

PENETRON BẢO VỆ ĐƯỜNG BÊ TÔNG

Mở đầu

Đường bê tông thường phải chịu điều kiện môi trường khắc nghiệt nên mức độ hư hỏng cao và cần được bảo trì thường xuyên. Bê tông là một vật liệu chứa nhiều lỗ rỗng li ti và mao mạch cho phép nước và các hóa chất trong nước xâm nhập vào bên trong khiến bê tông dễ bị nứt và bong tróc – dẫn đến hư hỏng cấu trúc bê tông. Bê tông được sử dụng để xây dựng đường giao thông thường bị phá hủy do cacbonat hóa, chu trình đóng – tan băng, ăn mòn do sự tấn công của road salts (muối làm tan băng) và sunfat.

Quá trình cacbonat hóa diễn ra khi cacbon dioxit (CO_2) trong môi trường tăng cao bởi khí thải xe cộ - hòa tan trong nước, thấm vào bê tông và phản ứng với canxi hydroxit trong nền xi măng để tạo thành canxi cacbonat ($CaCO_3$). Phản ứng này làm giảm độ pH của bê tông xuống khoảng 9, khiến cốt thép bị ăn mòn. Đây là kết quả của sự ăn mòn cốt thép làm cho bê tông bị nứt và bong tróc.

Các chu kỳ đóng băng – tan băng xảy ra trong bê tông gây ra sự hư hỏng bằng cách tạo ra áp suất bên trong các khoảng trống, dẫn đến nứt và cuối cùng là hiện tượng bong tróc. Khi nước len vào bên trong các vết nứt, lỗ rỗng và mao mạch trong hệ nền bê tông đóng băng, sẽ nở ra, buộc các khoảng trống đó mở ra rộng hơn. Khi các chu kỳ đóng – tan băng lặp lại, các khoảng trống ngày càng lớn, khiến bê tông bị vỡ ra từng chút một. Một vấn đề khác gặp phải trong những tháng mùa đông là “road salts” được sử dụng để làm tan chảy hoặc ngăn băng đóng trên đường, để đảm bảo điều kiện lái xe an toàn hơn. Các muối này hòa tan trong nước và thấm vào bê tông, làm cho cốt thép bị ăn mòn dẫn đến hư hỏng bê tông.

Đường bê tông chịu tiếp xúc với loại đất giàu sunfat được sử dụng để làm nền đường và kết cấu mặt đường. Sunfat hòa tan trong nước xâm nhập vào nền bê tông gây hư hỏng bê tông.

Đường bê tông sẽ bền hơn và ít cần phải bảo trì nếu chúng ta có thể ngăn nước và hóa chất trong nước xâm nhập vào bê tông. Bê tông không thấm được xem là bê tông bền.

Penetron Admix giúp bê tông không thấm nước

Penetron Admix là phụ gia làm giảm độ thấm của bê tông bằng cách tự hàn gắn tất cả các vết nứt, lỗ rỗng và mao mạch có kích thước lên đến 0.5mm. Bê tông được xử lý bằng Penetron Admix không thấm nước, ngăn chặn hoàn toàn nước và hóa chất trong nước xâm nhập vào bê tông ngay cả dưới áp suất thủy tĩnh cao.

Mục tiêu chính của các thử nghiệm được thể hiện bên dưới là để chứng minh rằng bê tông được xử lý bằng Penetron Admix có khả năng chống lại quá trình cacbonat

hóa, chu trình đóng – tan băng, ăn mòn và tấn công sunfat, do đó làm tăng độ bền của đường bê tông.

Thí nghiệm cacbonat hóa

Các mẫu được xử lý bằng Penetron (P) và Penetron Admix (A) đã được kiểm tra để xác định hệ số khuếch tán CO₂ theo GOST 31383-2008: Bảo vệ bê tông và kết cấu bê tông cốt thép chống lại sự ăn mòn so với mẫu đối chứng (K).

Sau khi các mẫu được chuẩn bị và bảo dưỡng trong 28 ngày, chúng được tiếp xúc với hút mao dẫn trong 19 ngày, vớt mẫu và để trong điều kiện làm khô có kiểm soát trước khi bắt đầu thử nghiệm. Các mẫu được giữ trong buồng CO₂ được kiểm soát trong 14 ngày, với các thông số: nồng độ CO₂ là (10±5)% theo thể tích, độ ẩm không khí tương đối là (75±3)% và nhiệt độ là (20±5)°C. Các phép xác định trung gian được thực hiện trong vòng 7 ngày. Sau đó, lấy mẫu ra khỏi buồng, tách mẫu và xử lý bằng dung dịch phenolphthalein 0.1% cồn. Hình 1-3 dưới đây thể hiện trực quan các mẫu sau khi sử dụng phenolphthalein.

Hình 1: Các mẫu có Penetron ở 14 ngày (P)



Hình 2: Các mẫu có Penetron Admix ở 14 ngày (A)



Hình 3: Mẫu đối chứng ở 14 ngày (K)



Bảng 1 dưới đây tóm tắt về độ sâu cacbonat hóa và hệ số khuếch tán hiệu quả của kết quả CO₂ thu được trong quá trình thử nghiệm cacbonat hóa được mô tả ở trên.

Bảng 1: Kết quả thử nghiệm cacbon hóa

Mẫu	Hệ số khuếch tán của CO ₂ (D'cm ² /s)	Độ sâu cacbonat hóa trung bình (mm)	
		7 ngày	14 ngày
Đối chứng (K)	1.10 x 10 ⁻⁴	7.2	10.1
Xử lý bằng Penetron (P)	0.30 x 10 ⁻⁴	1.22	3.72
Xử lý bằng Penetron Admix (A)	0.19 x 10 ⁻⁴	1.15	3.0

Thí nghiệm ảnh hưởng của chu kỳ đóng – tan băng và khả năng kháng sunfat

Các mẫu được xử lý bằng Penetron Admix được thử nghiệm trên cơ sở các phương pháp gia tốc theo các khuyến nghị trong Phương pháp bảo vệ bê tông trong điều kiện tiếp xúc với sunfat và so với các mẫu đối chứng không được xử lý. Sau khi các mẫu được chuẩn bị và bảo dưỡng trong 2 ngày, chúng được tiếp xúc với hút mao quản trong 19 ngày, vớt mẫu và để trong điều kiện làm khô có kiểm soát trong 7 ngày trước khi bắt đầu thử nghiệm.

Kiểm tra chu kỳ đóng – tan băng: Sau khi số lượng chu kỳ đóng – tan băng thay đổi được thiết lập cho loại bê tông đối chứng (37 chu kỳ), theo GOST 10060, đối với đường và lớp phủ sân bay, sự mất khối lượng của các mẫu không được vượt quá 3% và duy trì tỷ lệ cường độ. Bảng 2 dưới đây chứa các kết quả đã thu được.

Bảng 2: Kết quả kiểm tra chu trình đóng – tan băng

STT	Mẫu đối chứng: Cường độ nén (MPa)		Mẫu xử lý Penetron Admix: Cường độ nén (MPa)	
	Mẫu thử	Mẫu chính	Mẫu thử	Mẫu chính
1	47.03	58.32	60.56	59.84
2	50.86	56.81	59.03	59.49
3	50.11	57.47	60.87	61.84
4	49.73	55.51	61.33	61.70

Kiểm tra Sunfat: Các mẫu được ngâm trong nước xâm thực 12 tuần. Lượng tương đối của các ion SO_3 xâm thực, tính bằng g/g, được hấp thụ bởi bê tông (QSO_3^b) được đo sau 3, 6, 9 và 12 tuần và được vẽ thành đồ thị dưới dạng hấp thụ ion sunfat của bê tông theo thời gian so với độ bền sunfat được chấp nhận của đường cong tham chiếu. Nếu đường cong nằm dưới đường cong tham chiếu, bê tông được coi là bền sunfat và có thể được sử dụng cho bê tông tiếp xúc với nồng độ ion SO_4^{2-} không quá 2,000 mg/l. Bảng 3 dưới đây tóm tắt các kết quả thu được.

Bảng 3: Kết quả kiểm tra sunfat

Mẫu	Hấp thụ ion sunfat (QSO_3^b)				Tổng ion sunfat hấp thụ (%)
	3 tuần	6 tuần	9 tuần	12 tuần	
Đối chứng	0.0048	0.0048	0.0049	0.0051	6%
Xử lý bằng Penetron Admix	0.0048	0.0048	0.0048	0.0048	Hằng số (0%)

Tổng kết

Đường bê tông được xử lý bằng Penetron Admix sẽ tồn tại lâu hơn và ít cần bảo dưỡng do tính chất không thấm của bê tông được xử lý bằng Penetron Admix. Bê tông không thấm đã được chứng minh là có khả năng chống lại quá trình cacbonat hóa, chu trình đóng – tan băng, sự ăn mòn và sự tấn công của sunfat, làm cho nó trở thành một giải pháp bền vững và lâu dài.

Thử nghiệm cacbonat hóa: Các kết quả thử nghiệm và tính toán đã chỉ ra rằng các mẫu bê tông, với lớp bê tông bảo vệ 20mm, đảm bảo tính toàn vẹn của cốt thép trong kết cấu bê tông trong một khoảng thời gian nhất định.

- Mẫu xử lý bằng Penetron (P) = 80 năm
- Mẫu xử lý bằng Penetron Admix (A) = 105 năm
- Mẫu đối chứng (K) = 35 năm

Điều này kết luận rằng bê tông được xử lý bằng Penetron sẽ tồn tại lâu hơn 70 năm so với bê tông không được xử lý khi tiếp xúc với cùng một môi trường dễ bị cacbonat hóa.

Kiểm tra chu kỳ đóng – tan băng: Kết quả thử nghiệm và tính toán đã chỉ ra rằng bê tông được xử lý bằng Penetron Admix đã tăng khả năng chống băng giá từ F200 lên F300 khi so sánh với mẫu đối chứng. Điều này có nghĩa là mẫu được xử lý bằng Penetron Admix có thể chịu được ít nhất một trăm chu kỳ đóng – tan băng. F300 là cấp độ cao nhất trong phân loại khả năng chống băng giá.

Kiểm tra khả năng kháng sunfat: Các kết quả thử nghiệm và tính toán đã chỉ ra rằng bê tông được xử lý bằng Penetron Admix có khả năng kháng sunfat cao hơn so với mẫu đối chứng và có thể được sử dụng trong môi trường xâm thực (sunfat) để cải thiện độ bền và kéo dài tuổi thọ của bê tông.

Tài liệu tham khảo

1. Stepanova, V. (2017). *Testing of Penetron waterproofing materials to determine CO2 diffusion permeability rate according to GOST 31383-2008 in comparison with unprotected concrete and issue of research appraisal*. NITs Stroitel'Stvo Research and Development Center
2. Teltayev, B. (2016). *Certificate on the use of Penetron Admix additive for the improvement of the quality of cement-and-concrete mixture and cement concrete*. Republic of Kazakhstan: Ministry for Investments and Development, Committee on Motor Roads, Scientific and Research Institute for Motor Roads Kazdornii.