

ĐIỀU CHỈNH MỘT SỐ YÊU CẦU KỸ THUẬT CHỐNG ẪN MÒN CHO KẾT CẤU BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP TRONG MÔI TRƯỜNG BIỂN PHÙ HỢP VỚI CÁC TIÊU CHUẨN HIỆN HÀNH

ADJUSTING TECHNICAL REQUIREMENTS FOR ANTI-CORROSION CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES IN THE VIETNAM MARINE ENVIRONMENT ACCORDING TO OPERATION STANDARDS

NGUYỄN ĐĂNG KHOA^{a,*}, VŨ THẾ PHƯƠNG^a, PHAN VĂN CHƯƠNG^a

^aViện Khoa học công nghệ xây dựng

Tác giả đại diện: Email: dangkhoaibst@gmail.com

Ngày nhận 01/12/2023, Ngày sửa 26/12/2023, Chấp nhận 30/12/2023

<https://doi.org/10.59382/j-ibst.2023.vi.vol4-4>

Tóm tắt: Trước khi có yêu cầu kỹ thuật chống ăn mòn cho công trình có kết cấu bê tông (BT) và bê tông cốt thép (BTCT) trong môi trường biển, cốt thép trong bê tông thường bị ăn mòn sớm sau khoảng 10 năm sử dụng. Từ khi ban hành năm 2004 (TCXDVN 327:2004) cho đến nay (TCVN 9346:2012), tiêu chuẩn này đã giải quyết được nhiều vấn đề kỹ thuật chống ăn mòn cốt thép đối với các công trình chịu tác động của môi trường biển. Khi áp dụng tiêu chuẩn này, chất lượng bê tông được bảo đảm, cốt thép được bảo vệ và tuổi thọ công trình được kéo dài. Tuy nhiên, sau gần 20 năm áp dụng, tiêu chuẩn này có một số tăng cường điểm chưa thống nhất với các tiêu chuẩn liên quan hiện hành như phân vùng xâm thực trong môi trường biển, mác bê tông, chiều rộng vết nứt tối đa cho phép, thi công và nghiệm thu... Do vậy, cần phải nghiên cứu điều chỉnh lại một số nội dung trong tiêu chuẩn TCVN 9346:2012, trong đó quan trọng nhất là yêu cầu chiều rộng vết nứt tối đa cho phép phù hợp với các tiêu chuẩn hiện hành để dễ dàng áp dụng hơn, góp phần nâng cao chất lượng, hiệu quả kinh tế - kỹ thuật khi đưa công trình vào sử dụng.

Từ khóa: Bê tông cốt thép, ăn mòn cốt thép, chiều rộng vết nứt, môi trường biển.

Abstract: Before applying the technical requirements of anti-corrosion for concrete and reinforced concrete structures in the Vietnam marine environment, the reinforcement was corroded after about 10 years of use. From this standard was promulgated in 2004 (Vietnam Building standard 327: 2004) and replaced (Vietnam standard 9346: 2012), it solved many technical requirements of anti-corrosion for marine environment constructions. When Applying this standards quality assurance

concrete, protected reinforcement and the durability of constructions are extended. However, after 20 years the standard is applied, some technical requirements are not suitable for operation standards as: erosion cavitation in marine environment, concrete grade, maximum allowable crack width, construction and acceptance... Therefore, it is necessary to modify some technical requirements in Vietnam standard 9346: 2012, especially the maximum allowable crack width according to operation standards to apply easy, quality improvement, technical and economic efficiency when project is used.

Keywords: coating reinforced concrete, corrosion reinforcement, crack width, marine environment

1. Giới thiệu

Kết quả nghiên cứu và khảo sát của Viện KHCN Xây dựng [1], [2], [3], [4], [5], [7] cho thấy các công trình BTCT xây dựng ở vùng biển nước ta chịu tác động ăn mòn mạnh của môi trường biển, trong đó nguyên nhân chính là hiện tượng xâm thực clorua gây ăn mòn và phá hủy cốt thép trong các kết cấu BTCT. Hiện nay các công trình BTCT vùng biển đã và đang được xây dựng với tốc độ tăng trưởng nhanh, do vậy cần thiết phải có yêu cầu thiết kế, yêu cầu vật liệu, yêu cầu thi công và nghiệm thu cho công trình vùng biển phù hợp với xu thế mới, phù hợp với các tiêu chuẩn hiện hành và đảm bảo yêu cầu tuổi thọ theo thiết kế của công trình.

Hiện nay, tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 9346: 2012 (trước đó là TCXDVN 327: 2004) được ban hành năm 2004, tuy nhiên việc áp dụng tiêu chuẩn này trong thực tế còn nhiều chỉ tiêu kỹ thuật chưa đồng bộ như: chiều dày lớp bê tông bảo vệ, cường độ nén của bê tông, độ chống thấm nước, chiều rộng vết nứt

tối đa cho phép... một số nội dung trong yêu cầu thi công và nghiệm thu cũng cần cập nhật để phù hợp với các tiêu chuẩn và quy định hiện hành. Chính vì vậy, cần nghiên cứu, đề xuất, cập nhật, điều chỉnh một số nội dung trong tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012 là vấn đề cần thiết góp phần nâng cao chất lượng, hiệu quả kinh tế - kỹ thuật các công trình xây dựng vùng biển Việt nam.

2. Các nội dung nghiên cứu chính điều chỉnh trong tiêu chuẩn TCVN 9346:2012

Tiêu chuẩn TCVN 9346:2012 “Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi trường biển” tiêu chuẩn gồm 7 phần: phạm vi áp dụng, tài liệu viện dẫn, phân vùng xâm thực trong môi trường biển, yêu cầu thiết kế, yêu cầu vật liệu, yêu cầu thi công và nghiệm thu công trình. Trong quá trình soát xét TCVN 9346: 2012 lần này (soát xét lần thứ nhất vào năm 2012) nhóm tác giả kiến nghị điều chỉnh (mục 4 yêu cầu thiết kế) nhằm đảm bảo khả năng chống ăn mòn cho kết cấu BT và BTCT vùng biển Việt Nam, nhất là Bảng 1 trong mục 4 này của tiêu chuẩn.

2.1 Phân vùng xâm thực trong môi trường biển

Căn cứ vào tính chất và mức độ xâm thực của môi trường biển đối với kết cấu bê tông và bê tông cốt thép, môi trường biển được phân thành các vùng xâm thực theo vị trí kết cấu như sau (đồng bộ theo các tiêu chuẩn về ăn mòn TCVN 12251: 2020, TCVN

12041: 2017 về ký hiệu phân vùng xâm thực trong môi trường biển):

- Vùng khí quyển (XS1): vị trí các kết cấu nằm trong không khí, chia thành các tiểu vùng: khí quyển trên mặt nước biển hoặc nước lợ, khí quyển trên bờ, khí quyển gần bờ;

- Vùng ngập nước (XS2): vị trí các kết cấu nằm ngập hoàn toàn trong nước biển, nước lợ;

- Vùng nước lên xuống và sóng tấp (XS3): vị trí các kết cấu nằm giữa mức nước lên cao nhất và xuống thấp nhất của thủy triều, kể cả ở các khu vực bị sóng tấp.

Lưu ý: vùng nước lên xuống và sóng tấp (XS3) được chuyển đổi từ “Vùng nước lên xuống” trong tiêu chuẩn TCVN 9346:2012. Theo các tài liệu quốc tế liên quan SP 28.13330:2017 L.B Nga (nguồn 12251:2020), AS 3600 của Úc, BS 6349-1: 2000 của Anh đều có chữ sóng tấp và nước bắn.

2.2 Yêu cầu thiết kế

2.2.1 Đồng bộ thuật ngữ, ký hiệu

Trong tiêu chuẩn TCVN 9346:2012, các thuật ngữ, ký hiệu cũng được đồng bộ theo các tiêu chuẩn hiện hành TCVN 12251: 2020, TCVN 12041: 2017 và phù hợp theo tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018. Các yêu cầu về chỉ tiêu cụ thể Bảng 1 trong TCVN 9346: 2012 và yêu cầu về vật liệu được giữ nguyên vì sau 20 năm áp dụng cho thấy công trình hiệu quả, đáp ứng bảo vệ, chống ăn mòn cho cốt thép cho các vùng xâm thực biển theo tuổi thọ thiết kế.

Bảng 1. Một số đề xuất sửa đổi trong tiêu chuẩn TCVN 9346:2012

TT	TCVN 9346: 2012	Sửa đổi TCVN 9346: 20xx
1	Chiều dày lớp bê tông bảo vệ cốt thép, mm	Lớp bê tông bảo vệ cốt thép, mm
2	Mác bê tông, MPa	Cấp cường độ chịu nén của bê tông, B
3	Độ chống thấm nước, atm	Mác chống thấm nước của bê tông, W
4	Bề rộng khe nứt giới hạn, mm	Chiều rộng vết nứt giới hạn, mm

2.2.2 Yêu cầu chiều rộng vết nứt giới hạn trong các tiêu chuẩn thiết kế

a. Các yêu cầu theo tiêu chuẩn Việt Nam

Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn đối với kết cấu BTCT trong môi trường biển được quy định trong tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012 Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép - Yêu cầu bảo vệ chống ăn mòn trong môi

trường biển phải phù hợp một số chỉ tiêu trong tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018 Thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép.

Tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012 quy định các yêu cầu về thiết kế, yêu cầu vật liệu, yêu cầu thi công và yêu cầu về nghiệm thu nhằm đảm bảo khả năng chống ăn mòn cho các kết cấu bê tông, bê tông cốt thép (không ứng suất trước và ứng suất trước) xây

VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

dựng ở vùng biển với thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình tới 50 năm và tới 100 năm.

Thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình tới 50 năm cần đáp ứng yêu cầu tối thiểu trong Bảng 1 của tiêu chuẩn này, còn thời hạn sử dụng theo thiết kế của công trình tới 100 năm, ngoài việc phải thực hiện yêu cầu tối thiểu trong Bảng 1 trong tiêu chuẩn còn phải áp dụng thêm biện pháp bảo vệ hỗ trợ theo mục 4.5 và 4.6 của tiêu chuẩn này.

Yêu cầu về chiều rộng vết nứt giới hạn của kết cấu công trình được quy định trong Bảng 1 của tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012.

Chiều rộng khe nứt giới hạn quy định trong Bảng 1 của tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012 có giá trị nhỏ hơn so với quy định trong tiêu chuẩn thiết kế kết cấu bê tông và bê tông cốt thép thông thường TCVN 5574: 2018.

Bảng 2. Các yêu cầu tối thiểu về chiều rộng khe nứt trong TCVN 9346: 2012

Yêu cầu thiết kế	Kết cấu làm việc trong vùng				
	Khí quyển			Ngập nước	Nước lên xuống
	Trên mặt nước	Trên bờ, cách mép nước từ 0 km đến 1 km	Gần bờ, cách mép nước từ 1 km đến 30 km		
Chiều rộng vết nứt giới hạn, mm - Kết cấu ngoài trời - Kết cấu trong nhà	≤ 0,1 ≤ 0,1	≤ 0,1 ≤ 0,15	≤ 0,1 ≤ 0,15	≤ 0,1 -	≤ 0,05 -

CHÚ THÍCH:
Bề rộng khe nứt giới hạn cho trong bảng ứng với tác dụng của toàn bộ tải trọng, kể cả dài hạn và ngắn hạn. Đối với kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước không cho phép xuất hiện vết nứt.

b. Một số quy định theo tiêu chuẩn Châu Âu

- Các điều kiện môi trường được phân loại theo Bảng 3, dựa trên tiêu chuẩn châu Âu EN 206-1.

Bảng 3. Phân loại điều kiện môi trường tiếp xúc theo tiêu chuẩn châu Âu EN 206-1

Loại	Mô tả môi trường	Ví dụ về các loại điều kiện môi trường tiếp xúc có thể xảy ra
1. Không có nguy cơ ăn mòn hoặc không có khả năng tác động		
X0	Đối với bê tông không có cốt thép hoặc không có chi tiết thép đặt sẵn: tất cả các điều kiện tiếp xúc, ngoại trừ đóng/tan băng, mài mòn hoặc tác động hóa học Đối với bê tông có cốt thép hoặc có các chi tiết thép đặt sẵn	Bê tông nằm bên trong nhà với độ ẩm không khí rất thấp
2. Ăn mòn do Cacbonát hóa		
XC1	Khô hoặc thường xuyên ẩm ướt	Bê tông nằm bên trong nhà có độ ẩm không khí thấp Bê tông thường xuyên ngập nước
XC2	Ẩm ướt, ít khi khô	Bề mặt bê tông tiếp xúc với nước trong thời gian dài Móng
XC3	Độ ẩm trung bình	Bê tông nằm trong nhà có độ ẩm không khí trung bình hoặc cao Bê tông được che mưa
XC4	Ẩm và khô lặp lại theo chu kỳ	Bề mặt bê tông tiếp xúc với nước, không gồm loại tiếp xúc XC2
3. Ăn mòn Chloride		
XD1	Độ ẩm trung bình	Bề mặt bê tông tiếp xúc với Chloride trong không khí
XD2	Ẩm ướt, ít khi khô	Bể bơi Các thành phần bê tông tiếp xúc với nước công nghiệp có chứa Chloride
XD3	Ẩm và khô lặp lại theo chu kỳ	Các bộ phận cầu tiếp xúc với các chất phun chứa Chloride Mặt đường, vỉa hè Bản sàn chỗ đỗ xe

VẬT LIỆU XÂY DỰNG - MÔI TRƯỜNG

Loại	Mô tả môi trường	Ví dụ về các loại điều kiện môi trường tiếp xúc có thể xảy ra
4. Ăn mòn Chloride do nước biển		
XS1	Tiếp xúc với muối trong không khí nhưng không tiếp xúc trực tiếp với nước biển	Các kết cấu nằm gần hoặc trên bờ biển
XS2	Ngập thường xuyên	Phần kết cấu ngoài biển
XS3	Thuỷ triều, các vùng có sóng hoặc bụi nước	Phần kết cấu ngoài biển

- Yêu cầu chiều rộng khe nứt tương ứng với các cấp độ phơi lộ theo Eurocode 2 được quy định trong Bảng 4.

Bảng 4. Chiều rộng khe nứt giới hạn theo Eurocode 2

Loại môi trường tiếp xúc	Cấu kiện bê tông cốt thép và cấu kiện bê tông ứng suất trước với thanh cằng không bám dính	Cấu kiện bê tông ứng suất trước với thanh cằng bám dính
	Tổ hợp tải trọng tựa thường xuyên	Tổ hợp tải trọng thường gặp
X0, XC1	0,4 ¹	0,2
XC2, XC3, XC4	0,3	0,2 ²
XD1, XD2, XD3, XS1, XS2, XS3		Giảm nén

(1): Đối với các loại môi trường tiếp xúc X0, XC1, chiều rộng vết nứt không ảnh hưởng đến độ bền lâu và giới hạn này được thiết lập cho trường hợp chung. Đối với trường hợp mặt ngoài, giới hạn này có thể được giảm bớt.
 (2): Đối với các loại môi trường tiếp xúc đó, phải kiểm tra bổ sung sự giảm lực nén dưới tác dụng của tổ hợp tải trọng tựa thường xuyên.

Căn cứ theo tính toán [8]: nguyên lý tính toán, yêu cầu chiều rộng vết nứt giới hạn trong các tiêu chuẩn thiết kế Việt Nam và tiêu chuẩn châu Âu. Qua khảo sát tính toán đối với cấu kiện đài cọc, cấu kiện dầm chuyển nằm trong nhà và cấu kiện dầm thường ngoài nhà, tác giả đưa ra một số nhận xét như sau:

- Chiều rộng vết nứt giới hạn của tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012 so với tiêu chuẩn Eurocode 2 (tiêu chuẩn được sử dụng rộng rãi trên thế giới) có sự chênh lệch lớn (gấp 2,5 đến 3 lần);

- Khi áp dụng tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012, hàm lượng cốt thép một số cấu kiện (như đài cọc, dầm) tăng từ 2 đến 3 lần, do vậy làm tăng đáng kể giá thành của công trình.

Vì vậy khi soát xét tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012, nhóm tác giả đã nghiên cứu, cân nhắc điều chỉnh chiều rộng vết nứt giới hạn cho phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018 và tiêu chuẩn được sử dụng trên thế giới đó là tiêu chuẩn Eurocode 2. Yêu cầu về chiều rộng vết nứt giới hạn của kết cấu công trình được quy định trong Bảng 5 (dưới đây) của tiêu chuẩn TCVN 9346: 20XX. Tuy nhiên, việc đề xuất này trên cơ sở quan điểm thiết kế. Trên quan điểm về ăn mòn clorua cốt thép, ion clorua có bán kính 0,168 nm là rất nhỏ, khi tăng chiều rộng khe nứt có thể dẫn đến việc xâm nhập clorua dễ dàng hơn tới miền cận cốt thép. Do vậy, các bên liên quan cần phải lưu ý thực hiện trong mục 6.3 (khắc phục các khuyết tật trong quá trình thi công) của tiêu chuẩn này.

Bảng 5. Các yêu cầu tối thiểu về chiều rộng khe nứt trong TCVN 9346:20XX

Yêu cầu thiết kế	Kết cấu làm việc trong vùng				
	Khí quyển (XS1)			Ngập nước (XS2)	Nước lên xuống (XS3)
	Trên mặt nước	Trên bờ, cách mép nước từ 0 km đến 1 km	Gần bờ, cách mép nước từ 1 km đến 30 km		
Chiều rộng vết nứt giới hạn, mm - Kết cấu ngoài trời - Kết cấu trong nhà	≤ 0,3 ≤ 0,3	≤ 0,3 ≤ 0,3	≤ 0,3 ≤ 0,3	≤ 0,3 -	≤ 0,3 -

CHÚ THÍCH:
 Chiều rộng vết nứt giới hạn trong bảng ứng với tác dụng của toàn bộ tải trọng, kể cả dài hạn và ngắn hạn. Đối với kết cấu bê tông cốt thép ứng suất trước, chiều rộng vết nứt giới hạn yêu cầu ≤ 0,1 mm đối với tất cả các vùng.

3. Kết luận

Trên cơ sở soát xét tiêu chuẩn TCVN 9346: 2012 nhóm tác giả đã nghiên cứu điều chỉnh một số nội dung chính cho phù hợp với tiêu chuẩn TCVN 5574: 2018 cũng như tiêu chuẩn Eurocode 2, trong đó tập trung điều chỉnh chiều rộng vết nứt giới hạn. Theo đó chiều rộng vết nứt giới hạn đối với tất cả các vùng được điều chỉnh từ $\leq 0,1$ mm lên $\leq 0,3$ mm (ngoại trừ bê tông ứng suất trước) và cần phải khắc phục các khuyết tật trong quá trình thi công.

Tiêu chuẩn TCVN 9346: 20XX đã được nghiệm thu trình Hội đồng các cấp và trình Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, nếu được cập nhật và ban hành là tài liệu kỹ thuật quan trọng trong lĩnh vực ăn mòn và bảo vệ công trình (hiện nay tại Việt Nam, duy nhất có tiêu chuẩn này áp dụng cho riêng kết cấu BTCT làm việc trong môi trường biển) góp phần đáp ứng nhu cầu quản lý chất lượng các công trình xây dựng BTCT và hiệu quả kinh tế vùng biển Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cao Duy Tiến (11/2003), "Báo cáo tổng kết dự án KT-KT Chống ăn mòn và bảo vệ các công trình bê tông và bê tông cốt thép vùng biển", Viện KHCN Xây dựng.
- [2] Cao Duy Tiến (1999), "Nghiên cứu các điều kiện kỹ thuật đảm bảo độ bền lâu cho kết cấu bê tông và bê tông cốt thép xây dựng ở vùng ven biển Việt Nam", ĐTDL 40/94, Viện KHCN Xây dựng.
- [3] Lê Quang Hùng (11/1995), "Báo cáo khảo sát, đánh giá nguyên nhân hư hỏng và biện pháp sửa chữa công trình K67- bệnh viện chống lao tỉnh Quảng Ninh", Viện KHCN Xây dựng.
- [4] Lê Quang Hùng (1996), "Báo cáo khảo sát hư hỏng công trình nhà văn hóa, nhà khách mỏ than Cao Sơn - Quảng Ninh", Viện KHCN Xây dựng.
- [5] Phạm Văn Khoan (4/2009), "Điều tra, khảo sát và đánh giá tình trạng ăn mòn công trình xây dựng dưới tác động của môi trường biển Việt Nam", mã số MT 21-07, Viện KHCN Xây dựng.
- [6] Phạm Văn Khoan (1996), "Báo cáo khảo sát, đánh giá nguyên nhân hư hỏng và kiến nghị biện pháp sửa chữa công trình nhà ở khu tập thể gốc bang mỏ than Cao Sơn Cẩm Phả- Quảng Ninh", Viện KHCN Xây dựng, Hà Nội.
- [7] Đặng Văn Phú (1990), Báo cáo tổng kết toàn diện kết quả nghiên cứu đề tài "Nghiên cứu các biện pháp chống ăn mòn bê tông cốt thép bảo vệ công trình vùng ven biển", mã số 26B.03.03, Viện Khoa học Kỹ thuật Xây dựng.
- [8] Ảnh hưởng của chiều rộng khe nứt giới hạn trong thiết kế kết cấu bê tông cốt thép vùng ven biển, Tạp chí KHCN Xây dựng - số 3/2021.