

Література:

1. URL: <https://works.doklad.ru/view/V3I4pAQLPy8.html>
2. URL: <https://dovidka.biz.ua/vikoristannya-sonyachnoyi-energiyi/>
3. URL:
4. <https://alternative-energy.com.ua/uk/sonyachna-energiya-ta-%D1%97%D1%97-vikoristannya/>
5. URL: <http://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/412EA6CC-EF6F-4FBC-AAAA-220024617284.pdf>

ПРИНЦИПИ РОБОТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ САМОВІДНОВЛЮЮЧОГО БЕТОНУ

Залогіна А. С., студентка 4 курсу Архітектурно-художнього інституту

Письмак Ю. О., старший викладач, дійсний член Інженерної академії України

Одеська державна академія будівництва та архітектури

Бетон є одним з найміцніших і поширених матеріалів в будівництві. Вже багато десятиліть з нього зводять як малоповерхові будівлі висотою від декілька поверхів, так і багатоповерхові споруди, хмарочоси. «Ще попередники стародавніх римлян використовували кам'яний штучний матеріал з в'язучими та іншими компонентами у будівництві доріг, фундаментів» [1, с. 9]. Але впродовж часу бетон здатний до руйнування, на його поверхні можуть утворюватися тріщини, які збільшуються та розширюються при замерзанні в них води й вологи. Також наявність арматури призведе до корозії, через що зруйнується уся структура будівлі.

Ремонт бетонних споруд вимагає чималих засобів та часу, і часто виявляється малоефективним. Тому дослідники з різних країн задалися питаннями щодо надійних та економічних способів відновлення таких поверхонь. Найбільший інтерес на сьогоднішній день викликають розробки, спрямовані на самовилікування бетону.

Мікробіологами Хенком Джонкерсом та Еріком Шлангеном з Технологічного університету Делфта в Нідерландах протягом кількох років проводилися дослідження на новому типі бетону із властивістю автоматичного відновлення. В результаті роботи винахід отримав назву Biosconcrete (Біобетон) та здатність зцілювати свої тріщини за допомогою заповнення їх бактеріями. «Спочатку дослідники включили рід бактерій під назвою *Bacillus* всередину біорозкладних капсул разом із харчовою добавкою лактатом кальцію, потім змішали їх із цементом. Після того, як вода досягає цих капсул, мікроби бактерій виходять зі стану спокою і розмножуються за допомогою лактату кальцію, який потім перетворюється на кальцит (чистий вапняк) та допомагає заповнити тріщини. Доктор Джонкерс повідомляє, що Біобетон здатний зцілювати тріщини завширшки 0,5 мм у лабораторних умовах» [2]. Джерелом живлення бактерій спочатку розглядався цукор, але з його додаванням суміш бетону була занадто м'якою та слабкою. Зрештою, Джонкерс вибрав саме

лактат кальцію, помістивши бактерії та лактат кальцію в капсули, виготовлені з пластику, здатного до біорозкладання, і додавши капсули у вологу бетонну суміш.

Південнокорейські фахівці з університету Юнсей також запропонували використовувати спеціальне покриття для бетону, яке складається з полімерних капсул. Принцип роботи цих капсул полягає у наступних етапах:

- Бетонна поверхня обробляється покриттям, що містить мікрокапсули, заповнені спеціальною полімерною речовиною (а);
- З появою тріщин капсули розкриваються, а рідкі полімери їх заповнюють (б);
- Під дією ультрафіолетового сонячного проміння речовина твердне і відновлює міцність бетону (в).

Принцип роботи наведений на рис. 1:

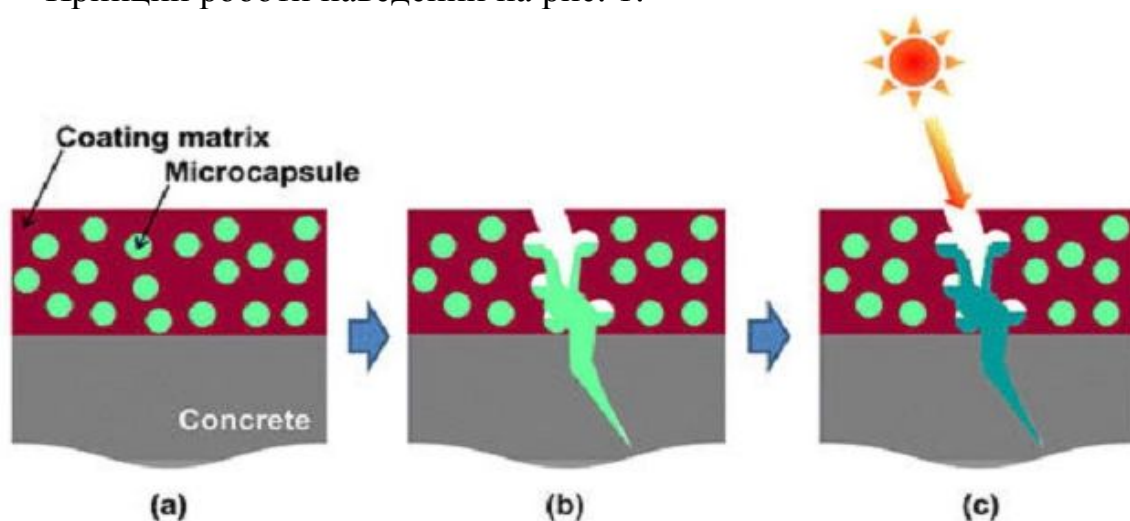


Рис. 1. Принцип дії капсул у самовідновлюючому бетоні

Дослідницькі роботи продемонстрували феноменальність: експериментуючи, вчені обробили зразки бетону полімерним складом, нанесли на них глибокі подряпини та виклали на сонці. При скануванні зразків електронним мікроскопом вдалося побачити розкриття мікрокапсул і вилив з них рідини, яка через кілька годин заповнила порізи і зробила поверхню знову цільною та твердою. За результатами експерименту вчені прийшли до висновку, що новий бетон характеризується більшою стійкістю до агресивних зовнішніх факторів (води, солі, пилу тощо).

Вчені Ерік Шланген та Хенк Йонкерс з Голландії, займаючись аналогічним питанням, пішли іншим шляхом. Вони закликали на допомогу бактерії роду *Bacillus* (рис. 2). А дослідниками з Технологічного університету Делфта був створений «живий» бетон, в який були додані гранули з біорозкладного пластику зі спорами бактерій та лактатом кальцію – речовиною, якою харчуються ці мікроорганізми (рис. 3).

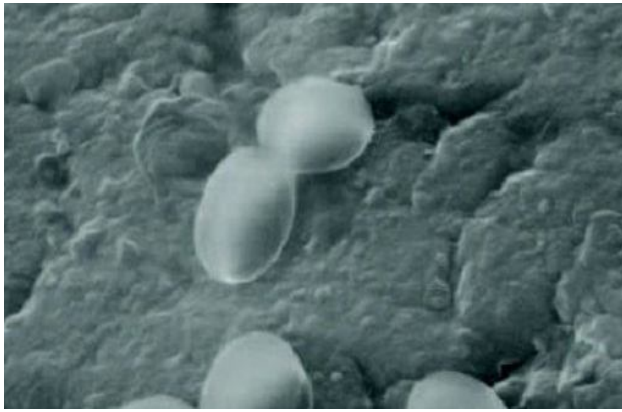


Рис. 2. Бактерії *Bacillus* (фото зроблено під мікроскопом)

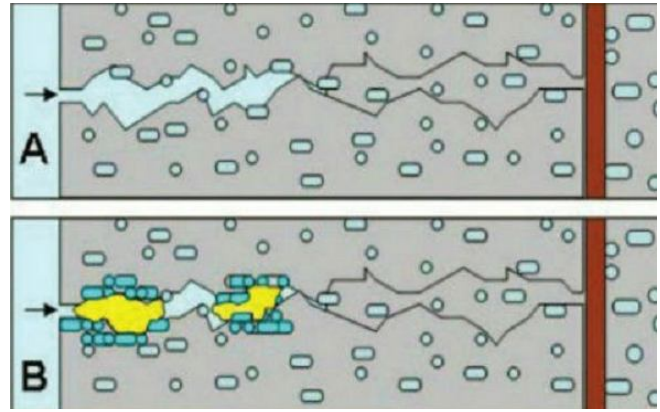


Рис. 3. Тріщини, які заповнені кальцитом

Потрібно відзначити, що подібний матеріал особливо актуальний для будівництва в сейсмічно небезпечних районах, де в конструкціях споруд часто з'являються дрібні тріщини, і на територіях із підвищеною вологістю та великою кількістю опадів – наприклад, на півдні Далекого Сходу, де часто йдуть косі дощі. Бактерії заповнюватимуть пори цементного каменю, і в нього потрапить менше води.

На сьогоднішній день зростає актуальність застосування у будівництві бетону, здатного до самовідновлення. «Глобальне використання бетону повсюдно. Якщо крихітні тріщини можна було б автоматично усунути при першому запуску, при цьому вони б не переросли у більші проблеми, які потребують ремонту або заміни. Це звучить науково-фантастично, але це реальне рішення серйозної проблеми в будівельній галузі» [3], – констатував Німа Рахбар, доцент цивільної та екологічної інженерії та провідний автор статті. «У дослідженні Рахбара, натхненному процесом перенесення CO_2 в природі, використовується карбоангідраза (CA), фермент, знайдений в еритроцитах, який швидко переносить CO_2 з клітин у кровотік. Фермент CA, який додається до бетонного порошку перед його змішуванням і заливкою, діє як каталізатор, який змушує атмосферний CO_2 утворювати кристали карбонату кальцію, матриця яких подібна до бетону. коли в ферментативному бетоні утворюється невелика тріщина, фермент всередині бетону з'єднується з CO_2 в повітрі, викликаючи ріст нової матриці, яка заповнює тріщину» [3].

Застосування самовідновлюючого бетону планують у розумному мінімісті *Vleutech park* у Лас-Вегасі (рис. 4).

Площа об'єкта становить 210 акрів (0,8 кв.км). На території парку запропоновано побудувати функціональні будівлі з нульовим енергоспоживанням, автономні транспортні засоби, приміщення додаткової реальності, простори IoT, робототехнічні лабораторії, «супердерева» (на прикладі «дерев» у Сингапурі, які забезпечують енергію міста та здатні до процесу газообміну). Основним конструкційним матеріалом буде самовідновлюючий бетон.



Рис. 4. Проект Vleutech park у Лас-Вегасі

«Житлова частина Vleutech Park пропонує інвесторам ультра-розкішний житловий простір, послуги футуристичного готелю на 3000 осіб та басейн зі штучно створеними хвилями. Всі будівлі парку будуть побудовані з бетону, що самовідновлюється, і повітропроникних матеріалів. Серед інших інновацій: система підлогових покриттів, яка збиратиме та повторно використовуватиме кінетичну енергію. Ресурси для опалення, охолодження, освітлення та подачі електричного струму збиратимуться на місці, а 33 «супер-дерева» сформують систему вертикального озеленення. На конструкціях для захоплення сонячної енергії розмістять спеціальне фотоелектричне скло. При будівництві парку використовують безпілотні літальні апарати, а робітників забезпечать пристроями, що носяться, і роботизованою технікою. Як захід безпеки в парку встановлять системи біометричного контролю. Vleutech Park Properties прогнозує, що проект створить понад 25 тисяч робочих місць.

Висновок. За словами професора ДСФУ Романа Федюка, бетон залишається матеріалом №1 у світовому будівництві, адже відповідає необхідним вимогам: він дешевий, міцний та універсальний. Сучасні експерименти щодо бетону, здатного до самовідновлення, наглядно демонструють його відповідність міжнародним трендам у будівництві, де існує запит на подібні «живі» матеріали, які мають здатність до самодіагностики та самовідновлення. Завдяки їм можна уникнути чи скоротити технічно складні та дорогі ремонтні процедури.

Джерела ілюстрацій:

Рис. 1-3. <https://beton-house.com/novosti/samovosstanavlivayushhijsya-beton>

Рис. 4. <https://zen.yandex.ru/media/id/5d6632b12f1e4409e4e40b6e/pervyi-v-mire-umnyi-minigorod-postroiat-iz-samovosstanavlivaiuscegosia-betona-5d68cc5a05fd9800ad701a19>

Література:

1. Акулин В. А. Применение бетона в строительстве // Наука и образование сегодня. 2019. № 3 (38). С. 9–10.
2. Самовосстанавливающийся бетон будет доступен для строительства в 2016 году [Електронний ресурс]. Режим доступу: (https://hi.dn.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=58951&catid=52:world&Itemid=150). Дата звернення: 10.11.21
3. Researchers develop self-healing concrete that can fill its own cracks in 24 hours [Електронний ресурс]. Режим доступу: (<https://www.designboom.com/technology/self-healing-concrete-fills-cracks-in-24-hours-06-15-2021/>). Дата звернення: 10.11.21

РОЗВИТОК «ЗЕЛЕНОЇ ЕКОНОМІКИ» ПЕРСПЕКТИВИ ТА РИЗИКИ

Красовський Д. О., студент 2 курсу магістратури, навчально-наукового інституту економіки і управління

Бурлуцька С. В., д-р. екон. наук, професор кафедри економіки праці та менеджменту

Національний університет харчових технологій

Загальноприйнятого визначення “зеленої” економіки немає. Експерти Організації ООН з охорони навколишнього середовища (UNEP) пропонують найбільш широке розуміння цього поняття, розглядаючи "зелену" економіку як господарську діяльність, “ яка спрямована на зростання добробуту суспільства та соціальних гарантій та одночасне зменшення екологічних ризиків та дефіцитів [1].

Як відомо, стійкий розвиток передбачає системну зв'язків трьох компонентів – економічного, соціального та екологічного. Останнім часом широкий громадський резонанс отримала концепція «зеленої економіки», яка активно обговорюється як економістами, так і політиками, і громадськими діячами та включає в себе ідеї багатьох інших напрямів економічної науки та філософії, так чи інакше пов'язаних із проблемами сталого розвитку. Деякі дослідники взагалі стверджують, що саме «зелена» економіка «здатна стабілізувати економічні системи та збалансувати інтереси людини, природи та ефективного використання ресурсів»[2].

Виходячи з отриманих відомостей про «зелену» економіку, можна припустити, що ж чекатиме людство в майбутньому. За оцінкою Європейської економічної комісії ООН, на сьогоднішній день близько 120 млн. осіб не мають доступ до чистої питної води. Вже 2025 року мільярд людей житиме у країнах із абсолютним дефіцитом води, а до 2050 року кількість людей, які відчувають нестачу води, буде набагато більше. Також залишається глобальна проблема зростання обсягів викиду парникових газів. Щороку у світі гине 12-15 мільйонів гектарів лісів. Упродовж останніх 50 років деградували близько 60% екосистем лісових ресурсів. З огляду на деградації довкілля збільшується кількість хвороб людини. Згідно з новими оцінками ВООЗ, у 2019 році