;
- b) Mọi yêu cầu cho việc chuẩn bị hồ sơ quy trình lắp đặt;
- c) Mọi yêu cầu đặc biệt đối với tài liệu;

9.2 Hồ sơ quy trình lắp đặt

9.2.1 Tất cả các công việc liên quan đến lắp đặt a-nốt phải được mô tả trong hồ sơ quy trình lắp đặt. Nếu có thể, tài liệu này sẽ bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn các yêu cầu sau:

- a) Đặc điểm kỹ thuật của vật liệu và thiết bị sẽ được sử dụng, bao gồm các chứng chỉ và bảng dữ liệu vật liệu;
- b) Tiếp nhận, xử lý và lưu trữ a-nốt và vật liệu để lắp đặt a-nốt;
- c) Hồ sơ quy trình hàn và trình độ của thợ hàn;
- d) Kiểm tra và thử cố định a-nốt;
- e) Hồ sơ tài liệu vật liệu và biên bản kiểm tra.

9.3 Kiểm tra chất lượng lắp đặt

9.3.1 Tất cả các mối hàn liên quan đến lắp đặt a-nốt phải thỏa mãn các yêu cầu của tiêu chuẩn được chấp nhận. Chỉ những thợ hàn đủ điều kiện và/hoặc người vận hành thiết bị hàn vẩy mới được sử dụng.

9.4 Tiếp nhận và xử lý a-nốt

9.4.1 Tất cả các a-nốt phải được kiểm tra để xác nhận sự tuân thủ với bản vẽ a-nốt và để xác nhận không có hư hỏng. A-nốt không phù hợp và các vật liệu khác phải được giữ lại để kiểm tra.

9.4.2 Phải đảm bảo rằng a-nốt và các vật liệu khác để lắp đặt a-nốt được lưu trữ và xử lý để tránh thiệt hại do môi trường hoặc do các tác động khác.

9.5 Lắp đặt a-nốt và quy định về tính liên tục dòng điện

9.5.1 Việc lắp đặt a-nốt phải được thực hiện theo bản vẽ được phê duyệt để chế tạo, xác định vị trí của từng a-nốt riêng lẻ và bất kỳ các thông số kỹ thuật liên quan khác để chế tạo kết cấu được bảo vệ. Tất cả các mối hàn liên quan đến lắp đặt a-nốt phải được thực hiện theo yêu cầu kỹ thuật của quy trình hàn được và các thợ hàn đã được đánh giá.

9.5.2 Bất kỳ sự thay đổi đáng kể nào về lắp đặt a-nốt so với các bản vẽ đã được phê duyệt phải được phê duyệt lại. Tuy nhiên, để dễ cài đặt, các a-nốt kiểu hình trụ được gắn trên kết cấu có thể được dịch chuyển ngang không quá một chiều dài a-nốt và chu vi tối đa 30° .

9.5.3 Để hàn a-nốt với các kết cấu chịu tải trọng bên ngoài lớn, khoảng cách giữa các mối nối hàn với nhau phải tối thiểu 150 mm và cách các nút liên kết của kết cấu chân đế tối thiểu 150 mm.

9.5.4 A-nốt được lắp đặt phải được bảo vệ hiệu quả trong khi sơn hoàn thiện kết cấu. Mọi vết sơn phủ trên a-nốt phải được loại bỏ. Đối với các kết cấu được sơn phủ, lõi a-nốt lộ ra ngoài phải được sơn phủ theo cùng một tiêu chuẩn đối với sơn phủ kết cấu được bảo vệ.

9.6 Kiểm tra lắp đặt a-nốt

9.6.1 Kiểm tra lắp đặt a-nốt bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn các yêu cầu sau:

- a) Kiểm tra bằng mắt thường các mối hàn;
- b) Kiểm tra các mối liên kết bằng hàn vẩy;
- c) Đối với việc hàn với kết cấu, NDT có thể được áp dụng theo các quy định kỹ thuật có thể áp dụng.

9.6.2 Phải kiểm tra xác nhận việc tuân thủ việc lắp đặt a-nốt theo các bản vẽ được phê duyệt.

9.6.3 Đối với các mối nối bằng hàn vẩy và mối nối cơ khí để đảm bảo tính liên tục của dòng điện, các phép đo phải được thực hiện theo quy trình được duyệt và các thiết bị đo phải được kiểm tra, xác nhận với điện trở tối đa là 0,1 ohm.

9.7 Hồ sơ tài liệu

9.7.1 Vị trí cuối cùng của a-nốt phải được ghi lại trên bản vẽ hoàn công.

9.7.2 Các phép đo để xác minh tính liên tục của dòng điện phải được ghi lại.

9.7.3 Các lưu ý, ghi chú chi tiết vào phần các yêu cầu khác đối với hồ sơ tài liệu lắp đặt a-nốt.

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

80B - Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội

ĐT: 024.39426744 * Fax: 024.38224784

Website: www.nxbgvt.vn * Email: nxbgvt@fpt.vn

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN
CHỊU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG
BIÊN TẬP
THIẾT KẾ

Giám đốc **Nguyễn Minh Nhật**
Tổng Biên tập **Nguyễn Hồng Kỳ**
Ngô Thị Bích Diệp
Trần Nam Trang

In 160 cuốn, khổ 20,5 x 29,5 cm, tại Công ty In Giao thông.

Địa chỉ: 80B Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội.

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 1071-2020/CXBIPH/1-38/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-2112-5.

Quyết định xuất bản số: 29 NB/QĐ-XBGT ngày 12/6/2020.

In xong và nộp lưu chiểu Quý III năm 2020.