

УДК 691.32

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2025.35.10>

РЕГУЛЮВАННЯ ПОРИСТОСТІ ДРІБНОЗЕРНИСТИХ БЕТОНІВ СУМІШШЮ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН

Шишкін Олександр Олексійович¹, Домнічев Андрій Олександрович²

¹ доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій,
Криворізький національний університет, Кривий Ріг, Україна,
e-mail: 5691180@gmail.com, orcid: 0000-0003-3331-1422

² аспірант кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій,
Криворізький національний університет, Кривий Ріг, Україна,
e-mail: 5691180a@gmail.com, orcid:0000-0001-5916-3160

Анотація. Дослідження структурних особливостей дрібнозернистих бетонів спрямоване на визначення спроможності регулювати пористість сумішшю поверхнево-активних речовин.

Мета полягає у визначенні впливу суміші поверхнево-активних речовин на пористу структуру дрібнозернистих бетонів. Для досягнення мети були поставлені такі завдання: провести експериментальні дослідження впливу суміші грубодисперсних та колоїдних гідрофільних поверхнево-активних речовин на величину пористості дрібнозернистого бетону.

Методологія. Дослідження базується на аналізі сучасних тенденцій у теорії формування структури дрібнозернистого бетону, вивченні наукової літератури, а також спостережень та практики випробувань зразків дрібнозернистого бетону відповідно до вимог стандартів.

Результати. Виявлено ключові аспекти впливу суміші поверхнево-активних речовин на величину порожнин у дрібнозернистому бетоні. Показано, що введення колоїдних гідрофільних поверхнево-активних речовин у воду в дуже низьких концентраціях призводить до ефекту гідрофільної гідратації, тобто зміни взаємодії між молекулами води. Гідрофільна гідратація у воді сприяє зменшенню пористої структури бетону. Розкрито основні принципи та інноваційні підходи до керування пористістю дрібнозернистих бетонів.

Наукова новизна. Визначено нові тенденції, що спрямовані на підвищення якості та ефективності дрібнозернистих бетонів, а саме керування їх пористістю сумішшю поверхнево-активних речовин. Доведено, що введення до складу дрібнозернистого бетону суміші гідрофільних поверхнево-активних речовин призводить до значної зміни кількості пор.

Практична значущість. Результати дослідження можуть бути використані у виготовленні високоякісних дрібнозернистих бетонів для проектування нових музейних та виставкових закладів, модернізації вже наявних, а також для покращення організації простору та забезпечення комфорту для відвідувачів.

Ключові слова: дрібнозернистий бетон, портландцемент, гідратація, модифікація, поверхнево-активна речовина, вода, пористість, карбонати.

ВСТУП

Виробництво бетону є однією з найважливіших складових частин будівельної галузі, яка суттєво впливає на розвиток та функціонування інших компонентів. Якісний бетон є одним з основних факторів промислового розвитку суспільства і його матеріального зростання. За попередніми оцінками потреба в бетоні для відновлення пошкоджених цивільних та промислових об'єктів зростає більш ніж удвічі. Бетон є одним з найважливіших будівельних матеріалів, який широко використовується у сучасному будівництві. Однак з часом його позитивні властивості можуть погіршуватися, що призводить до зниження якості будівельних робіт. Тому важливо знати можливі способи, які можуть привести до продовження збереження встановлених витратних властивостей цементу.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

За визначенням Х. Тейлора, композитні портландцементи являють собою гідравлічне в'язуче, що складається з продуктів подрібнення портландцементного клінкеру, добавок, що регулюють технологічні властивості цементного тіста й однієї або декількох мінеральних добавок. Найважливішими з них є доменний гранульований шлак, зола видалення, природні пуцолани, трепели, опока, мікрокремнезем. Як мінеральні добавки в портландцементях можуть використовуватися відходи багатьох виробництв або відвальні породи, що утворилися в кар'єрах під час відкриття основного покладу сировини. У вітчизняній літературі такі портландцементи отримали назву багатокомпонентні або композиційні.

Штучний камінь, який утворюється в процесі твердіння цементу, являє собою капілярно-пористе тіло. Тобто його обсяг пронизаний мережею пір різного розміру. Через ці пори глибоко в цементний (бетонний) камінь проникають компоненти агресивного середовища, які призводять до його руйнування. Тому вирішення питання регулювання пористості бетону, зокрема дрібнозернистого бетону, є досить актуальним.

Велика кількість досліджень присвячена вивченню властивостей композиційних портландцементів і їх впливу на якість одержуваних бетонів [2; 4–7].

Вважається, що наповнювачі також беруть участь у хімічних процесах, що відбуваються у разі гідратації і твердіння цементів, але їх взаємодія з продуктами гідратації цементу відбувається дуже повільно, тому їхній вплив на властивості цементу обмежується,

головним чином, за рахунок поліпшення його зернового складу [3]. До таких добавок належать і натуральні силікати кальцію і магнію (воластоніт, діопсид, ранкініт, дуніт), а також карбонати кальцію і магнію (вапняк, доломіт, доломітизовані вапняки, крейда).

Виготовлення цементу з декількох основних компонентів дозволяє оптимізувати властивості цементу за рахунок використання сильних сторін окремих компонентів і гальмування їх недоліків. Крім того, це дає виробнику високий рівень гнучкості у виборі матеріалу, змісті окремих компонентів, а також у виборі технології подрібнення цементу і параметрів процесу змішування компонентів. Так, у роботі [5] було вивчено вплив мікроструктури на фізичні властивості бетону, виготовленого шляхом заміни частини дрібнодисперсного заповнювача мінеральним порошком. Обережність, що проявляється виробниками цементу під час освоєння виробництва композиційних портландцементів, пояснюється насамперед слабким вивченням комбінованого впливу декількох одночасно введених мінеральних добавок на властивості цементів.

Питання про активну участь карбонатних добавок у хімічних процесах, що відбуваються у разі гідратації композитних портландцементів, досі залишається дискусійним. Зазвичай ці добавки відносять до наповнювачів. Під час їх можливої взаємодії з продуктами гідратації клінкерних мінералів вищевказані гідратні фази не можуть утворюватися, аж поки не з'явиться можливість взаємодії CaCO_3 з гідроалюмінатами кальцію з утворенням гідрокарбоалюмінату кальцію складу $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, що достовірно встановлено [3]. На думку авторів, гідрокарбоалюмінат кристалізується у вигляді шестигранних пластин, які швидко збільшуються в розмірах і перетворюються на кристалічні нарости, що утворюють на поверхні щільні скупчення частинок цементу і карбонату кальцію, що забезпечують підвищену міцність зчеплення.

У роботах [1; 8; 14] досліджується вплив додавання вапняку на механізми вилугування кальцію в матеріалах на основі цементу; в роботі [1] досліджується довговічність бетону з додаванням вапнякового порошку; в роботі [9] досліджується гідратація C_3A в присутності $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ і CaCO_3 .

Тільки в роботах [14–18; 20] були досліджені фізико-хімічні властивості бетонів на основі водних суспензій мікронаповнювачів із суперпластифікаторами, де як мікронаповнювачі використовувалися зокрема карбонати, але утворення пористості цементного каменю не вивчалось.

З огляду на результати роботи [19] було проведено дослідження щодо забезпечення рівномірності міцності дрібнозернистого бетону на основі модифікованого композитного цементу, який містив карбонати та суперпластифікатор [18], але також не досліджувалося утворення пористості цементного каменю.

МЕТА

Мета полягає у визначенні впливу суміші поверхнево-активних речовин на пористу структуру дрібнозернистих бетонів. Для досягнення мети були поставлені такі завдання: провести експериментальні дослідження впливу суміші грубодисперсних та колоїдних гідрофільних поверхнево-активних речовин на величину пористості дрібнозернистого бетону.

Методологія дослідження. Експериментальні дослідження проводились на лабораторних зразках, які виготовлялися та випробовувалися на повіреному обладнанні відповідно до чинних нормативних документів України з використанням стандартних методів випробувань.

Дослідження проводилося з використанням цементу СЕМ ІІ/В-С 400 ПАТ «Криворізький цемент», що містить 35% доменного гранульованого шлаку, та модифікаторів – гіперпластифікатора органічного походження Sika Plast-520, крейди. Як дрібнодисперсний заповнювач дрібнозернистого бетону використовувався поліфракційний річковий дніпровський пісок. Співвідношення дрібного заповнювача до цементу (за масою) становило 3:1.

Компоненти бетонної суміші відважували у кількості, визначеній планом експерименту, і перемішували масу протягом 4 хвилин. Суперпластифікатор вводили водним розчином з розрахунку потрібної кількості Sika Plast-520 на масу цементу. Дослідні зразки з розміром сторони 40x40x160 мм виготовлялися методом вібраційного формування. Одна частина зразків після витримання на повітрі протягом 3 діб продовжувала тверднути на повітрі, а інша частина – у воді.

Визначення впливу модифікаторів на твердіння цементного каменю на ранніх стадіях проводили на зразках дрібнозернистого бетону з W/C 0,5, 0,55 і 0,60. Як основний показник властивостей зразків бетону в експерименті була визначена їх пористість. Визначення цього показника здійснювалося за методикою відповідних Державних стандартів України.

Для спрощення і уточнення обробки результатів пористість бетону була перерахована у відносні одиниці (%).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Результати визначення пористості зразків цементного бетону на ранніх стадіях твердіння (7 діб) з $W/C = 0,50-0,60$ представлені на рис. 1 і рис. 2.

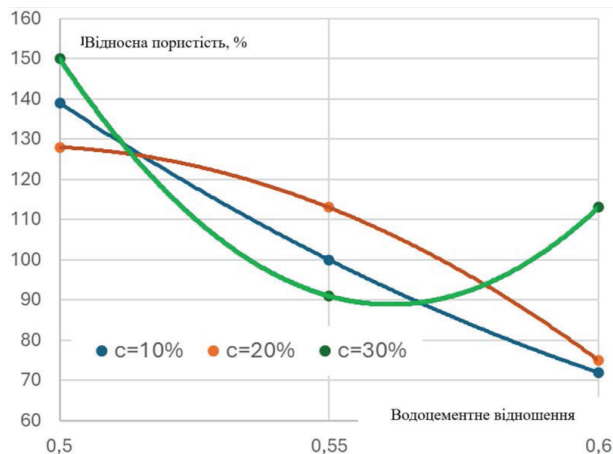


Рис. 1. Вплив водоцементного відношення на пористість бетону (C – вміст карбонату кальцію)

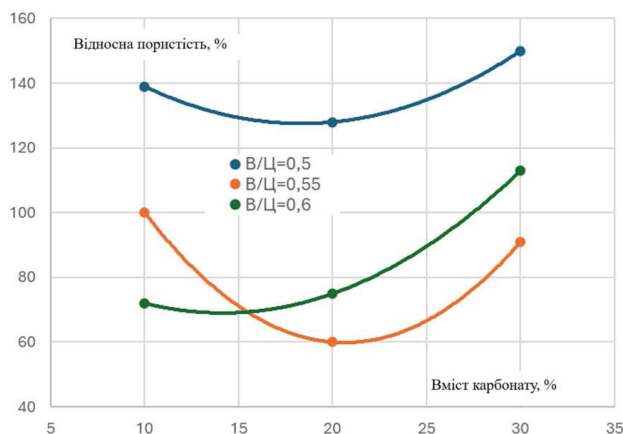


Рис. 2. Вплив водоцементного співвідношення на пористість бетону (B/C – водоцементне відношення)

Слід зазначити, що, як показують результати експериментів, ступінь впливу карбонату кальцію на пористість бетону залежить від величини водоцементного співвідношення. В рамках експерименту (за водоцементного відношення від 0,5 до 0,6) залежність величини пористості бетону від концентрації модифікатора (карбонату) має вигляд, близький до параболічної. При цьому є мінімальне значення пористості у разі концентрації модифікатора (карбонату) близько 20%. Однак здебільшого пористість залишається більше, ніж пористість бетону без карбонату.

Зазначене оптимальне значення вмісту карбонатів збігається з результатами визначення

впливу модифікатора карбонату на міцність бетону [18], який також має параболічний вид, що має максимальне значення міцності бетону за концентрації модифікатора 20%.

Введення у систему «портландцемент – карбонат» поверхнево-активної речовини, що забезпечує протікання гідратації гідрофільного типу [19], призводить до значного зниження пористості бетону (рис. 3).

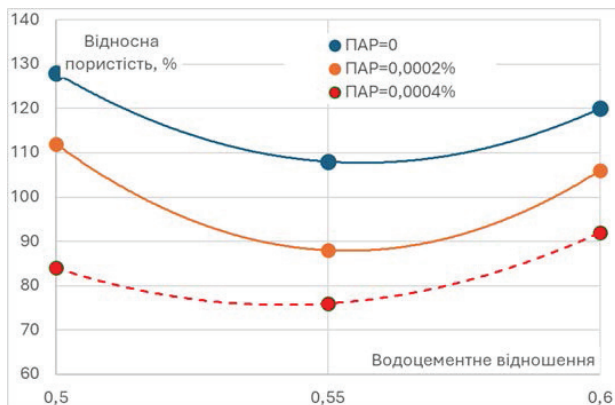


Рис. 3. Вплив поверхнево-активної речовини (ПАР) на пористість дрібнозернистого бетону, який містить 20% карбонатів кальцію

Виходячи з отриманих результатів, теоретична модель початкової фази взаємодії цементу зі структурованою водою може бути представлена таким чином. У процесі гідратації цементу виникає одна проблема [16] – нестача води для гідратації за значень W/C , які не перевищують певного значення $[W/C]_m$ (в експериментальних умовах $[W/C]_m$ – менше 0,55), утворення рівномірно розподілених пір у цементному каменю, в які мігрують утворені портландит і етtringіт [16]. В результаті утворюється структура цементного каменю з високим вмістом високоміцних, низькоосновних гідросилікатів кальцію. Це призводить до збільшення міцності цементного каменю майже в 2 рази [18]. Відмінність системи «частинка цементу – структурована вода» полягає в тому, що у разі контакту її реагентів протони з молекул структурованої поверхнево-активними речовинами води активно поглинаються гіпераморфізованим шаром цементної частинки. Зазначені протони міцно зв'язуються з електронегативними атомами кисню і утворюють гідроксіліони. Одночасно утворюються активні Ca^{2+} , $(SiO_4)^{4-}$, H_3O^+ , OH^- та інші. Їх взаємодія є причиною підвищення міцності бетону за $W/C > [W/C]_m$.

Неможливість зняти всі питання, що виникли в рамках цього дослідження, визначає напрям подальших досліджень. Вони, зокрема, повинні бути зосереджені на виявленні

складу новоутворень у процесі гідратації системи «портландцемент – вода, модифікована в процесі гідрофільної гідратації».

ВИСНОВКИ

Активізація води за рахунок використання гідрофільного механізму гідратації істотно впливає на зміну характеру процесів затвердіння і структуроутворення дрібнозернистого бетону. Особливості формування структури дрібнозернистого бетону, який отримують на основі води, активованої за допомогою гідрофільного механізму гідратації, полягають у неоднозначному впливі кількості модифікатора води на пористість бетону. Окремо слід зазначити, що проведені експерименти підтвердили основні положення теорії наднизької концентрації.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Беліченко О.А., Толмачов С.М. Дослідження фізико-хімічних властивостей водних суспензій мікронаповнювачів з суперпластифікаторами. *Ресурсозберігаючі матеріали, конструкції, будівлі та споруди*. 2020. 38. С. 66–79.
- [2] Дворкін Л.Ю., Житковський В.В. Спеціальні бетони. Рівне : НУЖГП, 2021. 350 с.
- [3] Катіно С., Бодуен Ж.Ж., Маршан Ж. Вплив додавання вапняку на механізми вилугування кальцію в матеріалах на основі цементу. *Дослідження цементу та бетону*. 2000. 30. 1961–1968.
- [4] Кіндрацький В.В. Хімічні добавки для бетону та будівельних розчинів. Львів : Видавничий дім «Львівська політехніка», 2018. 180 с.
- [5] Коваль С.В. Розробка наукових основ модифікації бетону поліфункціональними добавками: дис....докторатехнічнихнаук:23.05.05.2004. Одеса. 324
- [6] Ковальчук О.Ю., Григоренко О.В. Технологія виготовлення бетонних та залізобетонних виробів. Київ : Видавничий дім «Ліра-К», 2022. 280 с.
- [7] Кравченко О.В. Сучасні технології виробництва цементу. Київ : Видавничий дім «Ліра-К», 2019. 210 с.
- [8] Кропивницька Т.П., Саницький М.А., Гев'юк І.М. Вплив карбонатних добавок на властивості портландцементу композиційного. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва*. Львів : ЛУНП, 2013. № 755. С. 214–220.
- [9] Кузел Х.Дж., Поельманн Х. Гідратація C_3A в присутності $Ca(OH)_2$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ та $CaCO_3$. *Дослідження цементу та бетону*. 1991. Т. 21. Р. 885–895.
- [10] Пушкарьова К.К., Бамбура А.М. Довговічність бетонних та залізобетонних конструкцій. Київ : Видавничий дім «Ліра-К», 2021. 300 с.
- [11] Саницький М.А., Позняк О.Р. Наномодифіковані будівельні матеріали. Львів : Видавничий дім «Львівська політехніка», 2019. 250 с.
- [12] Суханов В.Г., Суханов В.Г., Вировой В.М., Коробко О.О. Структура матеріалу у структурі конструкції. Одеса : ОДАБА, 2022. 412 с.

[13] Толмачов Д.С., Толмачов С.М. Структуроутворення та внутрішні напруження в монолітному цементобетоні, що твердіє. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. Луцьк, ЛНТУ. 2024, 21. 244–252. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11\(21\)-26](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11(21)-26).

[14] Чепурна С.М. Бетон підвищеної водонепроникності та корозійної стійкості з добавкою високодисперсної крейди : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05. Харків : ХНУБА 2018. 26 с.

[15] Шишкін О.О., Домнічев А.О. Вплив надмалих доз поверхнево-активних речовин на міцність штучного каменю, отриманого із суміші нанопорошків. *Теорія та практика дизайну*. 2023. 28. С. 132–139. <https://doi.org/10.32782/2415-8151.2023.28.14>.

[16] Шишкін О.О., Піскун І.О. Регулювання пористості дрібнозернистого бетону, виготовленого на шлакопортландцементі. *Науковий вісник будівництва*. 2024, 110. 88–95. <https://doi.org/10.33042/2311-7257.2024.110.1.13>.

[17] Шишкіна О.О., Домнічев А.О. Особливості фізико-механічних властивостей модифікованого бетону на основі композиційного цементу. *Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві*. 2024. 21. 296–302. [https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11\(21\)-31](https://doi.org/10.36910/6775-2410-6208-2024-11(21)-31).

[18] Шишкіна А., Домнічев А. Забезпечення однорідності міцності дрібнозернистого бетону на основі модифікованого композитного цементу. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2024. 1(6 (127)), 47–53.

[19] Шишкіна А.В., Шишкін А. Застосування міцелярного каталізу та ефект наднизьких доз у виробництві бетону. *Технологічні звіти Кансайського університету*. 2020. 62. 08. 4523–4529.

[20] Sanytsky M. Mechanisms of cement minerals dissolution. *19 Internationale Baustofftagung, Deutschland: Tagungsbericht*. Weimar, 2015. 1. 607–614.

REFERENCES

[1] Belichenko, O.A., Tolmachov, S.M. (2020). Doslidzhennia fizyko-khimichnykh vlastyvostei vodnykh suspensii mikronapovniuvachiv z superplastyfikatoramy [Research on the physicochemical properties of aqueous suspensions of microfillers with superplasticizers]. *Resursozberihaiuchi materialy, konstruktsiyi, budivli ta sporudy – Resource-saving materials, construction, buildings and structures*. 38. S. 66–79 [in Ukrainian].

[2] Dvorkin, L.Iu., Zhytkovskyi, V.V. (2021). *Spetsialni betony [Special concretes]*. Rivne: NUZhHP. 350 [in Ukrainian].

[3] Katino, S., Boduen, Zh.Zh., Marshan, Zh. (2000). Vplyv dodavannia vapniaku na mekhanizmy vylyhovuvannia kaltsiiu v materialakh na osnovi tseментu [The effect of limestone addition on calcium leaching mechanisms in cement-based materials]. *Doslidzhennia tseментu ta betonu – Research on cement and concrete*. 30. 1961–1968 [in Ukrainian].

[4] Kindratskyi, V.V. (2018). *Khimichni dobavky dlia betonu ta budivelnnykh rozchyniv [Chemical additives for concrete and mortars]*. Lviv: «Lvivska politekhnika». 180 [in Ukrainian].

[5] Koval, S.V. (2004). Rozrobka naukovykh osnov modyfikatsii betonu polifunktsionalnyimi dobavkami

[Development of scientific foundations for concrete modification with multifunctional additives]. *Doctor's thesis*. Odesa [in Ukrainian].

[6] Kovalchuk, O.Iu., Hryhorenko, O.V. (2022). *Tekhnolohiia vyhotovlennia betonnykh ta zalizobetonnykh vyrobiv [Technology of manufacturing concrete and reinforced concrete products]*. Kyiv: Vydavnychiy dim «Lira-K». 280 [in Ukrainian].

[7] Kravchenko, O.V. (2019). *Suchasni tekhnolohii vyrobnytstva tseментu [Modern cement production technologies]*. Kyiv: Vydavnychiy dim «Lira-K». 210 [in Ukrainian].

[8] Kropyvnytska, T.P., Sanytskyi, M.A., Heviuk, I.M. (2013). Vplyv karbonatnykh dobavok na vlastyvosti portlandtseментu kompozytsiinoho [The influence of carbonate additives on the properties of composite Portland cement]. *Teoriia i praktyka budivnytstva – Theory and practice of construction*. Lviv: LUNP, 755. 214–220 [in Ukrainian].

[9] Kuzel, Kh.Dzh., Poelmann, Kh. (1991). Hidratatsiia S_3A v prysutnosti $Ca(OH)_2$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ta $CaCO_3$ [Hydration of C_3A in the presence of $Ca(OH)_2$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ and $CaCO_3$]. *Doslidzhennia tseментu ta betonu – Cement and concrete research*. 21. 885–895 [in Ukrainian].

[10] Pushkarova, K.K., Bambura, A.M. (2021). *Dovhovichnist betonnykh ta zalizobetonnykh konstruktsii [Durability of concrete and reinforced concrete constructions]*. Kyiv: Vydavnychiy dim «Lira-K». 300 [in Ukrainian].

[11] Sanitskyi, M.A., Pozniak, O.R. (2019). *Nanomodyfikovani budivelni materialy [Nanomodified building materials]*. Lviv: Vydavnychiy dim «Lvivska politekhnika». 250 [in Ukrainian].

[12] Sukhanov, V.H. Vyrovoy, V.M., Korobko, O.O. (2022). *Struktura materialu u strukturi konstruktsii [Material structure in the structure of the construction]*. Odesa: ODABA. 412 [in Ukrainian].

[13] Tolmachov, D.S., Tolmachov, S.M. (2024). Strukturoutvorennia ta vnutrishni napruzhennia v monolitnomu tseментobetonі, shcho tverdiie. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi – Modern technologies and calculation methods in construction*. 21. 244–252 [in Ukrainian].

[14] Chepurna, S.M. (2018). Beton pidvyshchenoi vodonepronyknosti ta koroziiinoi stiičnosti z dobavkoiu vysokodypersnoi kreidy [Concrete with increased water resistance and corrosion resistance with the addition of highly dispersed chalk]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kharkiv: KHNUBA [in Ukrainian].

[15] Shyshkin, O.O., Domnichen, A.O. (2023). Vplyv nadmalykh doz poverkhnevo-aktyvnykh rehovyn na mitsnist shtuchnoho kameniu, otrymanoho iz sumishi nanoporoshkiv [The influence of ultra-low doses of surfactants on the strength of artificial stone obtained from a mixture of nanopowders]. *Teoriia ta praktyka dyzainu – Theory and practice of design*. 28. 132–139 [in Ukrainian].

[16] Shyshkin, O.O., Piskun, I.O. (2024). Rehuliuuvannia porystosti dribnozernystoho betonu vyhotovlenoho na shlakoportlandtseментi [Regulation of porosity of fine-grained concrete made with slag Portland cement]. *Naukovyi visnyk budivnytstva – Scientific Bulletin of Construction*, 110. 88–95 [in Ukrainian].

[17] Shyshkina, O.O., Domnichen, A.O. (2024). Osoblyvosti fizyko-mekhanichnykh vlastyvoستي modyfikovanoho betonu na osnovi kompozytsiinoho tseментu [Features of physical and mechanical properties of modified concrete based on composite cement]. *Suchasni tekhnolohii ta metody rozrakhunkiv u budivnytstvi – Modern technologies and calculation methods in construction*. 21. 296–302 [in Ukrainian].

[18] Shyshkina, A., Domnichen, A. (2024). Zabezpechennia odnorodnosti mitsnosti dribnozernystoho betonu na osnovi modyfikovanoho kompozytnoho tseментu [Ensuring the homogeneity of strength of fine-grained concrete based on modified composite cement].

Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal pidpriemnytskykh tekhnolohii – Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 1(6 (127). 47–53 [in Ukrainian].

[19] Shyshkina, A.V., Shyshkin, A. (2020). Zastosuvannia mitseliarnoho katalizu ta efekt nadnyzkykh doz u vyrobnytstvi betonu [Application of micellar catalysis and the effect of ultra-low doses in concrete production]. *Tekhnolohichni zvyty Kansaiskoho universytetu – Kansai University Technology Reports*. 62. 08. 4523–4529 [in Ukrainian].

[20] Sanytsky, M. (2015). Mechanisms of cement minerals dissolution. *19 Internationale Baustofftagung, Deutschland: Tagungsbericht*. Weimar. 1. 607–614 [in English].

ABSTRACT

Shyshkin O., Domnichen A. Regulation of porosity of fine-grained concretes with a mixture of surfactants

The study of the structural features of fine-grained concretes is aimed at determining the ability to regulate porosity with a mixture of surfactants.

Purpose is to determine the effect of a mixture of surfactants on the porous structure of fine-grained concrete. To achieve the goal, the following tasks were set: to conduct experimental studies of the effect of a mixture of coarse and colloidal hydrophilic surfactants on the porosity of fine-grained concrete.

Methodology. The study is based on the analysis of current trends in the theory of fine-grained concrete structure formation, the study of scientific literature, as well as observations and practice of testing fine-grained concrete samples in accordance with the requirements of standards.

Results. The key aspects of the influence of a mixture of surfactants on the size of cavities in fine-grained concrete have been identified. It has been shown that the introduction of colloidal hydrophilic surfactants into water in very low concentrations leads to the effect of hydrophilic hydration, i.e. changes in the interaction between water molecules. Hydrophilic hydration in water helps to reduce the porous structure of concrete. The basic principles and innovative approaches to controlling the porosity of fine-grained concretes are revealed.

Scientific novelty. New trends aimed at improving the quality and efficiency of fine-grained concretes have been identified, namely the management of their porosity by a mixture of surfactants. It has been proven that the introduction of a mixture of hydrophilic surfactants into the composition of fine-grained concrete leads to a significant change in the number of pores.

Practical relevance. The results of the study can be used in the manufacture of high-quality fine-grained concretes for the design of new museum and exhibition institutions, modernization of existing ones, as well as to improve the organization of space and provide comfort for visitors.

Keywords: fine-grained concrete, Portland cement, hydration, modification, surfactant, water, porosity, carbonates.

AUTHOR'S NOTE:

Shyshkin Oleksandr, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Technology of Building Products, Materials and Structures of Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: 5691180@gmail.com, orcid: 0000-0003-3331-1422.

Domnichen Andrey, Postgraduate Student at the Department of Technology of Building Products, Materials and Structures of Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: 5691180a@gmail.com, orcid: 0000-0001-5916-3160.

Стаття подана до редакції 15.01.2025 р.