

Олександра ШИШКІНА,

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0003-3716-9347

Олександр ШИШКІН,

д-р техн. наук, професор

ORCID: 0000-0003-3331-1422

Криворізький національний університет

ВПЛИВ МОДИФІКАЦІЇ НАНОКАТАЛІЗАТОРІВ НА МІЦНІСТЬ БЕТОНУ

У статті представлено результати аналізу властивостей матеріалів на основі портландцементу, поліспиртів та поверхнево-активних речовин, застосованих у надмалих дозах, описано результати визначення впливу надмалих доз гліцерину та поверхнево-активних речовин на міцність бетону. Метою роботи є визначення ефективності застосування суміші гліцерину та поверхнево-активних речовин у надмалих дозах при твердінні портланд цементу. Методика проведення експериментів включає в себе наступні методи: аналіз досліджень застосування гліцерину та поверхнево-активних речовин; стандартні методи випробувань бетону; порівняльний аналіз; систематизація і узагальнення закордонного та вітчизняного досвіду. У результаті проведеного дослідження було визначено вплив суміші гліцерину та поверхнево-активних речовин, застосованих у надмалих дозах на міцність бетону. Доведено, що в цьому випадку для надмалих доз суміші гліцерину та поверхнево-активних речовин полягає у зменшенні кількості відкритих пор у цементному каменію. Експериментальні дослідження підтвердили, що молекули поверхнево-активних речовин, таких як гіперпластифікатори або інші значно змінюють рН води, що використовується для виготовлення бетону. Підвищення механічної міцності отриманого бетону дозволяє замінити частину цементу нанопорошком з більш дешевого мінералу. Встановлено, що збільшення водоцементного відношення у суміші гліцерину та поверхнево-активних речовин призводить до підвищення ефективності надмалих доз поверхнево-активних речовин у формуванні міцності бетону на стиск. Висвітлені наукові матеріали стали відправною точкою для осмислення досліджуваного питання. Виявлено та обґрунтовано вплив надмалих доз гліцерину та поверхнево-активних речовин на міцність бетону. Результати дослідження можуть бути використані при виробництві бетонних та залізобетонних виробів та конструкцій.

Ключові слова: *портландцемент, гліцерин, поверхнево-активні речовини, бетон, міцність, каталіз.*

Постановка проблеми. При будівництві, реконструкції або ремонті будівель і споруд часто виникає необхідність в облаштуванні примикань між існуючими будівельними конструкціями. Поєднання двох матеріалів – матеріалу існуючої будівельної конструкції (бетону або металу) і матеріалу нового елемента – складний технічний та технологічний процес у всіх випадках. Очевидно, що коли процеси формування конструкцій, а, отже, і матеріальні властивості існуючих

будівельних конструкцій до моменту їх ремонту або використання (для збірних конструкцій) практично завершені, такі процеси в матеріалі нових бетонних елементів тільки почали діяти. Ці процеси (в основному в найбільш поширених видах бетону) супроводжуються явищами усадки. Отже, на межі між «матеріалом існуючої будівельної конструкції і матеріалом елемента, що її підсилює (стику з іншою конструкцією), виникають зсувні напруги, які можуть порушити (або, в крайньому випадку, зруйнувати) контакт між означеними матеріалами. Вплив цих напружень зсуву може бути компенсовано лише високою міцністю зчеплення між новим матеріалом і матеріалом існуючої конструкції. Чим більше значення напруги зсуву, викликані усадкою нового матеріалу, тим більше повинно бути значення міцності зчеплення по відношенню до матеріалу існуючої конструкції. Таким чином, в даному випадку матеріал, який використовується для ремонту і з'єднання існуючих будівельних конструкцій, повинен володіти двома обов'язковими властивостями: високою міцністю зчеплення по відношенню до матеріалу існуючої будівельної конструкції і низькою усадкою. Крім того, цей матеріал не повинен бути агресивним по відношенню до матеріалу існуючих конструкцій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В даний час для армування конструкцій і виконання швів між ними використовуються бетони на основі портландцементу або матеріали на основі портландцементу з добавками полімерних сумішей [1-15].

Означені матеріали, особливо з додаванням полімерних сумішей, або володіють малою адгезійною міцністю по відношенню до матеріалу існуючих будівельних конструкцій, або мають значно більшу усадку. При високих значеннях наведених якісних показників вони або не мають достатньої міцності на стиск, або мають високу вартість, що пов'язано з обмеженнями їх використання.

Тому, в основу досліджень була покладена необхідність розробки матеріалу з високою міцністю зчеплення до бетону, як основного матеріалу будівельних конструкцій і низькою усадкою або повною відсутністю усадки [16, 17]. Деякі результати цього дослідження представлені нижче.

Аналіз відомих матеріалів з меншою усадкою [18] показав, що вони або мають низьку міцність зчеплення в порівнянні з іншими конструкційними матеріалами, або складаються з досить дефіцитних компонентів, або мають високу вартість.

У зв'язку з цим виправданий інтерес представляє гліцериновий цемент [19], який має високу адгезійну міцність по відношенню до більшості будівельних матеріалів, при цьому не дає усадки. Однак цей вид цементу має недолік через використання в'язучого, яке є достатньо дорогим, і екологічно небезпечним.

На підставі аналізу властивостей гліцерину, а також існуючих відгуків про його застосування в бетонному виробництві [19] встановлено, що він може взаємодіяти не тільки із свинцем [19], але і з оксидами інших багатовалентних металів, таких як кальцій, залізо, алюміній та ін.

Багатоатомні спирти, до яких відноситься гліцерин, здатні розчиняти у великих кількостях ідкі луги, оксиди кальцію, стронцію і барію, сульфат калію, сульфат натрію, сульфат міді і багато інших солей. Як і інші спирти, вони утворюють гліцерати – у більшості випадків кристалічні та дуже варіативні сполуки – під впливом лужних металів та оксидів лужноземельних і важких металів.

Тому бетони можуть бути отримані за допомогою поліспиртів і їх похідних

(етиленгліколь, гліцерин, етиленхлоргідрин, монохлоргідрин і ін.), А також оксидів деяких металів (свинцю, кальцію та ін.). Деякі з таких бетонів мають достатню міцність.

Це породило гіпотезу про те, що система «гліцерин – портландцемент» забезпечить протікання реакції між гліцерином і вільним оксидом кальцію, що міститься в портландцементі, з утворенням гліцерату кальцію і виділенням води, подібно до реакції з утворенням гліцерату свинцю.

Вода, що утворилася в результаті цього процесу, почне взаємодіяти з іншими мінералами портландцементу, що призведе до додаткового підвищення міцності цементного каменю і, як наслідок, бетону.

Ця гіпотеза була підтверджена результатами проведених випробувань, які показали, що в процесі структуривання дисперсної системи «гліцерин – портландцемент» утворюється камінь з наступними властивостями: міцність на стиск від 1,0 до 40 МПа, міцність зчеплення з бетоном від 0,5 до 15 МПа і усадка 0..0,1%.

Метою дослідження є визначення впливу колоїдною поверхнево-активною речовиною яка використовується одночасно з поліспиртом, на міцність дрібнозернистого бетону та швидкість формування його структури. Завданнями дослідження є визначення залежності міцності бетону від кількості поліспирту як за наявності колоїдної поверхнево-активної речовини, так і без неї; визначити вплив колоїдної поверхнево-активної речовини на ефективність поліспирту, як каталізатора реакцій гідратації компонентів портландцементу.

Матеріали та методи. Для виробництва бетону використовували шлакопортландцемент ШПЦ Ш/А-400 (ПрАТ «Heidelbergcement Кривий Ріг», Україна). В якості основної добавки використовували гліцерин. Як міцелярну поверхнево-активну речовину (MPAR) використовували олеат натрію (Simagchem Corp., Китай). Дослідження проводили на дрібнозернистому бетоні, компоненти якого дозували в необхідних кількостях, згідно плану досліду, перемішували лабораторним міксером протягом 2 хв. Отриману суміш укладали з вібраційним ущільнюванням у металеву форму з розміром сторони 16 x 4 x 4 см. Сформовані таким чином зразки бетону тверділи протягом 28 діб при вологості навколишнього середовища $70 \pm 10\%$ і температурі навколишнього середовища $(293 \pm 2)K$.

Результати дослідження

Результати експериментів показали, що введення до складу бетонів МРАР, які хімічно адсорбуються на поверхні пір і тріщин в тілі цементного каменю, призводить до зміцнення їх внутрішньої поверхні, що тягне за собою підвищення міцності на стиск цементного каменю і, як наслідок, бетону (рис. 1).

При вивченні впливу міцелуютьовуючих поверхнево-активних речовин (MPAR) на міцність дрібнозернистого бетону встановлено, що МРАР здійснюють неоднозначний вплив на властивості цих бетонів. Ця особливість проявляється в момент утворення міцел, тобто коли розмір частинок ПАР досягає декількох нанометрів (розмір наночастинок). Збільшення концентрації поверхнево-активних речовин до межі їх міцелування призводить до підвищення міцності бетону, практично без зміни величини водопоглинання бетону. У момент досягнення зазначеної межі бетон має максимальну міцність (рис. 1).

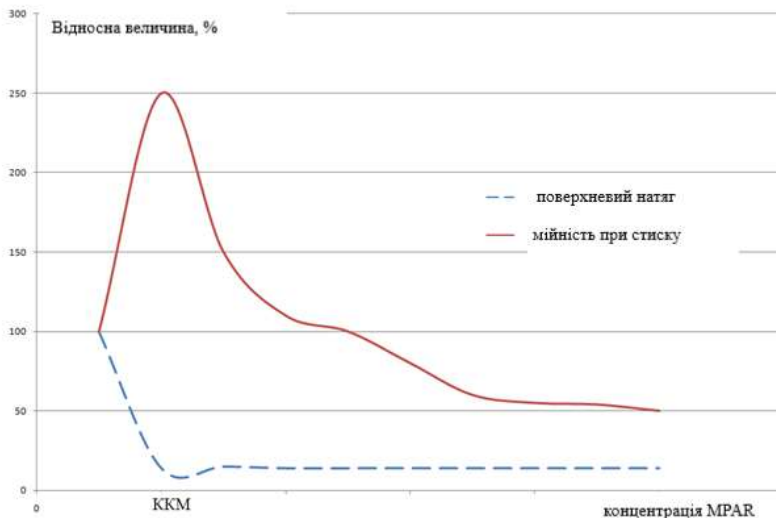


Рис. 1. Вплив концентрації МРАР на поверхневий натяг та міцність бетону при стиску

У той же час співвідношення води і гліцерину робить істотний вплив на міцність одержуваного бетону (рис. 2).

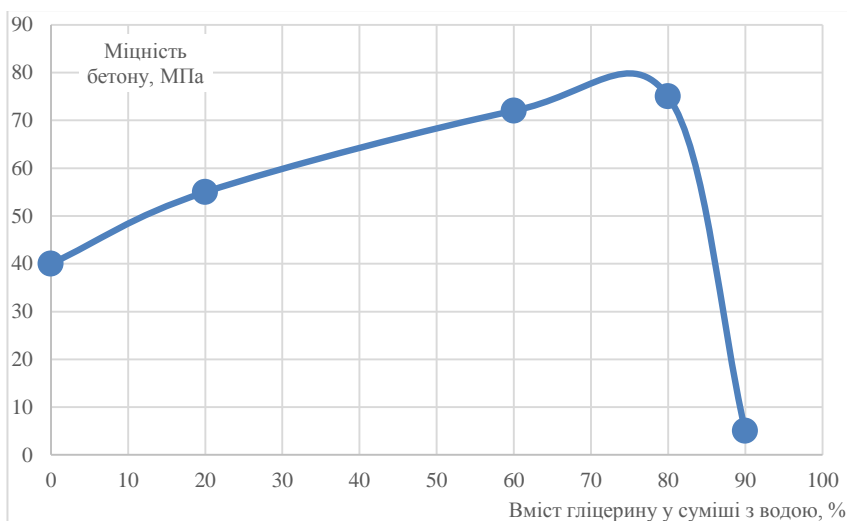


Рис. 2. Вплив концентрації гліцерину у суміші з водою на міцність бетону

При вмісті гліцерину в суміші з водою від 60% до 80% бетон має незначну міцність. При такому співвідношенні води і гліцерину отриманий на основі такого розчину гліцерину бетон має не тільки найвищу межу міцності, але і найменше значення усадочних деформацій, які в даному випадку практично відсутні.

В результаті проведених випробувань було встановлено, що використання поліспирту в кількості 20% від маси портландцементу в системі «гліцерин - портландцемент» дозволяє підвищити швидкість тужавіння і міцність цементу і бетону. Це підтверджується механізмом участі поліспиртів в процесах гідратації цементу в якості активної мінеральної добавки. Якщо кількість поліспирту становить понад 20% від маси портландцементу, процеси гідратації цементу починають різко сповільнюватися аж до повної зупинки. Це можна пояснити тим, що багатоатомні спирти мають певну поверхневу активність і при вищевказаному вмісті в системі або блокують частинки цементу, або повністю вилучають гідроксид кальцію та запобігають утворенню гідросилікатів.

Проведені дослідження показали (рис. 3-5), що одночасне застосування MPAR та поліспирту для виготовлення дрібнозернистого бетону забезпечує збільшення міцності останнього, як у ранньому (до 3 діб), так і у більш пізньому віці його твердіння (до 28 діб).

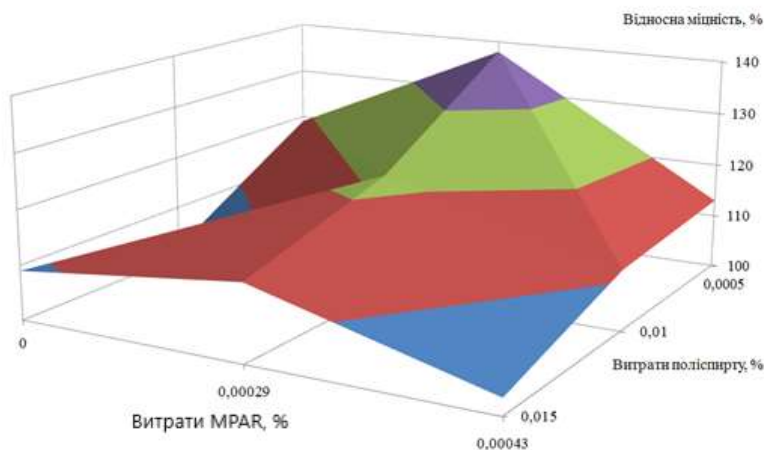


Рис. 3. Вплив суміші гліцерину та MPAR на міцність бетону у віці 3 діб

Однак приріст міцності від введення MPAR у віці 3 доби набагато перевищує приріст міцності у віці 28 діб. Що й підтверджує каталітичний характер дії MPAR та її модифікацію поліспиртом.

Аналіз отриманих результатів показав, що у кожному віці твердіння бетону існує оптимальний вміст MPAR при будь-якому вмісті поліспирту. І цей (оптимальний) вміст MPAR складає 0,00029% від маси цементу.

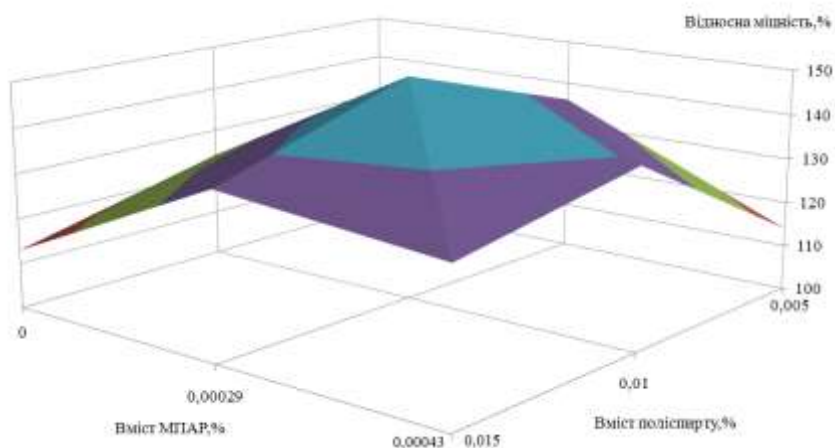


Рис. 4. Вплив суміші гліцерину та МРАР (МПАР) на міцність бетону у віці 7 діб

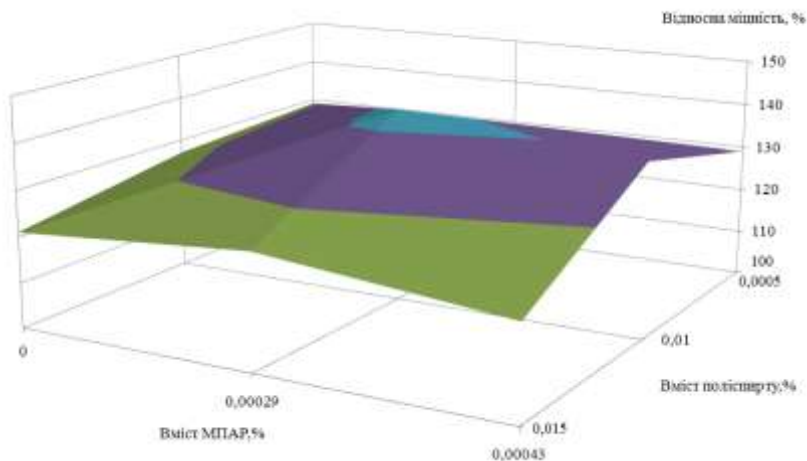


Рис. 5. Вплив суміші гліцерину та МРАР (МПАР) на міцність бетону у віці 28 діб

В умовах експерименту оптимального вмісту поліспирту в дрібнозернистому бетоні не встановлено. Так у віці 3 доби максимальну міцність має дрібнозернистий бетон, який містить 0,005% поліспирту від маси цементу, у віці 7 діб оптимальний вміст поліспирту становить 0,01%, а у віці 28 діб – від 0,005 до

0,01% від маси цементу.

Слід зазначити, що один поліспирт практично не забезпечує збільшення міцності бетону у віці до 7 діб. В подальшому вплив поліспирту зростає і у віці 28 діб забезпечує збільшення міцності бетону на 27%.

В той же час наявність у складі дрібнозернистого бетону колоїдної поверхнево-активної речовини (MPAR) призводить до збільшення міцності бетону до 40% у ранньому віці (до 7 діб). У більш пізньому віці (28 діб) вплив MPAR на міцність бетону незначний (рис. 5) і її формує або поліспирт, або суміш міцел і поліспирту.

Цей факт підтверджує, колоїдні поверхнево-активні речовини є катализаторами хімічних реакцій гідратації мінералів портландцементу. Вплив же суміші поліспирту та колоїдної поверхнево-активної речовини призводить до виникнення ефекту синергізму, так як вплив їх суміші на міцність бетону перевищує вплив кожного із названих компонентів.

Таким чином, на перших етапах твердіння бетону, тобто на початку формування його міцності, основний вплив здійснюють наночастинки – міцели колоїдної поверхнево-активної речовини, які виконують роль катализатора, у подальшому все більший вплив на формування міцності бетону здійснює інша поверхнево-активна речовина – поліспирт.

Загальна зміна міцності дрібнозернистого бетону у часі показує (рис. 6), що суміш міцелярного нанокатализатора (MPAR) та поліспирту, суттєво прискорює процеси формування міцності бетону особливо на ранніх стадіях цього процесу.

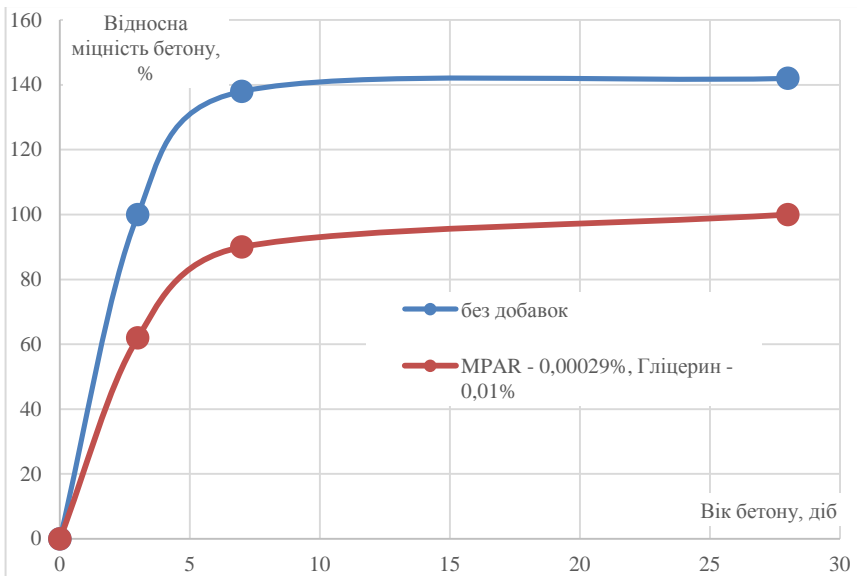


Рис. 6. Зміна міцності бетону в часі

Згідно положень загальних положень, наноструктурований матеріал може мати у своєму складі зернини, які мають розмір до декількох міліметрів. Тобто

дрібнозернисті бетони із заповнювачем з розміром частинок не більше 1 мм відносяться до наноструктурованих матеріалів.

Висновки.

Проведені дослідження та їх результати показали, що поліспирт, який модифікує структуру води, одночасно з міцелами нанокаталізатора бере участь у формуванні міцності наноструктурованих матеріалів – дрібнозернистого бетону. Одночасне використання міцел колоїдних поверхнево-активних речовин та поліспирту призводить до підвищення ефективності використання обох складових. Означений комплекс «поверхнево-активна речовина – поліспирт» посилює ефект каталізу реакцій гідратації компонентів шлакопортландцементу. Збільшення швидкості гідратації компонентів шлакопортландцементу забезпечує підвищення продуктивності робіт по підсиленню елементів будівельних конструкцій.

Простота отриманої технології та ефект від її застосування, встановлений в процесі проведених експериментів, обумовлює її перспективність і доцільність подальших досліджень

Список літератури:

1. Lee M.-G., Wang Y.-C., Chiu C.-T. A preliminary study of reactive powder concrete as a new repair material. *Construction and Building Materials*. 2007, Volume 21, Issue 1, P. 182-189. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2005.06.024
2. Chiu C.-T., Huang J.-S. Highly flowable reactive powder mortar as a repair material. *Construction and Building Materials*. 2008, Volume 22, Issue 6, P. 1043-1050. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2007.03.009
3. Collepardi M., Olagot J.J., Troli R., Simonelli F., Collepardi S. Combination of Silica Fume, Fly Ash and Amorphous Nano-Silica in Superplasticized High-Performance Concretes. *The First National Nano Biotechnology Conference, Iran, Damghan, June 5, 2011*. URL: <https://www.encosrl.it/OLDSITE/publicazioni-scientifiche/pdf/aggiunte/22.pdf>
4. Lahallh S.M., Absl-Halabi M., Ali M. Ali Effect of polymerization conditions of sulfonated-melamine formaldehyde superplasticizers on concrete. *Cement and Concrete Research*. 1988, Volume 18, Issue 4, P. 513-531. DOI: 10.1016/0008-8846(88)90044-0
5. Collepardi M., Valente M. Recent Developments in Superplasticizers. *International Concrete Abstracts Portal*, 2006, 239. P. 1–14. URL: <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal?m=details&i=18367&m=details&i=18367>
6. Flatt R.J., Martys N., Bergström L. The Rheology of Cementitious Materials. *MRS Bulletin*, 2004, 29(5), 314–318. DOI:10.1557/mrs2004.96.
7. Hanehara S., Yamada, K. Rheology and Early Age Properties of Cement Systems. *Cement and Concrete Research*, 2008, 38, 175-195. DOI: 10.1016/j.cemconres.2007.09.006.
8. Pundienė I., Mironov V., Korjamins A., Spudulis E. Investigation of Hydration Features of the Special Concrete with Aggregates of Various Metal Particles. *Key Engineering Materials*. 2014. Vol. 604, pp. 297–300. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.297.
9. Kara P., Korjamins A. High Efficiency Ecological Concrete. *Key Engineering Materials*. 2014. Vol. 604, pp. 157–160. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.157.
10. Toropovs N., Bajare D., Sahnenko G., Krage L., Korjamins A. The Formation of

Microstructure in High Strength Concrete Containing Micro and Nanosilica. *Key Engineering Materials*, 2014, 604, 83–86. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.83.

11. Sahmenko G., Toropovs N., Sutinis M., Justs J. Properties of High Performance Concrete Containing Waste Glass Micro-Filler. *Key Engineering Materials*. 2014, 604, 161–164. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.161

12. Šahmenko G., Juhneviča I., Korjakins A. Influence of Sol-Gel Nanosilica on Hardening Processes and Physically-Mechanical Properties of Cement Paste. *Procedia Engineering*. 2013, Vol. 57, pp. 1013-1021. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.04.128

13. Girskas G., Nagrockiene Dz., Skripkiunas G. Frost resistance of hardened cement paste modified with synthetic zeolite. *Engineering Structures and Technologies*. 2013, 5(1):30-36. DOI: 10.3846/2029882X.2013.777119.

14. Pundienė I., Prancevičienė J., Zhu C., Kligys M. The role of temperature and activator solution molarity on the viscosity and hard structure formation of geopolymer pastes. *Construction and Building Materials*. 2020, Volume 272: 121661. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121661.

15. Pundienė I., Kligys M., Šeputytė-Jucikė J. Portland Cement Based Lightweight Multifunctional Matrix with Different Kind of Additives Containing SiO₂. *Key Engineering Materials*. 2014, 604, 305–308. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.305.

16. Pentala V; Vormanen C. Reactive powder based concretes: Mechanical properties, durability and hybrid use with OPC. *Cement and Concrete Research*. 2008, Vol. 38, Issue 10, P. 1217-1226. DOI:https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.03.013

17. Gilliland S.K. Reactive Powder Concrete (RPC), A New Material for Prestressed Concrete Bridge Girders. *Building an International Community of Structural Engineers*, 1996, Vol. 1, P. 125-132.

18. Termkhajornkit P., Nawa T., Nakai M., Saito T. Effect of fly ash on autogenous shrinkage. *Cement and Concrete Research*. 2005, 35(3):473-482. DOI: 10.1016/j.cemconres.2004.07.010.

19. Технологія виготовлення цементу. URL: <http://jak-zrobyty.pp.ua/8768-technologie-vigotovlennya-cementu.html>.

Reference:

1. Lee, M.-G., Wang, Y.-C., Chiu, C.-T. (2007). A preliminary study of reactive powder concrete as a new repair material. *Construction and Building Materials*. Vol. 21, Issue 1, P. 182-189. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2005.06.024.

2. Chiu, C.-T., Huang, J.-S. (2008). Highly flowable reactive powder mortar as a repair material. *Construction and Building Materials*. Vol. 22, Issue 6, P. 1043-1050. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2007.03.009

3. Collepardi, M., Olagot, J.J., Troli, R., Simonelli, F., Collepardi, S. (2011). Combination of Silica Fume, Fly Ash and Amorphous Nano-Silica in Superplasticized High-Performance Concretes. *The First National Nano Biotechnology Conference*, Iran, Damghan, June 5, 2011. URL: <https://www.encosrl.it/OLDSITE/publicazioni-scientifiche/pdf/aggiunte/22.pdf>

4. Lahallh, S.M., Absl-Halabi, M., Ali, M. Ali (1988). Effect of polymerization conditions of sulfonated-melamine formaldehyde superplasticizers on concrete. *Cement and Concrete Research*. Vol. 18, Issue 4, P. 513-531. DOI: 10.1016/0008-8846(88)90044-0

5. Colleparidi, M., Valente, M. (2006). Recent Developments in Superplasticizers. *International Concrete Abstracts Portal*, 239, 1–14. URL: <https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/?m=details&i=18367&m=details&i=18367>.
6. Flatt, R.J., Martys, N., & Bergström, L. (2004). The Rheology of Cementitious Materials. *MRS Bulletin*, 29(5), 314–318. DOI: 10.1557/mrs2004.96.
7. Hanehara, S., Yamada, K. (2008) Rheology and Early Age Properties of Cement Systems. *Cement and Concrete Research*, 38, 175–195. DOI: 10.1016/j.cemconres.2007.09.006.
8. Pundienė, I., Mironov, V., Korjakins, A., & Spudulis, E. (2014). Investigation of Hydration Features of the Special Concrete with Aggregates of Various Metal Particles. *Key Engineering Materials*, Vol. 604, pp. 297–300. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.297
9. Kara, P., Korjakins, A. (2014). High Efficiency Ecological Concrete. *Key Engineering Materials*. Vol. 604, pp. 157–160. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.157.
10. Toropovs, N., Bajare, D., Sahmenko, G., Krage, L., & Korjakins, A. (2014). The Formation of Microstructure in High Strength Concrete Containing Micro and Nanosilica. *Key Engineering Materials*, 604, 83–86. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/kem.604.83>.
11. Sahmenko, G., Toropovs, N., Sutinis, M., & Justs, J. (2014). Properties of High Performance Concrete Containing Waste Glass Micro-Filler. *Key Engineering Materials*. Vol. 604, pp. 161–164. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.161.
12. Šahmenko, G., Juhņeviča, I., Korjakins, A. (2013). Influence of Sol-Gel Nanosilica on Hardening Processes and Physically-Mechanical Properties of Cement Paste. *Procedia Engineering*, Vol. 57, pp. 1013–1021. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.04.128
13. Girskas, G., Nagrockiene, Dz., Skripiunas, G. (2013). Frost resistance of hardened cement paste modified with synthetic zeolite. *Engineering Structures and Technologies*, 5(1):30-36. DOI: 10.3846/2029882X.2013.777119.
14. Pundienė, I., Pranckevičienė, J., Zhu, C., Kligys, M. (2020). The role of temperature and activator solution molarity on the viscosity and hard structure formation of geopolymer pastes. *Construction and Building Materials*, Vol. 272: 121661. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121661.
15. Pundienė, I., Kligys, M., & Šeputytė-Jucikė, J. (2014). Portland Cement Based Lightweight Multifunctional Matrix with Different Kind of Additives Containing SiO₂. *Key Engineering Materials*, Vol. 604, pp. 305–308. DOI: 10.4028/www.scientific.net/kem.604.305.
16. Penttala, V; Vornanen, C. (2008). Reactive powder based concretes: Mechanical properties, durability and hybrid use with OPC. *Cement and Concrete Research*, Vol. 38, Issue 10, P. 1217–1226. DOI: 10.1016/j.cemconres.2008.03.013.
17. Gilliland, S.K. (1996). Reactive Powder Concrete (RPC), A New Material for Prestressed Concrete Bridge Girders. *Building an International Community of Structural Engineers*, Vol. 1, P. 125–132.
18. Termkhajornkit, P., Nawa, T., Nakai, M., Saito, T. (2005). Effect of fly ash on autogenous shrinkage. *Cement and Concrete Research*, 35(3):473–482. DOI: 10.1016/j.cemconres.2004.07.010.
19. Tekhnolohiia vyhotovlennia tsementu, from <http://jak-zrobyty.pp.ua/8768->

tehnologya-vigotovlennya-cementu.html [in Ukrainian].

Oleksandra SHYSHKINA, Oleksandr SHYSHKIN
Effect of nanocatalyst modification on concrete strength

The article presents the results of the analysis of the properties of materials based on Portland cement, polyalcohols and surfactants used in ultra-low doses, describes the results of determining the effect of ultra-low doses of glycerin and surfactants on the strength of concrete. The aim of the work is to determine the effectiveness of the use of a mixture of glycerin and surfactants in ultra-low doses during the hardening of Portland cement. The methodology of the experiments includes the following methods: analysis of studies on the use of glycerin and surfactants; standard concrete test methods; comparative analysis; systematization and generalization of foreign and domestic experience. As a result of the study, the effect of a mixture of glycerin and surfactants applied in ultra-low doses to the strength of concrete. It has been proven that in this case, the action of ultra-small doses of a mixture of glycerin and surfactants is to reduce the number of open pores in the cement stone. Experimental studies have confirmed that surfactant molecules such as hyperplasticizers or others significantly alter the pH of the water used to make concrete. Increasing the mechanical strength of the resulting concrete makes it possible to replace part of the cement with a nanopowder made of a cheaper mineral. It has been found that an increase in the water-cement ratio in a mixture of glycerol and surfactants leads to an increase in the efficiency of ultra-low doses of surfactants substances in the formation of concrete compressive strength. The highlighted scientific materials became the starting point for understanding the issue under study. The effect of ultra-low doses of glycerin and surfactants on the strength of concrete has been identified and substantiated. The results of the study can be used in the production of concrete and reinforced concrete products and structures.

Keywords: portland cement, glycerin, surfactants, concrete, strength, catalysis.