

**ВПЛИВ НАДМАЛИХ ДОЗ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН
НА МІЦНІСТЬ ГАЗОБЕТОНУ, ОТРИМАНОГО НА ПЕРГІДРОЛІ**

**THE INFLUENCE OF EXTRA-LOW DOSES OF SURFACTANTS ON
THE STRENGTH OF AERATED CONCRETE, OBTAINED ON
PERHYDROL**

Шишкін О.О., д.т.н., проф., завідувач кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій, Домнічев А.О. магістр, аспірант (Криворізький національний університет)

Shishkin O.O., Doctor of Engineering, Professor, head of the department of technology of construction products, materials and structures, Domnichen A.O. master's degree, postgraduate student (Kryvyi Rih National University)

Сучасні будівельні технології та їх стрімкий розвиток зумовлюють появу нових методів та способів створення будівельних матеріалів та керування їх властивостями. У статті показано результати дослідження впливу на властивості газобетону поверхнево-активних речовин, застосованих у надмалих дозах

In this work, traditional methods are used to study the degree of increase in volume, volume density, and strength of aerated concrete based on hydrogen peroxide. It was clearly noticed that the investigated properties change when the surface-active substances of various nature are introduced into the concrete in very small quantities. Thus, the use of an aliphatic surface-active substance in quantities of up to 0.001% of the mass of cement in the composition of concrete leads to an increase in its strength by 200% with a slight increase in bulk density of up to 12%. The use of a hydrophobic surface-active substance - carbohydrates in the amount of 0.0004% as a nanocatalyst leads to an increase in its strength by 80% with an almost unchanged bulk density. The difference in the influence of the investigated surface-active substances on the controlled properties of concrete is explained by the different nature of the interaction of these substances with water. In both cases, the phenomenon of hydrophobic hydration occurs. However, when using an amphiphilic surfactant, its active ion interacts with water according to the scheme of hydrophilic hydration. Two types of hydration occur at the same time, which is not observed when using carbohydrates. Conducted studies of electrical conductivity and the value of the hydrogen index of solutions of applied surface-active substances showed a change in the properties of the solutions due to displacement into the acidic region.

Research data show that the introduction of hydrogen peroxide into aerated concrete as nano modifiers of surfactants of various natures in extremely small concentrations leads to an increase in its strength by 80-200% with practically no

change in density, and therefore thermal conductivity. The bulk density varies from 0.8 g/cm³ to 1.11 g/cm³. The corresponding maximum stress varies from 0.3 MPa to 10.4 MPa, respectively.

Ключові слова: бетон, перекис водню, ПАВ, вуглеводи, міцність, густина, наномодифікатор.

Keywords: concrete, hydrogen peroxide, surfactants, carbohydrates, strength, density, nanomodifier

Постановка проблеми

На будівельні конструкції промислових будинків і споруд в процесі їх експлуатації впливає навколишнє середовище, змінюючи фізико-механічні властивості матеріалів, з яких виготовлені ці конструкції, що, як наслідок, змінює їхню довговічність. Це приводить до необхідності передбачати, при виготовленні і відновленні конструкцій будинків і споруд, заходи щодо зниження температурного впливу на них навколишнього середовища. Одними з ефективних матеріалів для захисту будівельних конструкцій від теплових впливів навколишнього середовища є матеріали, які мають високий опір теплопередачі, зокрема легкі й ніздрюваті бетони. Однак відомі ніздрюваті бетони мають підвищені власні деформації (набрякання й усадки), а також підвищене водопоглинання. найбільш важливим недоліком означених бетонів є відносно невелика міцність при стиску, що й обмежує їх застосування. Тому питання підвищення міцності при стиску зокрема ніздрюватих бетонів є нагальною проблемою в технології будівельних матеріалів.

Аналіз досліджень і публікацій

Основою отримання високоякісних бетонів, як щільного, так і ніздрюватого, є синтез високоякісного цементного каменю, який відрізняється високою дисперсністю складових і новотворів. На основі означеного цементного каменю створені всілякі високоякісні бетони шляхом уведення в його структуру додаткових складових таких як мікронаповнювачі [1-3], або повітряні пори [4]. Утворення останніх в структурі цементного каменю приводить до зменшення щільності бетону і його теплопровідності, обумовлюють зниження його міцності (у першу чергу при стиску), обмежуючі галузь його застосування. Очевидно, що основним шляхом підвищення міцності ніздрюватих бетонів є підвищення міцності цементного каменю, який формує перегородки між порожнинами. Цю задачу можна розв'язати підвищенням міцності означеного цементного каменю. Однак для отримання ніздрюватих бетонів [4],

доцільніше не використання в'язучих речовин високих марок, а застосування нанотехнологій [5,6], зокрема, теорії надмалих доз, як їхньої складової [7,8].

Наномодифікація структури бетонів за рахунок введення до їх складу мінеральних або органічних речовин у вигляді частинок дуже малих за розмірами (до 100 нм) [5,6] у надмалих дозах (від 0,0025% до 0,1%) [7,8] дозволяє одержати нові за структурою та властивостями бетони завдяки підвищеній активності наноматеріалів.

Наскільки нам відомо, у науковій літературі не було опубліковано докладних робіт з вивчення впливу виду та кількості поверхнево-активних речовин, які використовували як наномодифікатори газобетону, при використанні в якості утворювача газу перекису водню. Таким чином, метою даної роботи є вивчення впливу виду та кількості поверхнево-активних речовин, що використовуються як наномодифікатор газобетонів. У зв'язку з тим, що поверхнево-активні речовини або їх складові мають різні властивості по відношенню до води, слід визначити вплив на властивості бетону, як амфіфільних, так і суто гідрофобних поверхнево-активних речовин.

Виклад основного матеріалу

У цьому розділі представимо експериментальні методи підготовки зразків з метою охарактеризувати їх із використанням різних методів.

Для виготовлення бетону використовували портландцемент ПЦ П/Б–Ш–400, виробництва ПАТ «Хайдельберг цемент. Кривий Ріг» (Україна), у якості дрібного заповнювача – відсіяний річковий пісок, який мав максимальний розмір часток 0,63 мм. У якості міцелотворюючих ПАР (МПАР) застосовували лігносульфонат Sika-Plast-520 (ТМ «Sika») та суміші вуглеводнів (ВВ). У якості речовини, яка утворює газ для формування порожнин в бетоні, – перекис водню. Сухі компоненти бетонної суміші дозувалися в кількості, розрахованої згідно із планом експерименту, і перемішувалися в лабораторному змішувачі впродовж 1 хвилини з частиною води, яка складала 70% від розрахованої. Потім до означеної суміші додавали воду (30% від розрахованої) з розчиненою в ній МПАР та перекисом водню і перемішували ще в лабораторному змішувачі на протязі 1 хвилини. Виготовлення та випробування дослідних зразків виконували відповідно до вимог Державних стандартів України.

Аналіз зміни об'єму одержаного бетону (рис. 1) виявив його зміну щодо газобетонної суміші без поверхнево-активних речовин.

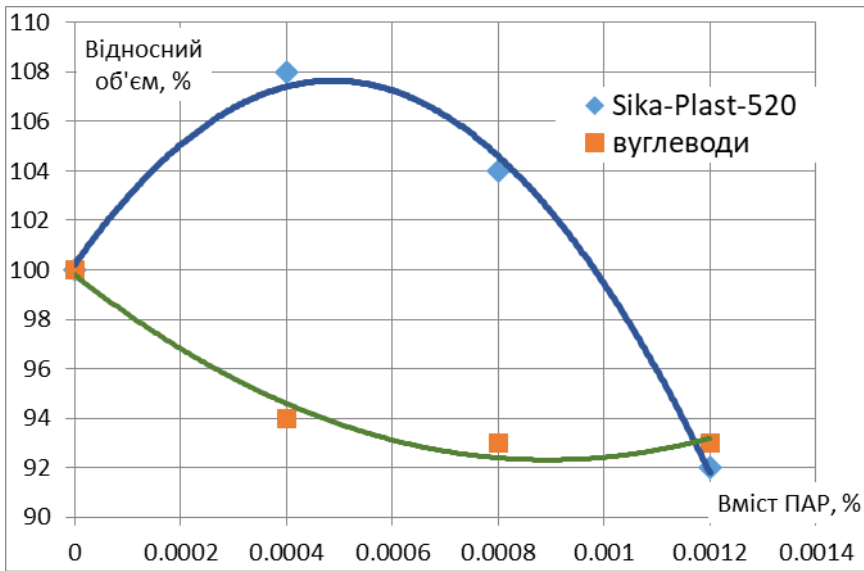


Рис. 1. Зміна об'єму бетону при введенні поверхнево-активних речовин

Так, при введенні до певної кількості як поверхнево-активної речовини вуглеводів відбувається збільшення обсягу суміші та зменшення при використанні поверхнево-активної речовини Sika-Plast-520.

Дещо інше явище спостерігається із впливом поверхнево-активних речовин (ПАР) на густину бетону (рис. 2).

Практично у всьому діапазоні зміни вмісту ПАР щільність бетону збільшується.

Дослідження міцності газобетону (рис. 3) показують, що концентрації ПАР, які забезпечують оптимум міцності бетону в стінках порожнин газобетону з найбільшою її величиною забезпечують максимальну міцність газобетону.

Необхідно відзначити, що при застосуванні в якості ПАР Sika-Plast-520 максимальна міцність газобетону відповідає його найбільшій щільності. Але збільшення міцності у цьому випадку досягає 200%, а збільшення щільності лише 12%, що має економічне обґрунтування.

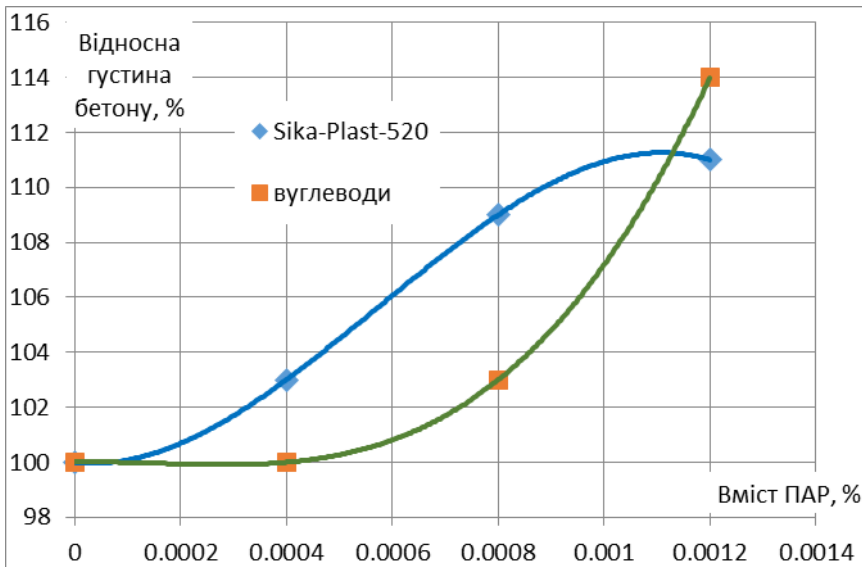


Рис. 2. Зміна густини газобетону

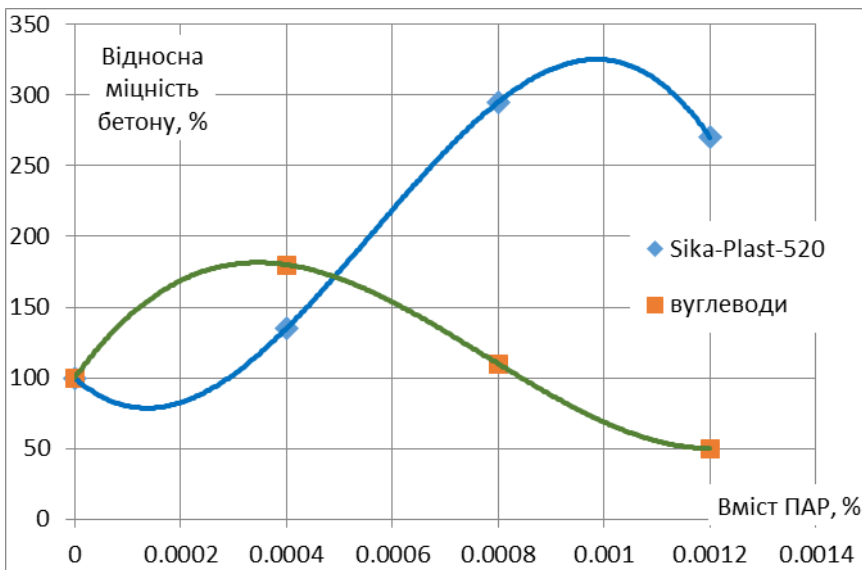


Рис. 3. Зміна міцності газобетону залежно від вмісту ПАР

У той же час, при застосуванні в якості ПАР вуглеводнів максимальна міцність газобетону відповідає його найменшій щільності. Збільшення міцності у цьому випадку досягає 80%, а зменшення щільності – 1-2%.

Висновки. Дані проведених досліджень показують, що введення до складу газобетону на перекису водню в якості наномодифікаторів поверхнево-активних речовин різної природи у понад малих концентраціях призводить до підвищення його міцності на 80-200% практично без зміни густини, а отже і теплопровідності. Об'ємна густина варіюється від 0,8 г/см³ до 1,11 г/см³. Відповідна максимальна напруга варіюється від 0,3 МПа до 10,4 Мпа, відповідно.

References

1. Termkhajornkit, P. Nawa T., Nakai M., Saito T. Effect of fly ash on autogenous shrinkage. *Cement and Concrete Research*. 2005. Vol. 35, Issue 3. P. 473–482.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.07.010>
2. Yang, Y. Sato R., Kawai K. Autogenous shrinkage of high-strength concrete containing silica fume under drying at early ages. *Cement and Concrete Research*. 2005. Vol. 35, Issue 3. P. 449–456.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.06.006>
3. Shishkin A., Netesa N., Netesa A. Determining the rational compositions of low-strength concretes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. 1/6 (97). 47-52.
doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156599>
4. Shyshkyua, A. A. Porystye reaktsyonnye poroshkovye betony. *Stroytelstvo unikalnykh zdaniy u sooruzheniy*. 2014. № 7 (23). S. 128–135
5. Teviashev, A. D. Shytykov E. S. O vozmozhnosti upravleniya svoistvamy tsementobetonov s pomoshchiu nanomodifykatorov. *Vostochno-Evropeyskiy zhurnalпередовыkh tekhnolohiy*. 2009. Т. 4, № 7 (40). S. 35–40.
6. Shyshkina, O. O. Shyshkin O. O. Doslidzhennia vplyvu nanokatalizu na formuvannia mitsnosti reaktsiynoho poroshkovoho betonu. *Skhidno-Ievropeyskiy zhurnal передovoykh tekhnolohii*. – 2016. – Т. 1, № 6 (79). – S. 55–60.
doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.58718>
7. Shyshkina A. Shishkin A. Application of the easy concentration effect in concrete technology. *Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020)*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 907 (2020) 012038.
doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/907/1/012038>
8. Derevianko V. N., Hryshko H. M., Moroz W. Yu. The effect of nanoadditives on the hydration of gypsum binding agents. *Collection of scientific works of UkrDUZT*, 2018, issue 178. 88-97
doi: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.178.2018.138994>

Література

1. Termkhajornkit, P. Nawa T., Nakai M., Saito T. Effect of fly ash on autogenous shrinkage. *Cement and Concrete Research*. 2005. Vol. 35, Issue 3. P. 473–482.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.07.010>
2. Yang, Y. Sato R., Kawai K. Autogenous shrinkage of high-strength concrete containing silica fume under drying at early ages. *Cement and Concrete Research*. 2005. Vol. 35, Issue 3. P. 449–456.
doi: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2004.06.006>
3. Shishkin A., Netesa N., Netesa A. Determining the rational compositions of low-strength concretes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. 1/6 (97). 47-52.
doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156599>
4. Шишкіна, А. А. Пористые реакционные порошковые бетоны. *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2014. № 7 (23). С. 128–135
5. Тевяшев, А. Д. Шитиков Е. С. О возможности управления свойствами цементобетонов с помощью наномодификаторов. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2009. Т. 4, № 7 (40). С. 35–40.
6. Шишкіна, О. О. Шишкін О. О. Дослідження впливу нанокаталізу на формування міцності реакційного порошкового бетону. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. – 2016. – Т. 1, № 6 (79). – С. 55–60.
doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.58718>
7. Shishkina A. Shishkin A. Application of the easy concentration effect in concrete technology. *Innovative Technology in Architecture and Design (ITAD 2020)*. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 907 (2020) 012038
doi: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/907/1/012038>
8. Derevianko V. N., Hryshko H. M., Moroz W. Yu. The effect of nanoadditives on the hydration of gypsum binding agents. *Collection of scientific works of UkrDUZT*, 2018, issue 178. 88-97
doi: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.178.2018.138994>