

2. Carpio M., Zamorano M., Costa M. Impact of using biomass boilers on the energy rating and CO₂ emissions of Iberian Peninsula residential buildings. 2013. *Energy and Buildings*. Vol. 66. Pp. 732–744.
3. Yılmaz M., Bakış A. Sustainability in Construction Sector. 2015. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol. 195. Pp. 2253–2262.
4. Dodd N., Cordella M., Traverso M., Donatello S. Level(s) – A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings. 2017. Part 3: How to make performance assessments using Level(s). 213 p.
5. Doan D. T., Ghaffarianhoseini A., Naismith N., Zhang T., Ghaffarianhoseini A., Tookey J. A critical comparison of green building rating systems. 2017. *Building and Environment*. Vol. 123. Pp. 243–260.

УДК 625.7/.8

ЗАСТОСУВАННЯ БАР'ЄРНИХ ОГОРОДЖЕНЬ З МЕТАЛЕВИХ ТРОСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ НА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРОГАХ

Федорук І. С.¹, студент; Шелудяков Д. А.², студент;
Балашова Ю. Б.³, к. т. н., доц.

Придніпровська державна академія будівництва та архітектури

¹ 20113-ada.fedoruk@365.pdaba.edu.ua; ² 20119-ada.sheludiakov@pdaba.edu.ua;

³ balashova.yuliia@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Актуальність забезпечення безпеки дорожнього руху зростає, і це пояснюється збільшенням кількості автомобілів на дорогах. Протягом багатьох років основними системами безпеки були напівжорсткі огорожувальні бар'єри загального використання. Однак, з часом стандарти залишалися незмінними, тоді як вимоги до безпеки руху постійно зростають. Це створило можливість для впровадження нових інноваційних технологій забезпечення безпеки руху на дорогах [1]. Ринок перенасичений різноманітними та складними системами, що ускладнює вибір і обґрунтування доцільності їх використання. Проте, варто розглянути, чи дійсно ці нові рішення принесли очікувані результати [2].

Мета дослідження. Дослідити ефективність бар'єрних огорожень з металевих тросів (WRSB), зосереджуючись на їх впливі на безпеку дорожнього руху та реакцію на удари, зокрема в контексті змін напруги тросів, температурних варіацій та виявлення потенційних проблем за допомогою систем моніторингу.

Результати дослідження. Протягом понад двадцятирічного періоду в Австралії застосовуються бар'єрні огороження з металевих тросів (WRSB), і їх конструкція та установка значно поліпшилися. Нині стандартом є наявність чотирьох тросів, які мають натяг понад 20 кН, з гнучкими опорами на відстані близько 2,5 метра [3]. Проведені випробування визначили, як функціонують бар'єри в умовах експлуатації та як реагують транспортні засоби на зіткнення. Процес обслуговування бар'єрів залишається маловивченим. Питання впливу натягу тросів на зміни з часом, температурними коливаннями та внаслідок зіткнень залишається відкритим [4]. У південній частині Австралії на тросовому бар'єрі було встановлено прилад, який неперервно вимірює ці параметри. У межах проекту забезпечення дорожньої безпеки було заплановано встановлення WRSB протягом 2,3 км вздовж центру ділянки дороги Willunga Hill у Віктор-Харбор [5]. Це стало першою установкою WRSB на центральній смузі існуючої чотирьохсмугової дороги в Південній Австралії. Ця ділянка має обмеження швидкості

100 км/год, де рухається 10 200 автомобілів на добу, має нахил 8,5 % та ряд горизонтальних кривих. Перед установкою бар'єру, у період 2006–2010 років сталося шість ДТП, одне з яких призвело до смерті та інші – до серйозних травм [6]. Для забезпечення ефективності WRSB необхідно здійснювати регулярне обслуговування. Натяг тросів потрібно періодично перевіряти, щоб переконатися, що він знаходиться в прийнятних межах. Після зіткнення необхідно перевірити напругу, але це може бути складно через те, що транспортний засіб, який спричинив подію, може від'їхати з місця. Встановлена система моніторингу дозволяє постійно контролювати напругу і віддалено перевіряти її стан. Для вимірювання напруги кожного троса використовується методика, що базується на тензодатчику, який прикріплений до нього. Цей тензодатчик з'єднаний з придорожнім комп'ютером, який збирає дані та може передавати їх до управління дорожнім рухом через мобільний зв'язок. Також доступ до даних можна отримати за допомогою мобільного телефону. Встановлена система постійно моніторить напругу та температуру.



Рис. Загальний вид бар'єрного огородження з металевих тросів (WRSB)

У січні 2013 року відбулися значні зміни в цих показниках. Протягом періоду від 11 до 46 °C напруга в тросах коливалася між 9,5 і 22 кН. Після кількох місяців експлуатації системи було виявлено, що троси були встановлені з недостатнім натягом, що не відповідало стандартам. Вирішено збільшити напругу згідно з рекомендаціями виробника, враховуючи вплив температури. Різні постачальники дали різні результати, хоча вони використовували один і той же трос. За отриманими результатами були вжиті заходи для корекції напруги [3].

Висновки. Досліджено ефективність системи захисних бар'єрних огорожень з металевих тросів (WRSB) для забезпечення безпеки руху на автомобільних дорогах. За допомогою цих бар'єрів можна зменшити ризик ДТП та мінімізувати пошкодження транспортних засобів та травми водіїв і пасажирів внаслідок ударів. Ключовою частиною ефективної роботи цих бар'єрів є постійний моніторинг та обслуговування, включаючи перевірку натягу тросів та виявлення збоїв системи. Такий підхід дозволяє підтримувати безпеку руху на дорозі на високому рівні і реагувати на потенційні проблеми швидко та ефективно.

Список використаних джерел

1. Loukaitou-Sideris A., Ehrenfeucht R. Sidewalks : Conflict and Negotiation over Public Space (2009). MIT Press. DOI: <https://doi.org/10.7551/mitpress/7423.001.0001>. ISBN electronic: 9780262255462. URL: <https://direct.mit.edu/books/book/3831/SidewalksConflict-and-Negotiation-over-Public>

2. Urban Street Design Guide. National Association of City Transportation Officials (NACTO). 193 p. URL: https://www.metamorphosis-project.eu/sites/default/files/downloads/Urban_Street_Design_Guide_NACTO.pdf
3. Transportation research. No. E-C215, November 2016. Roadside Safety Design and Devices International Workshop. March 26, 2015. Melbourne, Australia. E-C215_Cover1 [Converted] (trb.org)
4. Jeff Speck. Walkable City Rules : 101 Steps to Making Better Places. Island Press Washington, DC, 2019. ISBN 978-1-61091-899-2. DOI: <https://doi.org/10.5822/978-1-61091-899-2>; URL: <https://link.springer.com/book/10.5822/978-1-61091-899-2>
5. Guozhu Cheng, Rui Cheng, Yulong Pei, Juan Han. Research on Highway Roadside Safety. *Journal of Advanced Transportation*. 2021. Vol. 2021, Article ID 6622360. 19 p. URL: <https://downloads.hindawi.com/journals/jat/2021/6622360.pdf>
6. Wire rope barriers shown to reduce serious crash incidence by up to 87% (2016). URL: <https://www.ipwea.org/blogs/intouch/2016/03/16/wire-rope-barriers-shown-to-reduce-crash-incidence-by-up-to-87>

УДК 625.7/.8

ІННОВАЦІЇ В ДОРОЖНЬОМУ БУДІВНИЦТВІ: САМОВІДНОВЛЮВАЛЬНІ БЕТОНИ

Чепурна К. О.¹, студентка; Балашова Ю. Б.², к. т. н., доц.
Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
kara.naw.law.2004@gmail.com; balashova.yuliia@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. Використання самовідновлювальних бетонів у дорожньому будівництві є інноваційною технологією, що покращує якість дорожнього покриття та зменшує витрати на технічне обслуговування у майбутньому. Цей матеріал може відновлювати свою структуру після пошкодження, мінімізує витрати на ремонт, зміцнює дорожнє покриття та прискорює процес обслуговування.

Мета дослідження. Обґрунтування можливостей, обмежень та переваг самовідновлювального бетону на основі досліджень, спрямованих на поліпшення якості та ефективності матеріалів для дорожнього будівництва.

Результати дослідження. Самовідновлювальний бетон (Self-Healing Concrete – SHC) зменшує потребу у ремонті тріщин, обмежуючи витрати матеріалів. Він здатний самостійно відновлювати тріщини, що зменшує необхідність у ремонті та підвищує довговічність конструкцій, обмежуючи корозію арматури та деградацію бетону. Самовідновлювальний бетон використовує спеціальні матеріали, такі як капсули або волокна з ремонтними розчинами, для самовідновлення. Механізми самовідновлення включають аутогенне відновлення, автономні бактерії та автономні капсули. Аутогенне самовідновлення (Autogenic self-healing – ASH) – це здатність бетону автоматично відновлювати тріщини у вологому середовищі без наявності напруги розтягування [1]. Це важливо для подовження терміну служби та підвищення міцності бетонних конструкцій. Фізичні, хімічні та механічні фактори сприяють аутогенному самовідновленню. Фізичні фактори включають розширення цементної матриці навколо тріщини під дією поглинання води. Хімічні – включають реакцію цементу з водою та осадження карбонату кальцію. Механічний ефект полягає в заповненні тріщин дрібними частинками. Використання пуцоланових мінералів покращує аутогенну здатність бетону до самовідновлення, використовуючи їх як додаткові цементні