

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

10-ї Міжнародної науково-технічної конференції

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**



20-22 листопада 2024 року, м. Харків

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF RAILWAY TRANSPORT

**Тези доповідей 10-ої Міжнародної
науково-технічної конференції**

**«ПРОБЛЕМИ НАДІЙНОСТІ ТА ДОВГОВІЧНОСТІ
ІНЖЕНЕРНИХ СПОРУД І БУДІВЕЛЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

Abstracts of the 10th International Scientific and Technical Conference

**«RELIABILITY AND DURABILITY OF RAILWAY TRANSPORT
ENGINEERING STRUCTURES AND BUILDINGS»**

Харків 2024

Kharkiv 2024

10-а Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми надійності та довговічності інженерних споруд і будівель на залізничному транспорті», Харків, 20-22 листопада 2024 р.: Тези доповідей. - Харків: УкрДУЗТ, 2024. - 225 с.

Збірник містить тези доповідей науковців вищих навчальних закладів України та інших країн, підприємств транспортної та будівельної галузі за трьома напрямками: залізниці, автомобільні дороги, промисловий транспорт і геодезичне забезпечення; будівельні конструкції, будівлі та споруди; будівельні матеріали, захист і ремонт конструкцій та споруд.

10th International Scientific and Technical Conference "Reliability and durability of railway transport engineering structures and buildings" Kharkiv, November 20-22, 2024: Abstracts. - Kharkiv: UkrSURT, 2024. - 225 p.

The proceedings include abstracts of presentations by researchers from higher education institutions in Ukraine and other countries, as well as representatives of enterprises in the transport and construction industries. The topics are organized into three main areas: railways, highways, industrial transport, and geodetic support; building structures, buildings, and facilities; and construction materials, including the protection and repair of structures and facilities.

© Український державний університет залізничного транспорту, 2024

© Ukrainian State University of Railway Transport, 2024

Враховавши виявлені зауваження процес нанесення торкрету продовжили. Оцінка міцності на розтяг (адгезія до поверхні) після забезпечення належного технологічного регламенту перевищила проектні величини більше за 1,5 МПа.

[1] Валовой О. І., Попруга Д. В. Міцність контактних швів підсиленних залізобетонних конструкцій. Дороги і мости: зб. наук. пр. Київ: ДерждорНДІ, 2009. Вип. 11. С. 57-65.

[2] Мазурак А. В., Ковалик І. В., Михайлечко В. О., Калітовський В. М. Міцність контактних швів під час ремонту чи підсилення бетонних елементів. Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: теорія та практика будівництва. Львів. НУ «ЛП», 2013. № 755. С. 249-254.

[3] Пшінько О. М., Краснюк А. В., Громова О. В. Вибір матеріалів для ремонту та відновлення бетонних та залізобетонних конструкцій транспортних споруд з урахуванням критерію сумісності: монографія. Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2015. – 195 с.

[4] [Andrii Mazurak](#), [Ivan Kovalyk](#), [Vasyl Mykhailechko](#), [Justyna Sobczak-Piastka](#) Strength of joints of concrete abutment surfaces [Author & Article Information](#). *AIP Conf. Proc.* 2077, 020041-1–020041-7 (2019) <https://doi.org/10.1063/1.5091902>

УДК 666.972.2:691.32:662.61

ВИКОРИСТАННЯ БІОВУГІЛЛЯ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОЇ СКЛАДОВОЇ ЦЕМЕНТНИХ КОМПОЗИЦІЙ ТА БЕТОНІВ

USE OF BIOCHAR AS AN ALTERNATIVE INGREDIENT OF CEMENT COMPOSITIONS AND CONCRETES

к.т.н. О.Т. Мазурак¹, д.т.н. У.Д. Марущак², к.т.н. Р.А. Мазурак¹

¹*Львівський національний університет природокористування(м. Львів),*

²*Національний університет «Львівська політехніка»*

O.T. Mazurak¹ Ph.D., U.D. Marushchak² Ph.D. D.Sc. Eng., R.A. Mazurak¹, Ph.D

¹*Lviv National University of Nature Management (Lviv),*

²*Lviv Polytechnic National University*

Результати статистичних та наукових досліджень свідчать, що виробництво портландцементу, який вважається основним матеріалом для будівництва, складає 0,08 світових викидів CO₂ [1-3]. Реалізація підходів до зменшення викидів парникових газів та сприяння досягненню цілі «вуглецевої нейтральності» полягає в тому, що для будівництва необхідно розглянути альтернативні матеріали з низькими показниками викидів карбонвмісних сполук, зокрема CO₂ [1, 4].

Різні матеріали відрізняються здатністю поглинати сполуки карбону. Будівлі, сконструйовані з матеріалів, що містять біовугілля, можуть роками бути поглиначами вуглецю, тоді як інші матеріали (сталь, або бетон) не сприяють його вловлюванню [4, 5].

Тип вихідної сировини для біомаси та умови піролізу можуть мати значний вплив на властивості біовугілля. Крім того, умови та параметри процесу

(температура, швидкість, тиск) піролізу, можуть впливати на структуру утвореного біовугілля [4, 6].

Всезростаючим на сьогодні є перелік видів біовугілля з піролізованої, гідролізованої, або ж газифікованої біомаси, як потужних екологічних адсорбентів різного походження та призначення, що володіють високопористою структурою та великою площею поверхні [1-5, 9].

Вплив додавання біовугілля на характеристики портландцементних композитів повністю ще не вивчено. Дослідження [7] доводять, що заміна більше 5% маси бетону біовугіллям недоцільна, оскільки це негативно впливає на розвиток міцності. Концепція вловлювання та затримування карбонових сполук [4 - 8] в є перспективною та корисною, проте постає питання впливу поглиненого/адсорбованого CO_2 на проблеми довговічності конструкції, викликані карбонізацією в залізобетоні.

Мета-аналізом [8] досліджено вплив додавання біовугілля на 7- та 28-денну міцність на стиск композитів з портландцементу на основі спостережень типу сировини, умов піролізу, попередньої обробки та модифікації, дозування біовугілля та типу твердіння. Біовугілля, отримане з сировини рослинного походження (крім рису та листяної деревини), покращило 28-добову міцність на стиск портландцементних композитів (на 3–13 %). Позитивним на 2–7% також був вплив додатку біовугілля (< 2,5% від маси в'язучого), за температури піролізу вище 450°C та швидкістю нагрівання близько 10 C хв^{-1}) та звичайних методів твердіння.

Вивчення росту карбонізованих мікрочастинок у цементних композитах знайшли відображення у роботах [6, 7]. Спостерігали покращення фізичних властивостей цементного розчину, армованого волокнами, коли поліпропіленові волокна покриваються мікрочастинками біовугілля. Природні неорганічні та органічні відходи використовувались як альтернативні матеріали в будівельній промисловості: розпилену золу спалювання, мелений гранульований доменний шлак, золу-винесення пальмової олії, кремнезем і золу рисового лушпиння, деревини, соломи, інші добавки [6-9, 12]. У дослідженнях [13] представлено розробку екологічно чистого, повністю безцементного в'язучого (потрійної суміші з золи рисового лушпиння, птиці та паперового шламу з покращеними механічними характеристиками після 28 днів тверднення ($37,92 \text{ МПа}$)) шляхом змішування пуцоланових та високолужних матеріалів з органічних відходів, комбінованим застосуванням механічної та хімічної активації.

Розроблення та виробництво безцементних в'язучих матеріалів як повністю з відходів, так і частково з побічних матеріалів (відходів) із властивостями, як у звичайного цементу, може допомогти у зниженні негативного впливу виробництва цементу на довкілля, а також зменшенні обсягів відходів, що відправляються на звалища.

[1] Zhang Y. Biochar as construction materials for achieving carbon neutrality. Biochar, 2022. Vol. 4 , P. 59.

[2] Habert G, Miller SA, John VM та інші (2020) Environmental Impact and Decarbonization Strategies in the Cement and Concrete Industry. Nat Rev Earth Environ 1. P. 559–573.

- [3] M. Afshar a, Saeed Mofatteh. Biochar for a sustainable future: Environmentally friendly production and diverse applications: review article. Results in Engineering. Vol. 23, September 2024. P. 102433.
- [4] L. Wang et al. Biochar as green additives in cement-based composites with carbon dioxide curing. Journal of Cleaner Production. Vol. 258, 10 June 2020. P. 120678.
- [5] G. Churkina et al. Buildings as a global carbon sink. Nat. Sustain., 3, 2020, pp. 269-276.
- [6] S. Gupta, H.W. Kua. Factors determining the potential of biochar as a carbon capturing and sequestering construction material: critical review. J. Mater. Civ. Eng., 29 (9) (2017), P. 04017086.
- [7] Sachini Supunsala Senadheera et al. Application of biochar in concrete – A review. Cement and Concrete Composites. Vol. 143, October 2023. P. 105204
- [8] Zhihao Zhao et al. Biochar affects compressive strength of Portland cement composites: a meta-analysis[J]. Biochar, 2024, 6(1). P. 2121.
- [9] P.D. Dissanayake et al. Sustainable gasification biochar as a high efficiency adsorbent for CO₂ capture: a facile method to designer biochar fabrication. Renew. Sustain. Energy Rev., 2020, 124. P. 109785.
- [10] H. Maljaee et al. Effect of cement partial substitution by waste-based biochar in mortars properties. Constr. Build. Mater., 2021. 301. P. 124074.
- [11] Salim Barbhuiya et al. Biochar-concrete: A comprehensive review of properties, production and sustainability. Case Studies in Construction Materials. Volume 20, July 2024, e02859.
- [12] Jhon Cárdenas-Pulido et al. Engineering behavior of ambient-cured geopolymer concrete activated by an alternative silicate from rice husk ash. European Journal of Environmental and Civil Engineering. Volume 27, 2023 - Issue 15.
- [13] Sarah Kadhim et al. . Development of ternary blend cement-free binder material for construction. European Journal of Environmental and Civil Engineering, 2024. Vol. 28. Issue 12.

УДК 666.972

НИЗЬКОВУГЛЕЦЕВІ САМОУЩІЛЬНЮВАЛЬНІ ФІБРОАРМОВАНІ БЕТОНИ НА ОСНОВІ НАНОМОДИФІКОВАНИХ ЦЕМЕНТУЮЧИХ СИСТЕМ

LOW-CARBON SELF-COMPACTING FIBER-REINFORCED CONCRETE BASED ON NANOMODIFIED CEMENTITIOUS SYSTEMS

*к.т.н., доц. Б.Г. Русин¹, д.т.н., проф. М.А. Саницький¹,
к.т.н., доц. Н.І. Сидор¹, аспірант Т.С. Кропивницький¹
¹Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

*PhD. B. Rusyn¹, prof. M. Sanytsky¹,
PhD. N. Sydor¹, PhD student T. Kropyvnytsky¹
¹Lviv Polytechnic National University, Lviv*

Згідно зі стратегією низькоемісійного розвитку ЄС до 2030 року необхідно скоротити обсяги викидів парникових газів на 50-55 % порівняно з показником 1990 року. Для України слід дотримуватися європейських концепцій, зокрема Green Deal (Європейський “зелений” курс). Одним із напрямків зменшення парникових газів є одержання низькоемісійних бетонів. У передових країнах ЄС викиди CO₂ знижені до 83,4 кг CO₂ на 1 т бетону, що на 19,1% нижче від середнього рівня 103,1 кг CO₂ на 1т бетону [1]. При виробництві монолітних густоармованих конструкцій значний інтерес представляє технологія самоущільнювальних бетонів (Self-Compacting Concretes) [2]. Такі бетони у