



АВТОР



ШИШКІНА О.О.

Канд. техн.
наук, доцент,
Криворізький
національний
університет

ЗАСТОСУВАННЯ МОДИФІКОВАНОГО НАНОКАТАЛІЗАТОРУ ДЛЯ ОТРИМАННЯ ДРІБНОЗЕРНИСТОГО БЕТОНУ

УДК 691.32

АНОТАЦІЯ

Проведено фізико-механічні дослідження наноструктурованого бетону, які показали, що модифікація міцелярного каталізатора, в якості якого використовуються наночастинки, а саме міцели поверхнево-активних речовин, за рахунок введення звичайних поверхнево-активних речовин, призводить до збільшення швидкості формування міцності, як цементного каменю, так і бетону, а також збільшує кінцеву міцність наноструктурованого таким чином бетону.

The carried out physical-and-mechanical studies of nanostructured concrete showed that the modification of such micellar catalyst as nanoparticles, especially micelles of surfactants, increases the rate of the strength formation of cement stone and concrete and also increases the final strength of so nanostructured concrete due to the introduction of conventional surfactants.

КЛЮЧОВІ СЛОВА

бетон, міцели, поверхнево-активна речовина, міцність, склад

ВСТУП

Останні десятиліття двадцятого сторіччя ознаменувалися значними досягненнями в технології бетону. У відповідності до положень фізичної хімії, суміш цементу, мінерального меленого порошку, дрібного піску і води, є суспензією. Бетони нового покоління, зокрема реакційно-порошковий бетон (reactive powder concrete), можна називати суспензійними. Крім того, згідно з визначеннями [1], такий бетон відноситься до наноструктурованих матеріалів.

Поліпшення властивостей бетонів, зокрема підвищення його міцності, на цей час проводиться за трьома основними напрямками: модифікація структури цементного каменю [2-5]; каталіз реакцій, що проходять в системі «цемент – вода» [6, 7]; спрямоване регулювання мінералогічного складу цементу.

Найбільш перспективним способом поліпшення властивостей бетонів є застосування каталізу реакцій, що проходять в системі «цемент – вода».



Встановлена можливість здійснення такого каталізу за рахунок застосування наночастинок - міцел, які утворюють певні поверхнево-активні речовини [6, 7], що дозволяє значно скоротити час для досягнення бетоном необхідної міцності. Це, в свою чергу, призводить до скорочення термінів будівництва і підвищення якості бетону.

Особливого значення в останні роки набули нанокаталізатори – багатокомпонентні системи, які включають поверхнево-активні речовини, що утворюють міцели (МПАР) (рис. 1), молекулярні поверхнево-активні речовини (ПАР) (зазвичай це спирти C5-C12) і воду. Такі композиції ПАР (рис. 2) найчастіше мають високу здатність утворювати міцели і солюбілізуючу здатність [8], ніж окремі їх компоненти. Міцелярний прискорювальний ефект викликається комбінацією нековалентних взаємодій між міцелами з однієї сторони й реагентами та активованим комплексом, що складається із компонентів цементу, з іншої сторони. Це дозволило отримати реакційні порошкові бетони – бетони нового покоління [9,10].

Метою даної роботи було визначення можливості застосування модифікованого нанокаталізатору для отримання дрібнозернистого бетону.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі: визначити вплив багатокомпонентної системи, що складається з МПАР та ПАР, на міцність дрібнозернистого бетону.

МАТЕРІАЛИ, ЩО ЗАСТОСОВАНО У ДОСЛІДЖЕННЯХ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили згідно із стандартними методиками. Для виготовлення бетону використовували портландцемент М400 ПАТ «Хайдельберг цемент Кривий Ріг» (Україна), дрібний заповнювач - відходи збагачення залізних руд Новокриворізького гірничозбагачувального комплексу ПАТ «Арселор Мітал Кривий Ріг» (Україна), що мають максимальний розмір частинок 0,63 мм. У якості МПАР – олеат натрію (Simagchem Corp., Китай), в якості ПАР – поліспирт – пропандіол - 1, 2, 3.

Основним показником якості досліджуваного бетону була прийнята його межа міцності при стиску. Визначення міцності зразків здійснювали за допомогою універсальної випробувальної машини УММ-100.

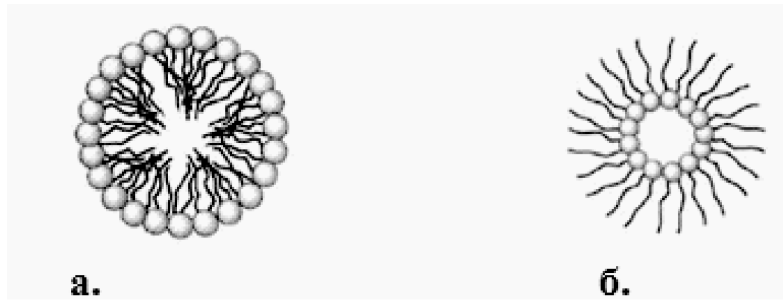


Рис. 1 Прості міцели: а – прямі, б – зворотні.

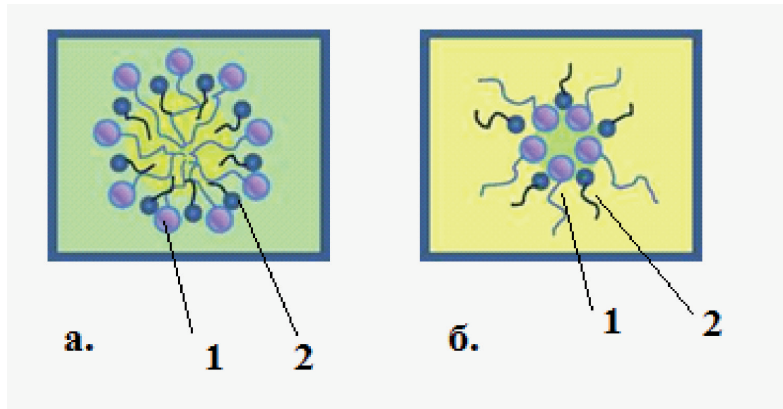


Рис. 2 Складні міцели: а - прямі, б - зворотні, 1 – ПАР, що утворюють міцели; 2 – молекулярні ПАР.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведені дослідження показали (рис. 3, 4), що одночасне застосування колоїдної ПАР, що утворює міцели (МПАР) та молекулярної більш слабкої ПАР – поліспирту у складі дрібнозернистого бетону призводить до збільшення міцності останнього у будь-якому віці його твердіння (від 7 до 28 діб).

Слід відзначити, що у будь-якому віці введення у склад дрібнозернистого бетону певної кількості як МПАР, так і ПАР, призводить до збільшення міцності бетону. Однак вплив МПАР на при-

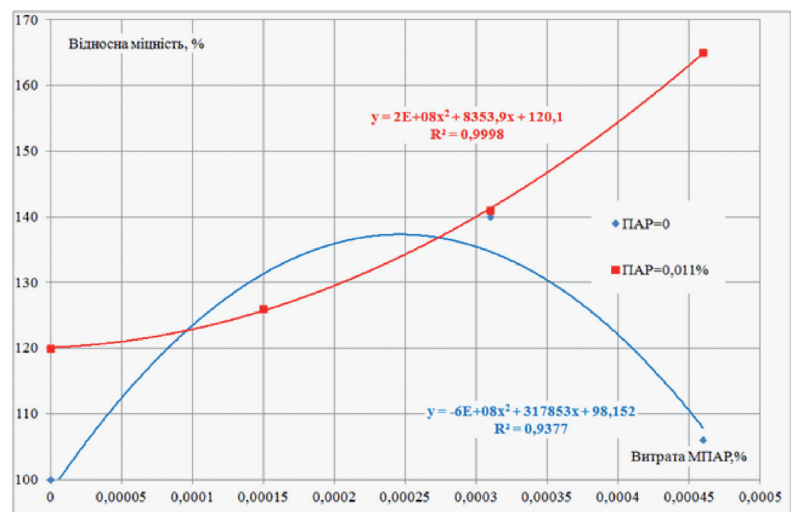


Рис. 3 Вплив суміші поверхнево-активних речовин на міцність дрібнозернистого бетону у віці 7 діб.

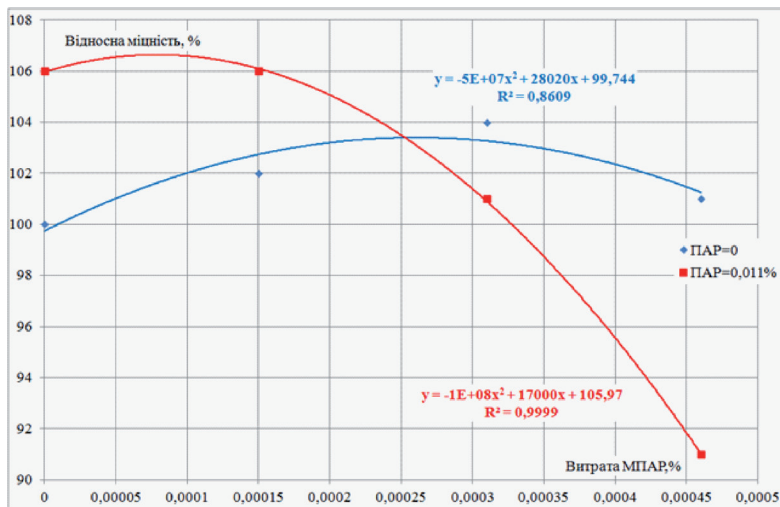


Рис. 4 Вплив суміші поверхнево-активних речовин на міцність дрібнозернистого бетону у віці 28 діб.

ріст міцності бетону у віці 7 діб значно більший, ніж у віці 28 діб. Але в усіх випадках найбільшу міцність має бетон, до складу якого введено суміш МПАР та ПАР. Що й підтверджує каталітичний характер дії МПАР та її модифікацію звичайною молекулярною ПАР – поліспиртом.

В умовах експерименту у віці 7 діб основний вплив на міцність бетону здійснює МПАР, так як із збільшенням її кількості в бетоні його міцність постійно зростає.

Але у віці 28 діб при кількості МПАР більше 0,0003% від маси цементу, міцність бетону із МПАР стає меншою за міцність такого ж бетону

без добавок (рис. 5).

Таким чином, витрати МПАР слід обмежувати величиною у 0,0003% від маси цементу. У цьому випадку міцність бетону із сумішшю поверхнево-активних речовин у віці 7 діб буде складати 140% від міцності бетону без добавок, а у віці 28 діб буде дорівнювати їй.

Цей факт підтверджує, що міцели як наночастинки виконують роль каталізатора фізико-хімічних процесів, що відбуваються при твердінні цементного каменю в бетоні, а їх сумарний із молекулярною ПАР вплив перевищує вплив кожного із названих компонентів

Таким чином, на перших етапах твердіння бетону, тобто на початку формування його міцності, основний вплив здійснюють наночастинки – міцели,

що виконують роль каталізатора, у подальшому все більший вплив на формування міцності бетону здійснює інша поверхнево-активна речовина – молекулярна ПАР – поліспирт.

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

ВИСНОВКИ

Встановлено, що молекулярна поверхнево-активна речовина, зокрема поліспирт, модифікує міцели нанокаталізатору, який бере участь у формуванні міцності наноструктурованих матеріалів, зокрема дрібнозернистого бетону.

В статті визначено характер впливу суміші поверхнево-активних речовин, що утворюють міцели - нанокаталізаторів, та молекулярної поверхнево-активної речовини - поліспирту. На

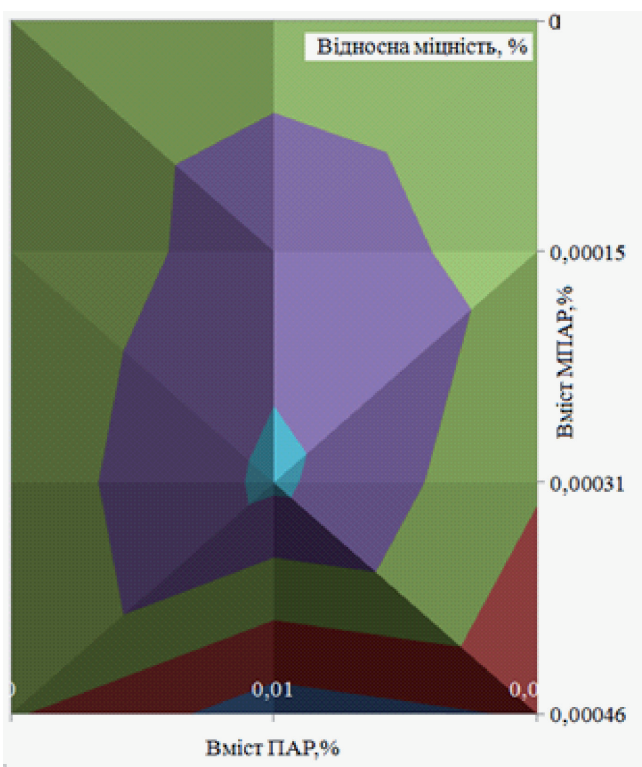


Рис. 5 Загальна залежність міцності дрібнозернистого бетону від суміші поверхнево-активних речовин у віці 28 діб.

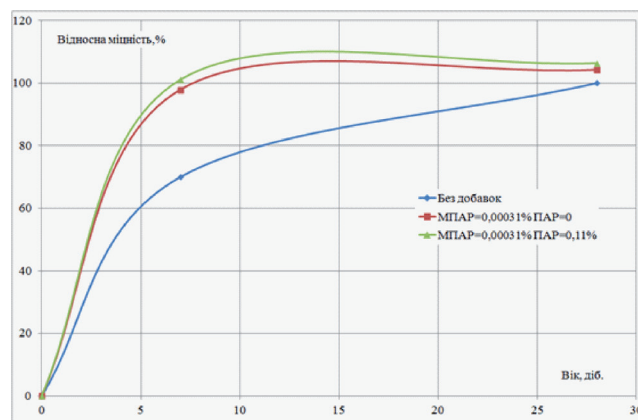


Рис. 6 Вплив суміші поверхнево-активних речовин на зміну міцності дрібнозернистого бетону в часі.



основі результатів експериментів доведено, що застосування одночасно поверхнево-активних речовин, що утворюють міцели - нанокаталізаторів, та молекулярної поверхнево-активної речовини – поліспирту, призводить до збільшення швидкості формування міцності наноструктурованих матеріалів, таких як дрібнозернистий бетон.

ЛІТЕРАТУРА

1. Справочник по наноматериалам [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.thesaurus.rusnano.com/wiki/article1371>.
2. Баженов Ю.М. Исследование наномодифицированного мелкозернистого бетона / Ю.М. Баженов, Н.П. Лукутцова, Е.Г. Матвеева // Вестник МГСУ. – 2010. – №4. – С. 28-35.
3. Chujie Jiao, Wei Sun, Shi Huan & Guoping Jiang. (2009). Behavior of steel fiber-reinforced high-strength concrete at medium strain rate. *Front. Archit. Civ. Eng. China*. - Vol. 3. - №2. - P. 131-136.
4. Шишкина А.А. Пористые реакционные порошковые бетоны / А.А. Шишкина // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2014. – 7(23). – С. 128-135.
5. A. Shishkin, A. Shishkina & N. Vatin. (2014). Low-shrinkage alcohol cement concrete. *Applied Mechanics and Materials*. – Vol. 633-634. – P. 917-921.
6. Шишкин А.А. Наномодифицированный реакционный порошок бетон / А.А. Шишкин // Науковий вісник будівництва. – 2016. – 2(84). – С. 290-293.
7. Шишкин А.А. Влияние коллоидных поверхностно-активных веществ на прочность мелкозернистых бетонов / А.А. Шишкин, А.А. Шишкин // Наука та будівництво. – 2016. – 1(7). – С. 10-13.
8. Щукин Е.Д. Коллоидная химия. / Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. - М.: Изд-во мос. универ., 1982. – 348 с.
9. Шишкін О.О. Дослідження впливу нанокаталізу на формування міцності реакційного порошкового бетону / О.О. Шишкіна, О.О. Шишкін // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2016. – 1/6 (79). – С. 55-60.
10. Шишкина О.О. Дослідження впливу поверхнево-активних речовин, що утворюють міцели, на міцність ніздрюватого реакційного порошкового бетону / О.О. Шишкіна // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2016. – 2/6 (80). – С. 66-70.

REFERENCES

1. Spravochnyk po nanomaterialam [Handbook of nanomaterials]: <http://www.thesaurus.rusnano.com/wiki/article1371>.
2. Bashenov U., Lukutcova N. & Matveeva E. (2010). Issledovanye nanomodyfytirovannogo melkozernystogo betona [Research of nanomodified fine concrete]. *Announcer of Moscow SBU*, Vol. 4. - P. 28-35.
3. Chujie Jiao, Wei Sun, Shi Huan & Guoping Jiang. (2009). Behavior of steel fiber-reinforced high-strength concrete at medium strain rate. *Front. Archit. Civ. Eng. China*, Vol. 3. - №2. - P. 131-136.
4. Shishkina A. (2014). Porystie reaktsyonnie poroshkovie betonu [The porous reactive powder concretes]. *Stroitelstvo unikalnuh zdaniy i sooruzeniy*. - Construction of unique buildings and structures, Vol. 7(23). - P. 128-135.
5. A. Shishkin, A. Shishkina & N. Vatin. (2014). Low-shrinkage alcohol cement concrete. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 633-634. – P. 917-921.
6. Shishkin A. (2016). Nanomodyfytirovanny reaktsyonny poroshkovy beton [Nanomodified reaction powder concrete]. *Naukovuy Vestnik budivnitstva*. Scientific Announcer of Building, Vol. 2(84). - P. 290-293.
7. Shishkin A. & Shishkina A. (2016). Vlijanie kolloidnyh poverhnostno-aktivnyh veshchestv na prochnost melkozernistykh betonov [Colloidal surfactants effect on the strength of fine-grained concretes]. *Nauka ta budivnutstvo*. - Science & Construction, Vol. 1(7). - P. 10-13.
8. Schukin E., Percov A. & Amelina E. (1982). *Kolloidnaja himija* [Colloid chemistry]. Mos. Univ. - 348 p.
9. Shishkin A. & Shishkina A. (2016). Doslidzhennya vplyvu nanokatalizu na formuvannya mitsnosti reaktsionnoho poroshkovoho betonu [The influence on the formation nanokatalizu reaction strength concrete powder]. *Vostochno-evropeiskiy zurnal peredovuh tehnologiy*. - Eastern European advanced technology magazine, Vol. 1/6 (79). - P. 55-60.
10. Shishkina A. (2016). Doslidzhennya vplyvu poverkhnevo-aktyvnykh rehovyn, shcho utvoryuyut mitsely, na mitsnist nizdryuvatoho reaktsionnoho poroshkovoho betonu [The study of the effect of surfactants, which form micelles, on the strength of the porous reactive powder concrete]. *Eastern European advanced technology magazine*, Vol. 2/6 (80). - P. 66-70.