

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ БУДІВНИЦТВА. НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ,
КОНСТРУКЦІЇ ТА МАТЕРІАЛИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА,
РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ВІДНОВЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД**

УДК 625.7/.8

МАГНІТНИЙ БЕТОН ДЛЯ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ

Автор – Аміна Абдул¹, студ. гр. АДА-19

Науковий керівник – доц. каф. автомобільних доріг, геодезії та землеустрою

Юлія Балашова²

¹aminaanita954@gmail.com, ²balashova.yuliia@pdaba.edu.ua

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

Екологія стає однією з важливих складових у багатьох галузях промисловості. Будівництво тут не виключення – будівельні компанії охоче йдуть назустріч сучасним віянням і використовують технології, які максимально знижують шкідливий вплив на природу в процесі будівництва та експлуатації об'єктів. Екологічні, «зелені» методики будівництва набирають все більшої популярності, і ця тенденція у сфері будівництва буде тільки посилюватися найближчим часом.

Індуктивна зарядка для електромобільності досліджується протягом тривалого часу. Швейцарська компанія Holcim співпрацює з баварським стартапом Magment для вдосконалення властивостей намагніченого бетону для дорожніх покриттів, що дозволить заряджати електромобілі під час руху [1].

Це конкретне рішення, відоме як «індуктивна зарядка», зменшує потребу в зарядних станціях, заощаджуючи час. Технологія стала можливою завдяки бетону з високою магнітною проникністю, який був спільно розроблений дослідницькими групами Holcim і Magment.

Цей вид бетону міцний, дуже стійкий до корозії та екологічно безпечний, із магнітними властивостями. Його можна використовувати, як дорожнє покриття, на якому буде можливо безконтактно заряджати електромобілі [2].

При індуктивному заряджанні є котушки (первинна та вторинна) на дорозі та збоку автомобіля, які під час заряджання розташовані якомога ближче одна до одної. Ці дві котушки відокремлюються повітряним зазором. Цей зазор зазвичай становить 8–16 см. Під час заряджання струм протікає через первинну котушку, створюючи магнітне поле, яке індукуює струм у вторинній котушці. У цьому процесі є втрати ефективності, але вони напрочуд невеликі. У той час, як процес заряджання за допомогою кабелю має ефективність близько 95 %, для індуктивного заряджання наразі реальна ефективність приблизно 80–85 %, а мета – понад 90 %.

Вирішальне значення для технології мають ферити, тобто металеві матеріали, які в основному складаються із заліза, нікелю та оксиду цинку.

Частинки фериту з переробленого матеріалу феритової промисловості та електронного брухту використовуються як магнітний агрегат. Матеріал замінює не повні магнітні котушки, а тільки їх сердечники з магнітом'якого фериту. Вони утворюють і посилюють магнітне поле. Ферити зазвичай складаються з крихкої кераміки і не відрізняються високою механічною стійкістю.

Німецький стартап змішує мелені феритові сердечники, виготовлені з переробленого матеріалу, з цементною сумішшю, щоб зробити котушки ще більш стійкими. Такі котушки занурюються в землю і підключаються до електромережі. Пізніше все це закривається намагніченим бетоном, який проводить струм від котушок. Загалом 87 % нового бетону складається з намагніченого матеріалу. За словами виробника, суміш бетону та магнітних частинок можна легко інтегрувати в існуючі будівельні процеси.

Використання магнітного бетону для автомобільних доріг є одним із перспективних напрямків розвитку властивостей цього матеріалу. Він може використовуватися як дорожнє покриття, включаючи асфальтові та бетонні дорожні покриття, а також як основа для дорожнього покриття.

Переваги використання магнітного бетону для автомобільних доріг:

1. Поліпшена видимість дорожнього покриття. Магнітний бетон може бути виготовлений з використанням яскравих пігментів, які забезпечують покращену видимість дорожнього покриття та підвищують безпеку дорожнього руху.

2. Будучи дорожнім покриттям і зарядним модулем, який заряджає транспортні засоби безконтактно, магнітний бетон є таким же міцним, як і класичне дорожнє покриття. При цьому він зберігає свої механічні структурні властивості. Ефективність передачі енергії становить 95%. Бетон можна застосовувати для безконтактної зарядки електромобілів під час руху по існуючих дорогах і автомагістралях, а також на автобусних зупинках та багатоповерхових автостоянках.

3. Зменшення шуму та вібрації. Магнітний бетон має високу акустичну ізоляцію, що дозволяє знизити рівень шуму і вібрації від автомобілів, що проїжджають.

4. І останнє, але не менш важливе, короткі маршрути транспортування матеріалу та цементу відповідають за низький слід CO², оскільки обидва постачаються від місцевих дилерів. Інші фактори забезпечують енергозберігаюче виробництво. Виробники покладаються на максимально грубий розмір зерен, тому для зменшення розміру матеріалу потрібно мало енергії. Енергія для ущільнення бетону навіть зовсім не потрібна, оскільки бетон самоущільнюється. Термічна обробка або енергія спікання також не

потрібні. Крім уже згаданих властивостей, за заявою виробника, бетон має низьку пористість. Він не потребує обслуговування, недорогий і захищений від вандалізму. Крім того, він сумісний з будь-якою конструкцією на основі цементу, а завдяки своїй низькій щільності також може використовуватися для приймальної котушки в електромобілях. Його інгредієнти доступні практично в необмеженій кількості і не перевищують допустимі концентрації шкідливих для здоров'я речовин.

Недоліки використання магнітного бетону для автомобільних доріг:

1. Висока вартість. Магнітний бетон є дорогим матеріалом, порівняно з традиційними матеріалами для дорожнього покриття. Електрифікація цілих автомагістралей за допомогою індукційних котушок буде доволі коштовною за ціною за 1 км від 1 до 2,5 мільйонів євро.

2. Обмежений вибір розмірів. Магнітний бетон має обмежений вибір розмірів, що може створювати труднощі при проектуванні та будівництві.

3. Складність монтажу. Монтаж магнітного бетону потребує спеціальної технології та обладнання, що може ускладнювати його використання на дорогах.

4. Необхідно спеціальне обладнання для обслуговування.

Більшість виробників транспортних засобів ще не готові до нової технології. Hyundai була першою автомобільною компанією, яка оголосила, що в майбутньому оснастить деякі моделі індукційною зарядкою. Великі виробники автомобілів працюють над індукційною технологією, але більшість, як наприклад BMW, роблять ставку, покладаючись на бездротову зарядку в гаражі власного дома.

Компанія Magment вже розробила бездротові зарядні станції для електросамокатів. Самокати паркуються в бетонній ямці, звідки подається заряд на 85 кГц з відстані 10–15 см. Приймач, у вигляді котушки, повинен встановлюватись в металевій коробці на днищі автомобіля, автобуса чи скутера. Для автомобіля коробка буде приблизно 25×25 см, коли для електросамокатів лише 5×5 см. Матеріал можна застосувати для зарядки електромобілів, як статично, так і динамічно. Magment описує динамічну зарядку, як найперспективнішу технологію безконтактної зарядки під час водіння. «Ця місія є справжнім кроком на шляху до динамічної бездротової зарядки», – пояснює Маурісіо Есгуерра, генеральний директор Magment [3].

В Індіані (США) будують тестові треки для електромобільності. Департамент транспорту Індіани та Університет Пердью з міста Вест-Лафайет в майбутньому виконають випробування намагніченого бетону у реальних умовах. Спочатку невелику ділянку дороги побудують біля кампусу. Наступним кроком буде створення ділянки довжиною чверть милі. На ній будуть їздити електровантажівки, які потребують щонайменше 2 000 кВт. Якщо цей тест також буде позитивним, третім

кроком буде використання матеріалу для бездротової зарядки транспортних засобів на поки що невідомій ділянці дороги загального користування в Індіані [4].

Список використаних джерел

1. Magnetisierbarer Beton für Strassenbeläge. (2022). URL: <https://www.bauinnovationen.ch/holcim-will-betonbelaege-fuer-induktives-laden-von-e-autos-entwickeln/>
2. Holcim will Betonbeläge zum Aufladen von Elektromobilen entwickeln. (2022). URL: <https://www.swissinfo.ch/ger/alle-news-in-kuerze/holcim-will-betonbelaege-zum-aufladen-von-elektromobilen-entwickeln/47241652>
3. Magnetischer Beton - Lösung für zunehmende Elektromobilität. (2021). URL: <https://www.meistertipp.de/aktuelles/news/magnetischer-beton-loesung-fuer-zunehmende-elektromobilitaet>
4. Holcim-Beton soll E-Fahrzeuge aufladen. (2022). URL: <https://punkt4.info/social-news/news/holcim-beton-soll-e-fahrzeuge-aufladen.html>