

TCVN

TIÊU CHUẨN VIỆT NAM

TCVN 6051 : 1995

**HỆ BẢO VỆ CATHODIC
YÊU CẦU THIẾT KẾ, LẮP ĐẶT VÀ KIỂM TRA**

Cathodic protection system

Requirement of design, installation and controlling

HÀ NỘI – 1995

Lời nói đầu

TCVN 6051 : 1995 do Viện Kỹ thuật nhiệt đới, Trung tâm Khoa học Tự nhiên và Công nghệ Quốc gia biên soạn, Tổng cục Tiêu chuẩn – Đo lường – Chất lượng đề nghị, Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường ban hành.

Hệ bảo vệ ca tốt – Yêu cầu thiết kế, lắp đặt và kiểm tra

Cathodic protection system – Requirement of design, installation and controlling

1 Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng cho hệ bảo vệ catốt (bằng prôtectơ hoặc dòng ngoài) dùng bảo vệ các kết cấu thép trong nước biển và qui định các yêu cầu trong thiết kế, lắp đặt và kiểm tra hệ bảo vệ catốt.

2 Yêu cầu đối với thiết kế

2.1 Yêu cầu chung

2.1.1 Điện thế khi đo giữa bề mặt kết cấu thép và điện cực so sánh Ag/AgCl trong nước biển phải đạt hơn âm 0,8 V. Điện thế này được đo khi có dòng bảo vệ và bao gồm cả sụt thế IR qua bề mặt tiếp xúc giữ và nước biển nhưng không bao gồm cả sụt thế IR trong nước biển.

2.1.2 Dịch chuyển điện thế của thép về phía âm ít nhất 300 mV khi có dòng bảo vệ. Dịch chuyển điện thế được đo giữa bề mặt kết cấu thép và điện cực so sánh trong nước biển.

2.1.3 Hiệu quả bảo vệ catốt được đánh giá bằng các mẫu kiểm chứng. Các mẫu này có thành phần thép bảo vệ và được gắn vào kết cấu cần bảo vệ bằng phương pháp khối lượng. Tốc độ ăn mòn phải nằm trong hạn cho phép so với thời gian làm việc của kết cấu.

2.2 Dữ liệu cơ bản phục vụ thiết kế

2.2.1 Dữ liệu cơ bản của đối tượng cần bảo vệ bao gồm các bản thiết kế xây dựng liên quan tới phần khả năng lắp đặt và thay thế prôtectơ hoặc anốt phụ, và tuổi thọ kết cấu.

2.2.2 Dữ liệu cơ bản đối với điều kiện môi trường của đối tượng cần bảo vệ bao gồm: diện tích bề mặt, thành phần hóa học nước biển, tốc độ dòng chảy, nhiệt độ, ảnh hưởng thủy triều ...

2.2.3 Mặt độ dòng bảo vệ can triết

2.2.3.1 Mặt độ dòng bảo vệ cho kết cấu thép trần

Mặt độ dòng bảo vệ cho thép trần phụ thuộc vào môi trường và được lựa chọn dựa trên thực nghiệm và khảo sát điều kiện môi trường.

Mặt độ dòng bảo vệ đối với thép trần thay đổi theo thời gian, giảm dần trong quá trình hình thành lớp kê dòng anốt.

Mặt độ dòng bảo vệ thiết kế tối thiểu cho thép trần được đưa ra trong phụ lục A.

2.2.3.2 Mặt độ dòng bảo vệ cho kết cấu thép có phủ sơn

Mặt độ dòng bảo vệ cho bề mặt kết cấu thép có phủ sơn phụ thuộc rất lớn vào chất lượng sơn và công phủ.

Mặt độ dòng bảo vệ cho thép có phủ sơn có thể phải tăng theo thời gian do lớp sơn bị phá hủy dần. Lựa chọn số bóng sơn theo bảng 1

Bảng 1– Hệ số bóng sơn cho thiết kế bảo vệ ca tốt

| Thời gian thiết kế, năm | Hệ số bóng sơn, % ban đầu | Hệ số bóng sơn, % trung bình | Hệ số bóng sơn % cuối cùng |
|-------------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 10 | 2 | 7 | 10 |
| 20 | 2 | 15 | 30 |
| 30 | 2 | 25 | 60 |

2.2.4 Vật liệu anốt

2.2.4.1 Vật liệu prôtectơ

Vật liệu prôtectơ được sản xuất trên cơ sở nhôm, kẽm, hoặc magiê. Những tính chất điện hóa prôtectơ (đ làm việc, dung lượng) phải được xác định theo TCVN 5742 – 1993 trước khi sử dụng. Một số loại prôtectơ dùng trong nước biển được đưa ra ở bảng 2

Bảng 2 – Dung lượng và điện thế làm việc của một số prôtectơ trong nước biển

| Hợp kim prôtectơ | Dung lượng, Ah/kg | Điện thế làm việc, V (Ag/AgCl) |
|------------------|-------------------|--------------------------------|
| Al – Zn – In | 2300 ÷ 2600 | - 1,0 ÷ - 1,1 |
| Al – Zn – Sn | 2300 ÷ 2500 | - 0,95 ÷ - 1,05 |
| Hợp kim kẽm | 750 ÷ 780 | - 0,95 ÷ - 1,05 |

2.2.4.2 Vật liệu anốt phụ

Vật liệu anốt phụ cho hệ dòng ngoài có thể là thép phế liệu, điện cực than, hợp kim chì – bạc, platin hay đi-ô-xi-tan composit. Một số loại vật liệu anốt phụ thông dụng được đưa ra ở bảng 3

Bảng 3 – Thành phần và tính năng một số loại prôtectơ trong nước biển

| Vật liệu anốt | Mật độ dòng hoạt động, A/m ² | Tốc độ hòa tan, g/A.năm |
|-----------------------------|--|----------------------------|
| Hợp kim Pb – Ag | 160 – 220 | 20 – 80 |
| Platin (phủ lên Ti, Nb, Ta) | 540 – 3200 | Không đáng kể |
| Grafit | 10 – 40 | 230 – 450 |
| Hợp kim Fe – Si | 10 – 40 | 230 – 450 |

2.3 Tính toán, thiết kế bảo vệ bằng prôtectơ

2.3.1 Diện tích bề mặt kết cấu thép cần bảo vệ, S bao gồm phần trong nước và trong mùn biển.

2.3.2 Dòng điện của prôtectơ cung cấp, I_A

Phải thiết kế prôtectơ với kích thước phù hợp để cung cấp được dòng điện bảo vệ cần thiết trong suốt thời gian hoạt động của hệ bảo vệ catốt. Dòng điện này được tính dựa theo định luật Ôm theo công thức:

$$I_A = \frac{\Delta V}{R}$$

trong đó

ΔV là hiệu điện thế giữa điện thế làm việc của prôtectơ và điện thế bề mặt thép được phân cực catốt.

R là điện trở toàn mạch, Ω .

Điện thế điều khiển ΔV giữa prôtectơ nhôm hoặc kẽm và thép được phân cực catốt ở mức thấp nhất (Ag/AgCl) là $0,15 \div 0,25$ V. Điện trở toàn mạch R thường được lấy bằng điện trở bề mặt tiếp xúc của prôtectơ trong nước biển R_a . Điện trở này phụ thuộc vào hình dáng, kích thước của prôtectơ và điện trở riêng của nước biển.

Một số công thức tính điện trở R_a được đưa ra ở phụ lục B.

2.3.3 Thời gian hoạt động của prôtectơ, L

Thời gian hoạt động của prôtectơ được tính theo công thức sau:

$$L = \frac{W \times U}{E \times I_A}$$

trong đó

- t_a là thời gian hoạt động có hiệu quả của prôtectơ, năm;
- V_a là khối lượng của prôtectơ, kg;
- U là hệ số sử dụng của prôtectơ;
- E là tốc độ hòa tan của prôtectơ, kg/A.năm;
- I_a là dòng điện trung bình mà prôtectơ cung cấp trong thời gian hoạt động, A.

Hệ số sử dụng của prôtectơ thường được chọn như sau:

- đối với prôtectơ thanh dài: 0,9 – 0,95
- đối với prôtectơ vành khuyên: 0,75 – 0,8
- các dạng khác: 0,75 – 0,9

2.3.4 Số lượng prôtectơ

Số lượng prôtectơ, N_a được tính theo công thức:

$$N_a = \frac{i \times S}{1000 \times I_a}$$

trong đó

- i là mật độ dòng bảo vệ cần thiết, mA/m²;
- S là diện tích bề mặt thép cần bảo vệ, m²;

Có thể tăng hệ số sử dụng bằng việc dùng prôtectơ có dòng cung cấp nhỏ hơn nhưng với số lượng nhiều hơn.

2.4 Tính toán thiết kế hệ bảo vệ dùng dòng điện ngoài (gọi tắt hệ bảo vệ dòng ngoài)

2.4.1 Hệ bảo vệ dòng ngoài có hệ số sử dụng thấp vì số anốt phụ sử dụng ít hơn số prôtectơ. Để khả phải thiết kế với tổng dòng bảo vệ bằng 1,25 đến 1,5 lần tổng dòng theo tính toán.

Thiết kế phải chú ý đặc biệt để dòng bảo vệ phân bố đồng đều. Khoảng cách giữa anốt và kết cấu tối 1,5 m. Có thể sử dụng các kết cấu che chắn cho anốt.

Phải phòng ngừa hậu quả, do tác động phụ của hệ dòng ngoài như: tạo khí hydro trên bề mặt thép, làm rộp sơn

2.4.2 Anốt phụ cho hệ dòng ngoài phải làm việc tốt trong phạm vi điện thế và mật độ dòng bảo vệ rộng vì này phụ thuộc vào bản chất môi trường và vật liệu anốt phụ.

Các đại lượng sau đây được tính đến trong thiết kế:

- điện thế nguồn cực đại và điện thế điều khiển;
- dòng cực đại đèn từng anốt riêng rẽ;
- tốc độ tiêu hao anốt khi làm việc ở dòng cực đại.

2.4.3 Tổng khối lượng của vật liệu anốt phụ, W được tính theo công thức sau:

$$W = \frac{E \times L \times I}{U}$$

trong đó

- E là tốc độ hòa tan anốt phụ, kg/A.năm;
- L là thời gian bảo vệ theo thiết kế, năm;
- I là tổng dòng hạn vệ, A;
- U là hệ số sử dụng của anốt phụ.

Hệ số sử dụng của anốt phụ thường lấy trong khoảng: 0,5 đến 0,8.

Khi xác định tổng số lượng anốt phụ phải tính đến cấu trúc của kết cấu, mật độ dòng phù hợp của từng anốt và sự phân phối dòng đến kết cấu.

2.4.4 Điện trở toàn mạch, R

Điện trở toàn mạch bao gồm điện trở bề mặt tiếp xúc của anốt với nước biển, điện trở dây cáp dẫn điện, và điện trở bề mặt kết cấu thép với nước biển nhỏ được bỏ qua.

$$R = R_a + R_c$$

trong đó

- R_a là điện trở anốt với nước biển, Ω ;
- R_c là điện trở dây cáp điện, Ω .

2.4.5 Điện thế đầu ra, V và dòng điện của máy một chiều

Điện thế sụt trên điện trở toàn mạch được tính theo định luật Ôm.

$$V = I \times R$$

Điện thế đầu ra thấp nhất của máy nguồn bằng một chiều phải bằng 1,5 lần điện thế sụt trên điện trở toàn

Dòng điện của máy nguồn một chiều phải lớn hơn tổng dòng bảo vệ theo thiết kế.

1. Yêu cầu đối với lắp đặt hệ bảo vệ catốt:

1.1. Lắp đặt prôtectơ

3.1.1. Lắp đặt phải được thực hiện đúng với thiết kế và đặc thù kết cấu.

3.1.2. Phải kiểm tra prôtectơ trước khi sử dụng theo TCVN 5741 – 1993 để đảm bảo kích thước và khối lượng yêu cầu.

3.1.3. Cho phép áp dụng các phương pháp lắp đặt prôtectơ khác nhau (hàn, gá, định vị cơ học ...) vào kết cấu. Phương pháp lắp đặt phải được lựa chọn dựa trên cơ sở các yêu cầu thiết kế như tiếp diện, trọng tải và ứng lực phần kết cấu có prôtectơ gắn vào.

Tránh tối đa lực tác động phụ của hệ prôtectơ. Nếu prôtectơ được hàn vào kết cấu cần bảo vệ, công nghệ phải tuân theo các tiêu chuẩn đã ban hành. Các mối hàn phải được thực hiện và được kiểm tra theo yêu cầu qui định.

3.1.4. Lắp đặt prôtectơ dưới nước có thể thực hiện bằng định vị cơ học hoặc hàn. Cần lưu ý là định vị cơ học bảo đảm tiếp xúc diện dưới 5 năm.

3.2. Lắp đặt hệ bảo vệ dòng ngoài

3.2.1. Phải kiểm tra vật liệu, kích thước anốt, máy nguồn dòng bảo vệ catốt và cáp dẫn điện trước khi lắp đặt.

3.2.2. Anốt có thể được lắp đặt dưới đáy biển trên các bệ bê tông hoặc được gắn cách công trình ít nhất 1m. Trong trường hợp anốt không để xa được theo qui định thì phải dùng các tấm cách điện che chắn.

3.2.3. Dây cáp được bảo vệ bằng ống thép tránh hư hỏng cơ học. Tiếp diện giữa anốt và dây cáp phải kín và bền cơ học, đầu nối phải được bảo vệ tốt, tránh hư hỏng lớp bọc.

4. Yêu cầu đối với kiểm tra hệ bảo vệ catốt

4.1. Đo điện thế

4.1.1. Thiết bị đo

Điện cực so sánh:

- trong thực tế thường dùng điện cực Ag/AgCl/nước biển làm điện cực đo. Điện cực Cu/CuSO₄ bão hòa cũng dùng đo trong nước biển. Điện cực có thể bị nhiễm bẩn bởi ion Cl⁻ trong khi đo. Khi nối điện cực Cu/CuSO₄ bão hòa vào đầu dương của vôn kế và điện cực đo vào cực âm, thì chỉ số đo phải là 65 ± 5 mV.

- Kẽm được gắn vào công trình để theo dõi điện thế liên tục và không được coi là điện cực bảo vệ mà chỉ dùng để ổn định trong nước biển. Khi nối điện cực kẽm với đầu dương và điện cực đo với đầu âm, kết quả số đo phải nằm trong khoảng âm 1,05 V đến âm 1,00 V phụ thuộc vào thành phần kẽm.

Vôn kế, vôn kế phải có điện trở bằng hoặc cao hơn 10 MΩ.

4.3.2 Phương pháp đo

Đo điện thế là cần thiết để xác định trạng thái hoạt động, mức độ và hiệu quả bảo vệ của hệ catốt.

Phải lựa chọn vị trí và số lượng điểm đo để kết quả đo đặc trưng cho hệ bảo vệ catốt. Đặc biệt lưu ý vị trí cực phải đặt sát bề mặt kết cấu nhất, điểm đo đồng thời phải xa prôtectơ, chú ý các vùng mà dòng bảo vệ chần đo như cấu xây dựng.

Đo điện thế ít nhất trên 2% tổng số prôtectơ gắn vào kết cấu, đo tối thiểu 1 prôtectơ cho mỗi một công trình. Với hệ dòng ngoài, đo điện thế phải được tiến hành ở vị trí gần anốt phụ nhất (là nơi dễ xuất hiện trạng thái bảo vệ). Để loại trừ ảnh hưởng của sụt điện thế trong nước biển và an toàn đo điện thế thép phương pháp nguồn bảo vệ.

Đo điện thế ngay sau khi hệ bảo vệ catốt vào hoạt động. Phải đo kiểm tra 6 tháng một lần, tuy nhiên kết quả đo đợt trước chu kỳ đo có thể thay đổi.

Đối với những vùng mới sử dụng hệ bảo vệ catốt, cần đo dòng bảo vệ của một số prôtectơ được lựa chọn. Thiết bị đo phải ở trạng thái hoạt động tốt và được kiểm tra độ chính xác thường xuyên độ ổn định và chất nhiễm bẩn.

4.2 Kiểm tra prôtectơ

Prôtectơ được làm sạch sản phẩm an mon và hầu hết trước khi đo điện thế và kích thước để xác định tình trạng và trạng thái bề mặt.

4.3 Kiểm tra hệ dòng ngoài

Nguồn điện một chiều phải kiểm tra hàng tuần các chỉ tiêu sau: dòng cung cấp, công suất. Tất cả bộ phận của hệ thống dòng ngoài: nối đất, mối nối dây cáp, độ chính xác thiết bị đo, hiệu suất chỉnh lưu và đi-ô-đin mạch cần được kiểm tra hàng tháng để tránh tối đa hư hỏng có thể xảy ra.

4.4 Các biện pháp bảo dưỡng

4.4.1 Nếu điện thế đo được dương hơn điện thế qui định thì phải bảo vệ bổ xung.

4.4.2 Điều chỉnh, sửa chữa và thay thế các bộ phận của hệ bảo vệ catốt.

TCVN 6051 : 1995

4.4.3 Lắp đặt thêm prôtectơ hoặc hệ bảo vệ dòng ngoài nếu xuất hiện một trong những tình trạng sau:

- tổng dòng bảo vệ không đủ;
- dòng bảo vệ không đều, xuất hiện chỗ không được bảo vệ (điện thế bảo vệ không đạt tiêu chuẩn thiết kế).

4.5 Hồ sơ lưu trữ phải bao gồm các tài liệu sau đây:

- thời gian lắp đặt hệ bảo vệ catốt;
- dữ liệu cơ sở tính toán và thiết kế;
- thiết kế xây dựng và hồ sơ lắp đặt;
- chỉ số đo điện thế;
- dữ liệu về prôtectơ và thiết bị bảo vệ dòng ngoài;
- các hoạt động bảo dưỡng

Phụ lục A.

Mật độ dòng bảo vệ thiết kế tối thiểu cho bảo vệ catốt cho thép trạ

| Vùng biển | Mật độ dòng bảo vệ, mA/m ² | | |
|-------------|---------------------------------------|------------|------|
| | Ban đầu | Trung bình | Cuối |
| Vịnh ARập | 130 | 90 | 70 |
| Ấn độ dương | 130 | 90 | 70 |
| Ôxtrâyli | 130 | 90 | 70 |
| Tây phi | 130 | 90 | 70 |
| Vịnh Mêhicô | 110 | 80 | 60 |
| Indônêxia | – | 60 | – |
| Việt nam | – | 50 – 60 | – |
| Mùn biển | 25 | 20 | 15 |

Phụ lục B

Những công thức thường dùng tính điện trở prôtectơ trong bảo vệ catốt

Đối với prôtectơ dạng thanh ($L/r \geq 4$), điện trở R_a được tính theo công thức:

$$R_a = \frac{\rho}{2 \pi L} (\ln 4L/r - 1)$$

trong đó

ρ là điện trở suất của nước biển, $\Omega \cdot \text{cm}$;

L là chiều dài prôtectơ, cm;

$$r = \sqrt{S/\pi}$$

S là diện tích mặt cắt của prôtectơ, cm^2 .

Đối với prôtectơ dạng tấm, điện trở R_a được tính theo công thức Lloyd's:

$$R_a = \frac{\rho}{2s}$$

trong đó

s là (chiều dài + chiều rộng)/2

Đối với prôtectơ dạng khác, điện trở R_a được tính theo công thức McCoy:

$$R_a = 0,135 \rho \sqrt{S}$$

trong đó

S là diện tích bề mặt prôtectơ, cm^2 .