МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

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

[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. Русин[1], д.т.н., проф. М.А. Саницький[1],
к.т.н., доц. Н.І., Сидор[1], аспірант Т.С. Кропивницький[1]
[1]Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

PhD. B. Rusyn[1], prof. M. Sanytsky[1],
PhD. N. Sydor[1], PhD student T. Kropyvnytsky[1]
[1]Lviv Polytechnic National University, Lviv

Згідно зі стратегією низькоемісійного розвитку ЄС до 2030 року необхідно скороти 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 CO_2 знижені до 83,4 кг CO_2 на 1 т бетону, що на 19,1% нижче від середнього рівня 103,1 кг CO_2 на 1т бетону [1]. При виробництві монолітних густоармованих конструкцій значний інтерес представляє технологія самоущільнювальних бетонів (Self-Compacting Concretes) [2]. Такі бетони у

будівництві зазвичай є більш вартісними та менш екологічними порівняно із традиційними бетонами.

Відповідно до низьковуглецевої концепції запропоновано новий тип самоущільнювальних бетонів, зокрема Eco-SCC або Green SCC [3]. Даний екобетон характеризується пониженим вмістом портландцементу, відповідно і цементного тіста, а це у свою чергу призводить до зниження в'язкості та розшаровування бетонної суміші. Для збільшення в'язкості при виробництві Eco-SCC показано можливість використання вапняку [4].

М. Урбаном [6] запропоновано уточнення терміну Eco-SCC - самоущільнювальний бетон, об'ємний вміст цементуючих матеріалів якого становить не більше 100 $дм^3/м^3$ або масовий вміст не більше 315 $кг/м^3$. При цьому показник GWP (Global Warming Potential) знижується від 296 до 155 кг $CO_2/м^3$ при середній міцності бетону на стиск через 28 діб тверднення 77,1-32,1 МПа. Разом з тим, використання у самоущільнювальних бетонах чистоклінкерного цементу CEM I визначає зміну показника клінкер-інтенсивності від 6,20 до 7,93 кг клінкеру/(МПа $м^3$). Тому виникає необхідність проведення подальших досліджень самоущільнювальних бетонів із пониженим клінкер-фактором.

Високі показники реологічних властивостей бетонних сумішей, а також ранньої та марочної міцності низьковуглецевих самоущільнювальних бетонів досягається шляхом використання наномодифікованих цементуючих систем «портландцемент - мікронаповнювач - суперпластифікатор – наномодифікатор – лужний прискорювач твердіння» [6]. Для приготування цементуючих систем використовували портландцемент CEM II/A-LL 42.5 R ПрАТ "Івано-Франківськцемент", для забезпечення реологічних властивостей – добавку суперпластифікатор нової генерації на основі етерів полікарбоксилатів з наноспроектованими ланцюгами MasterGlenium Ace 430. Як наномодифікатор та прискорювач тверднення використовували добавку X-SEED 100 (BASF) з синтетично отриманими CSH-наночастинками, високодисперсний вапняк – як мікронаповнювач, а сіль сульфату натрію як лужний прискорювач твердіння.

Розроблені самоущільнювальні бетонні суміші характеризуються наступними показниками згідно ДСТУ EN 206-2019: клас по розпливу SF2 (720 мм), час розпливу t_{500}=4,9 с, що відповідає класу вязкості VS2. При визначенні долаючої здатності бетонної суміші за допомогою блокуючого кільця встановлено клас SF_j2 (700 мм), а час розпливу t_{500j}=6,5 с. Проведеними дослідженнями міцності розроблених самоущільнювальних бетонів встановлено, що міцність на стиск через 2 доби тверднення становить 32,7 МПа, через 28 діб тверднення - 44,7 МПа (клас С25/30). За оцінкою питомої міцності f_{cm2}/f_{cm28}=0,73 дані бетони можна віднести до швидкотверднучих. При цьому вміст клінкеру в портландцементі складає 251 $кг/м^3$, клінкер інтенсивність – 5,61 кг/МПа $м^3$, а CO_2-інтенсивність становить 4,8 кг/МПа $м^3$.

Результати досліджень показали позитивний вплив армування полімерними волокнами самоущільнювальних бетонів на основі наномодифікованих цементуючих систем. При дослідженні ударної в'язкості розроблених бетонів встановлено, що питома енергія удару до появи першої тріщини через 28 діб

тверднення становить 1,08 та 1,05 Дж/см^3 у неармованому та армованому фіброю бетонах відповідно. Додавання 0,6 мас.% волокон збільшує питому енергію удару до повного руйнування зразків на 50,4% і становить 1,88 Дж/см^3.

Таким чином, низьковуглецеві самоущільнювальні фіброармовані бетони на основі наномодифікованих цементуючих систем відповідають вимогам Eco-SCC, дають можливість зменшити матеріаломісткість конструкції та трудові затрати на вкладання бетонної суміші, а також знизити негативний вплив на навколишнє середовище.

[1] The European Green Deal. (2020). Available online: https://eur-lex.europa.eu.
[2] Szwabowski J, Golaszewski J. (2010). Technologia betonu samozageszczalnego. Krakow, Stowarzyszenie Producentow Cementu, 160 p.
[3] Wallevik O.H, Mueller F.V, Hjartarson B, Kubens S. The green alternative of self-compacting concrete – ECO-SCC. 17th Ibausil, Weimar, 2009. B.1.P.1105-1116.
[4] Florian V. Mueller, Olafur H. Wallevik, Kamal H. Khayat, Linking solid particle packing of Eco-SCC to material performance, Cement and Concrete Composites, Volume 54, 2014, Pages 117-125, ISSN 0958-9465
[5] Urban M. Low cement content SCC (Eco-SCC) – the alternative for ready-mix traditional concrete. MATEC Web of Conferences, 2018. 163. P.01004
[6] Саницький М.А., Кропивницька Т.П.. Гев'юк І.М. (2021). Швидкотверднучі клінкер-ефективні цементи та бетони: Монографія. – Львів: вид-во «Простір-М», 206 с.

УДК.625.7/8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБАВКИ MASTER FIX НА МІЦНІСНІ ТА ДЕФОРМАЦІЙНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТІВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE MASTER FIX ADDITIVE INFLUENCE ON THE STRENGTH AND DEFORMATION CHARACTERISTICS OF THE SUBGRADE SOILS OF THE ROADS AND HIGHWAYS

канд. техн. наук В.О. Процюк[1], канд. техн. наук О.П. Шимчук[1], канд. техн. наук С.Я. Дробишинець
[1]Луцький національний технічний університет (м. Луцьк)

V.O. Protsiuk,[1] PhD (Tech.), O.P. Shymchuk,[1] PhD (Tech.), S.Y. Drobyshynets[1] PhD (Tech.)
[1]Lutsk Nation Technical University (Lutsk)

В дорожній галузі України досить актуальним питанням є капітальний ремонт та реконструкція автомобільних доріг IV та V категорій, так за протяжністю доріг цих категорій найбільше. Крім того, експлуатаційний стан цих автомобільних доріг суттєво не відповідає вимогам по рівності, колійності та міцності через значне недофінансування дорожньої галузі за останні десятиріччя.