

Риженко Є.В., д.т.н. Шишкін О.О.,

Криворізький національний університет, Україна

АНАЛІЗ ВЛАСТИВОСТЕЙ САМОВІДНОВЛЮВАНОВОГО БЕТОНУ

Звернувши свою увагу на бетон – один із найміцніших будівельних матеріалів, треба вказати, що й він згодом руйнується, особливо якщо на його поверхні утворюються тріщини. Вода, що потрапляє в них, розширюючись при замерзанні, робить тріщини глибше і ширше, а солі, вуглекислий газ та інші хімічні речовини, що містяться в навколишньому середовищі, довершують цей процес.

Ремонт бетонних споруд вимагає чималих засобів та часу, і часто виявляється малоефективним. Незважаючи на деякі недоліки, замінити бетон матеріалом з такими ж перевагами та технічними характеристиками поки що неможливо.

Тому в основі досліджень та експериментів над бетонами лежать спроби нівелювати такі його мінуси, як усадка, нестійкість до зовнішніх впливів, ймовірність поширення тріщин та деформацій.

Проаналізувавши цю сферу можна виявити що один із таких напрямків сучасних розробок - пошук гнучкого бетону, що самолікується, який ефективно протистоятиме деформаціям і зможе відновлюватися при будь-яких впливах.

Самовідновлюваний бетон – це загальна назва різних сучасних розробок та інноваційних рішень, покликаних змінити структуру матеріалу, зробити його здатним до відновлення та стійкості до різних впливів. Сучасні виробники пропонують великий вибір бетонних сумішей, але розчини, що

самовідновлюються, поки ще знаходяться в стадії розробки і активно в будівництві не застосовуються.

Розглянемо види самовідновлюваних бетонів, які можуть стати популярними і найчастіше застосовними в майбутньому, а також їх переваги та недоліки.

Полімерні латки – це спеціальне покриття на бетонні моноліти, що складається з полімерних капсул. Принцип роботи матеріалу: поверхню бетонного моноліту покривають речовиною з мікрокапсулами з полімером, а коли з'являються тріщини, капсули розкриваються і заповнюють поглиблення рідкими полімерами, під ультрафіолетом полімер застигає і повністю відновлює міцність бетону. Результати відновлення вражають, але полімерне покриття зберігає цілісність лише протягом одного року.

Бактерії-реставратори - це еластичний бетон, що самозагоюється завдяки бактерії роду *Bacillus*. Принцип дії такий: у бетон додали гранули біорозкладного пластику з лактатом кальцію та спорами бактерій, які поглинають його. Спори багато років зберігають життєздатність, не змінюючи властивості бетону, знаходячись в гранулах. Коли з'являються тріщини, волога розчиняє гранули, бактерії прокидаються, поглинають лактат кальцію і виділяють кальцит (вапняк), який заповнює порожнечі, скріплюючи краї тріщин. Ці бактерії можуть знаходитись в «сплячому» стані роками, не будучи при цьому чутливими до особливостей навколишнього середовища, включаючи температуру повітря. Активуються вони лише тоді, коли порушена структура бетону. Для людини такі бактерії нешкідливі. В умовах лабораторії бактерії успішно загоювали тріщини до 0.5 міліметрів, а зараз вони випробуються у реальних умовах та розробляються методи зниження вартості матеріалу який коштує на 50% більше, ніж звичайний цемент.

Гнучкий бетон демонструє міцність на рівні сталевих арматур та гнучкість у 2 рази вище за звичайний матеріал. Еластичний бетон у складі має полімерне мікрОВОлокно, яке надає гнучкість моноліту і посилює адгезію його з поверхнею, що покривається. Композитний матеріал міцніший і легший, що

особливо актуально в дорожньому будівництві та зведенні висоток. Перші типи гнучких бетонів отримали кілька десятиліть тому, вони працюють на ковзанні матеріалів (у той час, як звичайна суміш передбачає твердіння компонентів і втрату еластичності), у зв'язку з чим деформації, що сприяють руйнуванням, відсутні. Коштує такий матеріал у 3 рази більше за звичайний.

Великі тріщини і вибоїни, які видно в напівзруйнованому бетоні, починалися як крихітні розломи і тріщини на поверхні. Через них в бетон проникає вода і кисень, створюючи ідеальне середовище для корозії металевого армування. Коли метал всередині бетону іржавіє, то починає розширитися, посилюючи тиск на навколишній бетон і приводячи до подальшого розтріскування.

Тому першим кроком до створення самовідновлювального бетону є вирішення проблеми контролю та мінімізації розмірів тріщин.

Внутрішня поверхня морських черепашок називається перламутром, вона сама по собі також складається з дуже крихкого матеріалу. Перламутр має свій секрет, який полягає в його структурі, що складається з шарів. Така структура дозволяє шарам рухатися і ковзати один над одним, надаючи дуже крихкому матеріалу здатність вести себе як пластичний.

Бетон, який самосцілюється, має багато вкритих мікрОВОЛОКОН, які дозволяють бетону злегка зрушуватися і деформуватися при перевантаженні. Такі дуже маленькі рухи всередині роблять бетон схожим на метал, який еластичний.

Виходячи з аналізу, ефективність «живого» бетону практично доведена, але належить вирішити завдання зниження собівартості, витрати на виробництво якого, поки що можуть виявитися набагато більшими в порівнянні з традиційним будівельним розчином. Однак висока вартість матеріалу, напевно, не буде важлива замовникам споруд, для яких можливість руйнувань і протікань критична. Це підводні та підземні споруди, віадуки та висотні будівлі.