

## SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÔNG NGHỆ TINH THỂ Thu hẹp khoảng cách giữa độ thấm và độ bền.

### GIỚI THIỆU

Ngành xây dựng đã có hơn 40 năm kinh nghiệm trong lĩnh vực chống thấm tinh thể. Chỉ cần thêm Penetron Admix, một phụ gia chống thấm tinh thể, vào bê tông đã giúp ngành xây dựng làm nên các công trình có kết cấu bền vững và tiết kiệm trong khoảng thời gian ngắn hơn, kéo dài đến hơn 60 năm.

Khi bê tông được xử lý với sản phẩm Penetron admix, bê tông đã có thể tự phục hồi và hàn gắn các vết vi nứt, lỗ rỗng, chống lại sự xâm thực của nước. Kết quả là bê tông sẽ được chống thấm toàn diện cũng như là có khả năng chịu đựng áp lực thủy tĩnh cao và kháng các loại hóa chất khác có độ pH trong khoảng từ 3 đến 11.

Thách thức được đặt ra là biện pháp chống thấm và bảo vệ bê tông phải được thay tận mắt thì mới tin được rằng nó thực sự hiện hữu.

### THÍ NGHIỆM VÀ KẾT QUẢ

Mục đích chính của bản báo cáo này là để cho thấy bằng chứng về tinh thể phát triển trong khối bê tông, làm giảm sự thấm thấu của bê tông và tăng độ bền một cách tổng thể.

### KIỂM CHỨNG THỰC TẾ

Bê tông bị nứt có chứa Penetron Admix sau khi bảo dưỡng trong nước 6 tháng và được kiểm nghiệm dưới kính hiển để kiểm chứng sự phát triển của tinh thể. Những hình ảnh dưới đây được lấy từ những mẫu giống nhau và khu vực bị nứt, nhưng dưới độ khuếch đại khác nhau (x100, x500, x1000). Chúng ta có thể thấy rõ là những tinh thể hình kim đã hình thành, kết nối lại và tự hàn gắn vết nứt. Tinh thể không chỉ xuất hiện trong khu vực bị nứt mà còn xuất hiện trong toàn bộ khối bê tông.



Hình 1 & 2: Tinh thể phát triển bên trong vết nứt bê tông (hình trái chụp phóng đại x100, hình phải chụp phóng đại x500)



Hình 3: Tinh thể phát triển bên trong vết nứt bê tông (hình chụp phóng đại x1000)

### KIỂM TRA ĐỘ THẨM THẤU

Qua một loạt các biện pháp thử nghiệm, sự giảm thấm thấu một cách hiệu quả của sản phẩm Penetron Admix đã được công nhận. Biện pháp thử nghiệm DIN 1048:5 đã thẩm định độ thấm thấu của nhiều mẫu bê tông dưới áp lực nước 72,5 PSI trong khoảng thời gian 72 giờ. Sau khi hoàn thành thử nghiệm, những mẫu bê tông được lấy ra khỏi thiết bị thử độ thấm và cắt ra ở giữa, và độ sâu thâm nhập của nước thấm vào bê tông được đo và đánh dấu. Các kết quả được tóm tắt trong bảng dưới đây.

**Bảng 1: Kết quả kiểm tra độ thấm nước theo tiêu chuẩn DIN 1048:5**

Mẫu thử	Tối đa chiều sâu thấm nước theo inch (mm)	Chiều sâu thấm nước trung bình theo inch (mm)
1P (có Penetron Admix)	Không có nước thấm qua	Không có nước thấm qua
2P (mẫu đối chứng)	1,026" (26 mm)	0,695" (18 mm)

Thử nghiệm tính thấm thấu thứ hai được thực hiện theo tiêu chuẩn ASTM D5084. Thử nghiệm bao gồm đo độ dẫn thủy của vật liệu xốp bão hòa với một thấm kế, sử dụng cả Phương pháp A (phương pháp kiểm tra cột đứng) và Phương pháp D (phương pháp thử tỷ lệ chảy).

Mẫu chưa được xử lý cho thấy độ dẫn thủy là  $2,1 \times 10^{-9}$  cm/giây, so với mẫu được xử lý bằng Penetron Admix có độ dẫn thủy là  $3,1 \times 10^{-11}$  cm/giây, được đo trong thời gian từ 40 đến 45 ngày. Điều này đã cho thấy mẫu được xử lý bằng Penetron Admix có độ dẫn thủy thấp hơn 68 lần so với mẫu không được xử lý.

Thử nghiệm tính thấm thứ ba được thực hiện theo phương pháp thử nghiệm của "the U.S. Army Corp of Engineers" CRD-C 48-92 là Phương pháp Thử nghiệm Tiêu chuẩn về tính thấm nước của bê tông. Các mẫu đã được xử lý bằng Penetron Admix được kiểm tra bằng cách đặt dưới áp lực nước 200 psi cho đến khi đạt lưu lượng không đổi. Tỷ lệ dòng chảy bình quân trong năm ngày thử nghiệm cuối cùng

được sử dụng để tính ra độ thấm nước trung bình. Các kết quả được tóm tắt trong bảng dưới đây.

**Bảng 2: Kết quả kiểm tra độ thấm nước theo tiêu chuẩn CRD-C 48-92**

	Mẫu đối chứng	Mẫu có xử lý Penetron Admix
Dòng chảy trung bình 5 ngày cuối (cm <sup>3</sup> /giờ)	0,052	0,009
Độ thấm nước trung bình (ft <sup>3</sup> /giây)/(ft <sup>2</sup> head/ft)	2,86 x 10 <sup>-12</sup>	4,82 x 10 <sup>-13</sup>

## KẾT LUẬN

Mục đích chính của bản báo cáo này là để thẩm định sự phát triển tinh thể trong bê tông như là kết quả của việc sử dụng Penetron Admix, chứng thực rằng cách mà Penetron Admix giảm độ thấm thấu cho bê tông, và xác định xem liệu độ bền của bê tông có bị ảnh hưởng.

Sau đây là những kết luận chính của năm báo cáo này:

- Khi bê tông có chứa Penetron Admix gặp nước, phản ứng hóa học được kích hoạt, hình thành nên các tinh thể không tan trong các vết vi nứt, lỗ hổng trong toàn bộ cấu trúc bê tông.
- Những tinh thể hình kim có thể được nhìn thấy rõ dưới kính hiển vi, cho thấy cách vết nứt được hàn gắn lại.
- Sự phát triển tinh thể trong bê tông đã giúp giảm độ thấm và giúp bê tông chống thấm hoàn toàn
- Thử nghiệm DIN 1048:5 đã cho thấy không có sự xâm nhập của nước khi mẫu thử nghiệm được xử lý với Penetron Admix dưới áp lực nước 72,5 psi (0.5 N/mm<sup>2</sup>) trong suốt thời gian 72 giờ, so với mẫu bê tông đối chứng cho thấy đã bị nước thấm sâu khoảng 0,695" (18mm).
- Thử nghiệm tính thấm nước theo tiêu chuẩn ASTM D5084 cho thấy mẫu được xử lý bằng Penetron admix có độ dẫn thủy đo được thấp hơn 68 lần so với mẫu đối chứng.
- Phương pháp thử nghiệm tiêu chuẩn CRD-C 48-92 về tính thấm nước của bê tông cho thấy mẫu được xử lý bằng Penetron admix có độ thấm thấp hơn 6 lần so với mẫu đối chứng.

Theo ACI 201.2R-01, "Độ bền của bê tông xi có măng-nước được định nghĩa là khả năng chống lại tác động của thời tiết, tấn công của hóa chất, mài mòn hoặc bất kỳ sự hư hại nào khác. Bê tông bền sẽ giữ được hình dạng ban đầu, chất lượng và khả năng phục vụ khi tiếp xúc với môi trường.

Bởi vì nước đóng một vai trò quan trọng trong các quá trình hóa học và vật lý diễn ra trong bê tông, bao gồm cả những quá trình cần thiết và quá trình gây hại, làm giảm tính thấm của bê tông sẽ dẫn đến giảm độ hư hại và tăng độ bền của bê tông. Penetron hiểu mối quan hệ giữa sự phát triển tinh thể, giảm tính thấm và độ bền của bê tông.

---

### **CÁC PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM THAM KHẢO**

1. Phương pháp thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM C39 và DIN 1048:5 (EN 12390-8): thử thấm, của Viện Professional Service Industries Inc.
2. Phương pháp thử nghiệm theo tiêu chuẩn ASTM D5084: Kiểm tra thấm trên mẫu có vật liệu và mẫu đối chứng, Ardaman & Associated Inc, ngày 12/02/2015.
3. Phương pháp thử nghiệm CRD0C 48-92: Thử thấm, Penetron TEC Services ngày 26/09/2016.
4. Tiêu chuẩn ACI 201.2R-01