

## КРИСТАЛОУТВОРЕННЯ PENETRON - це довговічність бетону

### Introduction

Історія кристалічної гідроізоляції налічує більше 50-ти років. Всього лишень використання кристалічної домішки до бетону Penetron Admix дозволяє знизити фінансові та трудові витрати забудовника та підвищити проектний термін експлуатації споруди на 60 і більше років.

Бетон із Penetron Admix набуває здатності до самозарощування пор, мікротріщин і капілярів з шириною розкриття до 0,5 мм із появою води. В результаті отримуєте бетон, який здатний протистояти навіть високому гідростатичному тиску та хімічним атакам в межах рН 3 - 11.

Невидимість такої гідроізоляції вселяє сумніви в її ефективності, допоки не побачиш результати на власні очі.

### Дослідження та Результати

Основним завдання цього дослідження було показати наочно роботу кристалічних матеріалів в бетоні, що забезпечують надійну гідроізоляцію, хімічних захист та підвищує довговічність бетону та проектний термін його експлуатації.

### Візуальне підтвердження

Бетонні зразки з Penetron Admix, що містять тріщини, були занурені у воду на 6 місяців та досліджені під мікроскопом на предмет кристалоутворення. Фото демонструють один і той самий зразок із різним збільшенням x100, x500 та x1000. Очевидно, що тріщини зарощуються голчастими кристалами. Кристали ростуть не лише в тріщинах і капілярах, а в цілому в усій матриці бетону, ущільнюючи та зміцнюючи її.



Фото 1 100-кратне збільшення

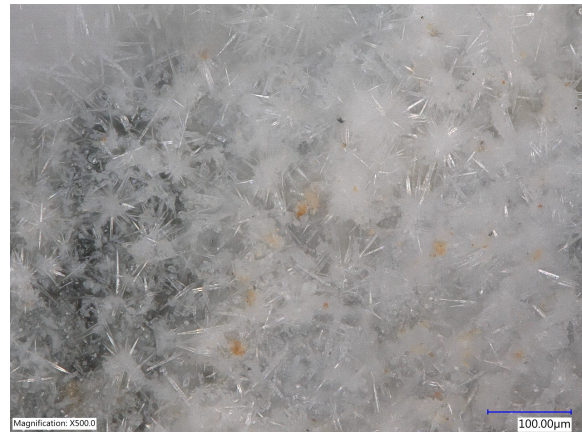


Фото 2 500-кратне збільшення

Фото 1 та 2: Ріст кристалів в розтрісканому бетоні



Фото 3: Ріст кристалів при 1000-кратному збільшенні

### Тест на проникність

Ефективність Penetron Admix в питаннях зниження проникності бетону підтверджується результатами багатьох тестів.

Тест на проникність DIN 1048:5 передбачає поміщення бетонних зразків в умови постійного гідростатичного тиску силою 500 МПа (0.5 N/мм<sup>2</sup>) протягом 72 годин. Після цього зразки розрізаються навпіл і оцінюються глибина проникнення води всередину. Результати приведені в Таблиці 1.

Таблиця 1: DIN 1048: 5 Результати тестування на водонепроникність

Зразок	Максимальний рівень проникнення води (мм)	Середній рівень проникнення води (мм)
1P (Penetron Admix додано)	Відсутнє проникнення	Відсутнє проникнення
2P (Контрольний зразок)	26 мм	18 мм

Наступний тест на проникність був проведений у відповідності до Стандарту ASTM D5084. Тест полягає у вимірюванні рівня водонепроникності бетону за допомогою пермеаметру. Дослідження проводить одночасно двома методами: Метод А передбачає постійний тиск води, Метод В передбачає постійну швидкість потоку води.

Контрольний зразок показує рівень водонепроникності  $2.1 \times 10^{-9}$  см/сек, в той же час зразок із Penetron Admix показав  $3.1 \times 10^{-11}$  см/сек, обидва заміри були зроблені від 40 по 45 день. Результати говорять про зниження водонепроникності бетону з Penetron Admix в 68 разів.

Третій тест провели у відповідності із вимогами Стандартів Співки Інженерів США U.S. Army Corp of Engineers метод CRD-C 48-92. Контрольний зразок та зразок із додаванням Penetron Admix були піддають сталому тиску 1380 МПа доки вода не стане виходити постійним потоком. До розгляду беруться результати останніх 5 днів випробувань та приведені в Таблиці 2.

Таблиця 2: CRD-C 48-92 Результати тестів на водонепроникність

	Контрольний зразок	Зразок із Penetron Admix
Середня швидкість потоку за останні 5 днів (см <sup>3</sup> /год)	0.052	0.009
Середня проникність (см <sup>3</sup> /сек)	8,09 x 10 <sup>-13</sup>	13,6 x 10 <sup>-14</sup>

## Висновок

Метою цих досліджень було показати ріст кристалів в середині бетону як результат роботи Penetron Admix, що доводить позитивний вплив Penetron Admix на скорочення проникності бетону та підвищення його довговічності.

## Основні результати:

- Коли в бетон із Penetron Admix потрапляє вода, запускається процес кристалоутворення в порах, капілярах та мікротріщинах.
- Голчасті кристали чітко видно під мікроскопом. Крім того, візуалізується поетапний процес зарощування та з'єднання всіх волосяних тріщин та капілярів.
- Такий процес ущільнює структуру бетону, а значить скорочує його водонепроникність. Як результат - довговічність бетону підвищується, збільшується проектний термін служби конструкції.
- Тест DIN 1048:5 показав відсутність проникнення води в бетонний зразок під тиском води в 500 Мпа протягом 72 годин, в той час як контрольний зразок показав проникнення на 18 мм.
- Тест ASTM Standard D5084 показав зниження водонепроникності зразку із Penetron Admix в порівнянні з контрольним зразком в 68 раз
- Тест CRD-C 48-92 показав, що бетон з Penetron Admix в 6 разів менш проникний для води, ніж контрольний зразок.

У відповідності до Стандарту АСІ 201.2R-01 “Довговічність гідробетону визначається через його здатність протистояти погодним умовам, хімічним атакам, стиранню та іншим формам руйнування. Довговічний бетон зберігає свою первісну форму, якість та експлуатаційні характеристики не зважаючи на умови експлуатації”

Так як вода відіграє ключову роль у всіх хімічних та фізичних процесах, що відбуваються в бетоні, в тому числі в процесах руйнування, зниження водонепроникності забезпечує зниження руйнування, а значить збільшення довговічності бетону.

Penetron розуміє та керує цією взаємозалежністю між ростом кристалів, зниженням водонепроникності та збільшенням довговічності.

## Джерела інформації

1. Report of Results for ASTM C39 and DIN 1048:5 (EN 12390-8):Water Permeability, Professional Service Industries Inc.
2. Report of Results for ASTM Standard D5084: Permeability Tests on Treated and Untreated Concrete, Ardaman & Associated Inc, 12 February 2015.
3. Report of Results for CRD-C 48-92:Water Permeability, Penetron Permeability Testing, TEC Services, 26 September 2016.
4. АСІ 201.2R-01