

6. Висновки

Виходячи з інформації про Joomla та OpenCart можна зробити висновок, що кращим рішенням для створення Інтернет-магазину для приватного підприємства “Будівельник” буде CMS OpenCart, яка дає більше можливостей в реалізації поставлених цілей, не вимагає великих ресурсів сервера і забезпечує доволі швидку роботу системи.

При розробці Інтернет-магазину також були застосовані локальний сервер – Open Server, мова програмування PHP та каскадні листи стилів.

Література

1. Преимущества и недостатки «движка» Joomla :Top-Dohod.RU [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://top-dohod.ru/preimushhestva-i-nedostatki-dvizhka-joomla/> - 15.09.2014 г. Загл. с экрана.
2. Преимущества и недостатки использования Joomla в качестве CMS для сайта. [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://cmslist.ru/articles/preimuwestva_i_nedostatki_joomla/ - 15.09.2014 г. Загл. с экрана.
3. Joomla!: достоинства и недостатки. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://seowords.org/raznoe/joomla-dostoinstva-i-nedostatki.html/> - 15.09.2014 г. Загл. с экрана.
4. Обзор Интернет-магазина OpenCart. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://webbuilding.com.ua/articles/opencart-advantages-disadvantages/> - 15.09.2014 г. Загл. с экрана.

5. Преимущества и недостатки CMS OpenCart. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://joomstudio.com.ua/blog-studii/193-preimushchestva-i-nedostatki-cms-opencart.html> - 15.09.2014 г. Загл. с экрана.

6. Создание онлайн-магазинов на Opencart: преимущества и недостатки. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.opencartmaster.ru/poleznaya-informaciya/sozdanie-onlajn-magazinov-na-opencart-preimushhestva-i-nedostatki.html> / - 15.09.2014 г. Загл. с экрана.

References

1. Advantages and lacks of «rendering-engine» Joomla: Top-Dohod.RU (2014) Available at: <http://top-dohod.ru/preimushhestva-i-nedostatki-dvizhka-joomla/>
2. Advantages and lacks of the use of Joomla as CMS for a site. (2014) Available at: http://cmslist.ru/articles/preimuwestva_i_nedostatki_joomla/
3. Joomla!: advantages and lacks. (2014) / Available at: <http://seowords.org/raznoe/joomla-dostoinstva-i-nedostatki.html/>
4. Review of Internet-shop OpenCart. (2014) / Available at: <http://webbuilding.com.ua/articles/opencart-advantages-disadvantages/>
5. Advantages and lacks CMS OpenCart. (2014) / Available at: <http://joomstudio.com.ua/blog-studii/193-preimushchestva-i-nedostatki-cms-opencart.html>.
6. Creation of on-line-shops on Opencart: advantages and failings. (2014) / Available at: <http://www.opencartmaster.ru/poleznaya-informaciya/sozdanie-onlajn-magazinov-na-opencart-preimushhestva-i-nedostatki.html> /

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Хажмуратов М. А.
Дата надходження рукопису 30.09.2014*

Кузюшин Іван Володимирович, кафедра інформаційно-управляючих систем, Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166
E-mail: kuzushtr@mail.ru

Павленко Євген Петрович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра інформаційно-управляючих систем Харківський національний університет радіоелектроніки, пр. Леніна, 14, м. Харків, Україна, 61166
E-mail: evg-pavl@mail.ru

УДК 691.5

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.27999

БЕТОНИ НА ОСНОВІ ЛУЖНОГО ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ ДЛЯ МОНОЛІТНОГО БУДІВНИЦТВА: ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДІВ І ВЛАСТИВОСТЕЙ

© В. І. Гоц, Р. Ф. Рунова, І. І. Руденко, О. В. Ластівка, Я. О. Говдун

Лише при регулюванні особливостями порової структури бетону можливе управління його експлуатаційними властивостями, в т.ч морозостійкістю. Мета роботи – є виявлення взаємозв'язку капілярної пористості і морозостійкості бетону в залежності від композиційного складу лужного шлакопортландцементу та хімічної природи добавок поверхнево-активних речовин (ПАР).

Ключеві слова: лужний шлакопортландцемент, важкий бетон, поверхнево-активна речовина, водопоглинання, капілярна пористість, морозостійкість.

To control performance properties of heavy concrete, including frost resistance, is possible only by means of regulation of its pore structure. The purpose of research was to identify relationship between parameters of porosity and frost resistance of concrete depending on composition of alkali activated slag Portland cement and chemical nature of surfactants.

Keywords: alkali activated slag Portland cement, heavy concrete, surface-active agent, capillary porosity, frost resistance.

1. Вступ

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі до числа найбільш важливих питань, що визначають прогрес і конкурентну спроможність будівельних матеріалів, відносяться: зниження матеріало- та енергоємності, розробка нових більш ефективних цементів, широке застосування промислових відходів. Оскільки виготовлення портландцементу призводить до споживання природних мінеральних сировинних і енергетичних ресурсів, супроводжується значними обсягами викидів в навколишнє середовище вуглекислого газу – доцільно здійснити заміну частини клінкеру на матеріали техногенного походження [1].

Використання шлакопортландцементу у будівництві дозволяє не лише знизити енергоємність виробництва в'язучих, але й частково вирішити питання утилізації відходів. Такий цемент має ряд технічних переваг над бездобавочним портландцементом: стійкість до м'яких і сульфатних вод, підвищена жаростійкість, зменшені тепловиділення і усадка [2, 3]. Однак бетони при підвищенні вмісту шлакової складової в цементі характеризуються повільним тужавленням, низькими темпами набору міцності, особливо на ранніх етапах тверднення, та низькою стійкістю до перемінного заморожування і відтавання, особливо при дії розчинів солей.

Для уникнення зазначених явищ відомим прийомом є введення до складу шлакопортландцементу сполук лужних металів [4]. Зазначені в'язучі речовини були розроблені в 1957 р. проф. В. Д. Глуховським на базі встановлення в'язучих властивостей у сполук I та II підгрупи періодичної системи елементів, що стало поштовхом до створення нового класу цементів – лужних [5].

Перспективність використання лужного шлакопортландцементу в бетонах, в першу чергу, ґрунтується на характері його гідратних новоутворень – низькоосновних гідросилікатів кальцію та лужних гідроалюмосилікатів, які забезпечують високу міцність і щільність штучного каменю та дозволяють зменшити використання клінкерної складової на (50–90) % без втрати активності цементу [6, 7]. Крім того, особливості гідратації і тверднення лужних шлакопортландцементів визначають формування більш ефективної мікроструктури цементного каменю на різних рівнях у порівнянні з шлакопортландцементним каменем.

Для забезпечення ефективності бетонів на основі лужного шлакопортландцементу в монолітному будівництві, слід регулювати реологічні властивості бетонних сумішей і експлуатаційні характеристики бетонів та їх довговічність.

Основним фізичним фактором, що визначає експлуатаційні властивості і довговічність бетону є характер його пористості. Навіть незначне за обсягом варіювання пористості в матеріалі призводить до

різкої зміни його властивостей. При цьому, якщо міцність бетону залежить від загальної пористості, то морозостійкість, проникність і відповідно довговічність визначаються, головним чином, капілярною пористістю [8]. Капілярна пористість, в свою чергу, значною мірою зумовлюється В/Ц відношенням, ступенем гідратації в'язучого, а також використанням добавок поверхнево-активних речовин (ПАР).

Таким чином, метою даної роботи є дослідження капілярної пористості модифікованого бетону на основі лужного шлакопортландцементу, як фактора що визначає морозостійкість матеріалу та його довговічність.

2. Аналіз літературних даних

Структура пор лужних (лужно-активованих) цементів і традиційних клінкерних цементів загальнобудівельного призначення суттєво відрізняються. Це спричинено, насамперед, особливостями структуроутворення в лужному цементі і характером гідратних новоутворень. При приблизно однаковій загальній пористості, капілярна пористість лужного цементного каменю менша ніж в портландцементі, тоді як мікропористість (гелева пористість) є вищою. [9]. При цьому збільшення ступеня гідратації лужного цементу супроводжується збільшенням об'єму мікропор і відповідним зменшенням об'єму макропор, що визначає формування щільної і міцної мікроструктури цементного каменю [10]. Роботою [11] показано, що бетон на основі лужного цементу на мікрорівні характеризується більш ефективною мікроструктурою цементного каменю на різних рівнях у порівнянні з бетоном на основі портландцементу. Вказані особливості мікроструктури є основою для покращення експлуатаційних характеристик бетону, в т.ч. його морозостійкості. Проте відкритим питанням є залежність між характером пористості бетону та його морозостійкістю враховуючи зміну в широкому діапазоні композиційного складу лужного цементу та хімічну природу добавок. Виявленню цього взаємозв'язку присвячується робота для забезпечення можливості управляти експлуатаційними властивостями бетону регулюючи показники його порової структури.

3. Матеріали і методи досліджень

При проведенні досліджень використано лужний шлакопортландцемент (ЛЦЕМ IV) з діапазоном вмісту гранульованого доменного шлаку 50–88 % у відповідності з вимогами [12].

В якості складових цементу використано гранульований доменний шлак (модуль основності $M_o=1,1$, вміст склофази 56 мас. %) і портландцементний клінкер. Хімічний склад складових цементу наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад складових цементу

Складові	Вміст оксидів, мас.%,								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	SO ₃	в.п.п.
Клінкер	21,3	5,7	4,62	–	1,2	64,9	0,3	0,86	0,12
Шлак	39,0	5,9	0,3	0,5	5,82	47,3	–	1,54	–

Як лужні компоненти цементу використовували соду кальциновану технічну (Na₂CO₃) та п'ятиводний метасилікат натрію (Na₂SiO₃·5H₂O). При виготовленні лужного шлакопортландцементу за технологією «все в одному» (сухий лужний компонент в складі цементу) обов'язковим є введення до його складу лігносульфонату натрію (ЛСТ) для забезпечення задовільних термінів тужавлення і активності. Для інтенсифікації помелу використано добавку етилгідросилоксанового полімеру, що запобігає сорбції цементом вологи з повітря і забезпечує збереження властивостей цементу.

Оптимізацію використаних складів лужного шлакопортландцементу виконано за допомогою реалізації двофакторного методу планування експерименту (табл. 2). Питома поверхня цементу складала $S_{\text{пит}} = 4500 \text{ см}^2/\text{г}$ (за приладом Блейна).

В ролі модифікуючих добавок використано комплексні добавки (КД) на основі ЛСТ і ПАР (в кількості 1,5 % від маси цементу) у вигляді речовин трьох типів:

- 1 – складний поліефір (тип «ПА»);
- 2 – простий поліефір (поліетиленгліколь);
- 3 – сіль карбонової кислоти і лугу (глюконат натрію).

Відібрані добавки в загальному випадку є найбільш ефективними за результати реологічних властивостей бетонних сумішей та міцності на стиск бетонів на основі лужного шлакопортландцементу.

Таблиця 2

Склади лужного шлакопортландцементу

№ складу цементу	Співвідношення компонентів в цементі
1	50 % шлак, 50 % клінкер, 2 % Na ₂ CO ₃ , 1 % ЛСТ
2	50 % шлак, 50 % клінкер, 3 % Na ₂ SiO ₃ ·5H ₂ O, 1 % ЛСТ
3	69 % шлак, 31 % клінкер, 2,5 % Na ₂ CO ₃ , 1 % ЛСТ
4	69 % шлак, 31 % клінкер, 3,5 % Na ₂ SiO ₃ ·5H ₂ O, 1 % ЛСТ
5	88 % шлак, 12 % клінкер, 3 % Na ₂ CO ₃ , 1 % ЛСТ

В дослідженнях прийнято один склад бетону для забезпечення методичної постановки досліджень, а саме визначення впливу перемінних факторів (композиційний склад цементу, тип модифікуючої добавки) на формування капілярної пористості та морозостійкості матеріалу, що дасть підставу говорити про їх регулювання. Склад бетону прийнято відповідно до [13]: цемент – 350 кг/м³, кварцовий

пісок – 740 кг/м³, гранітний щебінь фракції 5...10 мм – 330 кг/м³ і фракції 10...20 мм – 780 кг/м³.

Визначення водопоглинання та пористості бетону проводили згідно з методикою ДСТУ Б В.2.7-170:2008 [14]. Відповідно до цього методу зразки кубу 100x100x100 мм після 28 діб тверднення висушувались до постійної маси в електрошафі за температури (105±10) °С. Потім зразки водонасичувались до постійної маси у посудині заповненою водою при температурі (20±2) °С. Показники пористості визначали за результатами досліджень середньої густини та водопоглинання зразків.

Визначення морозостійкості бетонних зразків проводили згідно з [15] за прискореною методикою в середовищі 5 %-ого розчину хлориду натрію і температурі мінус –50 °С (третій стандартизований метод). Відповідно до цього методу зразки-куби 100x100x100 мм насичувались в 5 %-ному розчині NaCl при t=18±2 °С, потім у цьому ж розчині заморожувались до мінус –50 °С. Розморожування зразків також відбувалось в 5 %-ному розчині NaCl. Зразки знімалися з випробувань після появи ознак лущення на поверхні зразків або втрати маси, або зниження міцності більш ніж на 5 %.

4. Результати досліджень

В результаті досліджень виявлено, що зміна вмісту клінкерної та шлакової складової, виду і витрати лужного компоненту в цементі та типу КД впливає на водопоглинання та характер формування капілярної пористості модифікованого бетону на основі лужного шлакопортландцементу.

Так, введення КД на основі складного поліефіру до бетону при 50 % шлаку і 2 % кальцинованої соди (склад № 1) призводить до збільшення водопоглинання та відкритої капілярної пористості бетону (рис. 1, 2) до 3,7 % і 8,8 % відповідно, в порівнянні з контрольним складом – водопоглинання (3,4 %), об'єм відкритих капілярних пор (8,1 %). При підвищенні вмісту шлаку в цементі до 88 % ефективність модифікації бетону даною КД знижується, що супроводжується погіршенням фізичних властивостей матеріалу – підвищення водопоглинання до 4,7 % та об'єму відкритих капілярних пор до 11 %.

Слід також відмітити, що заміна аніонної складової лужного компоненту з карбонату натрію на силікат, призводить до збільшення водопоглинання та пористості, як контрольного складу, так і модифікованого бетону.

Разом з тим, спостерігається загальна тенденція до зниження об'єму відкритих капілярних

пор бетону контрольного складу при збільшенні вмісту шлакової складової та, відповідно, при підвищенні вмісту лужного компоненту в цементі (рис. 2). Це пояснюється зміною порової структури в напрямку формування мікро- і умовно замкнутих пор, що визначає формування більш щільної і непроникної структури штучного каменю та, відповідно, підвищує фізичні і експлуатаційні властивості матеріалу.

Морозостійкість модифікованих бетонів (табл. 3) підтверджують залежність експлуатаційних властивостей від характеру порового простору бетону. Збільшення об'єму відкритих капілярних пор та відповідне зниження

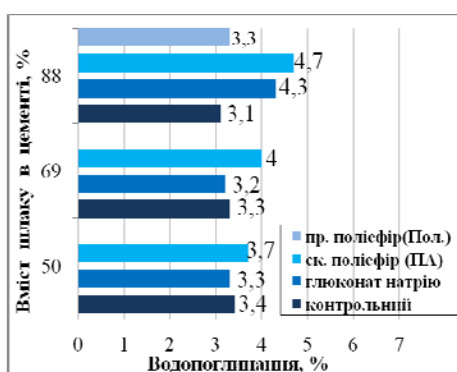
використанні цементу з максимальним вмістом шлаку (88 %) негативно впливає на його фізичні характеристики, що свідчить про збільшення водопоглинання бетону до 4,3 % в порівнянні з контрольним складом (3,1 %).

Аналогічна тенденція спостерігається і за результатами досліджень зміни пористості. При мінімальному вмісту шлаку в цементі, об'єм відкритих капілярних пор бетону без добавки складає 8,1 %, при введенні добавки – 7,9 % (зменшення пористості на 0,2 %). При подальшому збільшенні вмісту шлаку в цементі зниження об'єму пор бетону при використанні КД досягає 7,7 %. Проте, введення добавки до бетону при використанні цементу з максимальним вмістом шлаку (88 %) погіршує фізичні властивості матеріалу, про що свідчить про збільшення пористості до 10 %.

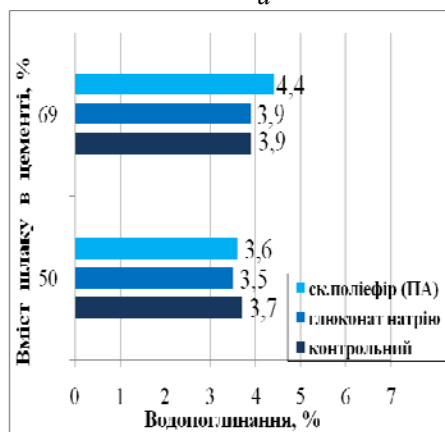
Результати визначення морозостійкості (табл. 3) також підтверджують взаємозв'язок між поровою структурою бетону та його морозостійкістю. Так, введення добавки на основі глюконату натрію до бетонів на основі ЛЦЕМ IV складів № 1 та № 3 (50 та 69 % шлаку, відповідно) сприяє отриманню марки за морозостійкістю F 200. Однак, при максимальному вмісті шлаку в цементі (88 %), морозостійкість модифікованого бетону знижується до марки F 150, втрата міцності після 5 циклів перемінного заморожування-відтавання перевищує 5 %.

Умовно-замкнута впливає на зниження морозостійкості бетону (рис. 3). Так, модифікація бетону добавкою на основі складного поліефіру при використанні цементів складу № 1 та № 3 (50 % шлаку), забезпечує морозостійкість F 200. Проте, при збільшенні вмісту шлаку до (69 %), ефективність модифікації бетону даною добавкою знижується, що підтверджується збільшенням об'єму відкритих капілярних пор до (9,6 %) та зниженням морозостійкості до марки F150. Заміна кальцинованої соди на п'ятиводний метасилікат натрію в складі цементу не впливає на морозостійкість бетону. Таким чином, введення ПАР до бетонів на основі лужного шлакопортландцементу впливає на зміну структури і функціональних властивостей модифікованих бетонів в залежності від природи основної діючої речовини добавки, вмісту клінкерної і шлакової складової, виду і витрати лужного компоненту в цементі. Збільшення вмісту шлакової складової і, відповідно, підвищення вмісту лужного компоненту в цементі визначає зменшення ефективності модифікації бетону добавкою на основі складного поліефіру та підвищення ефективності простого поліефіру в комплексі з ЛСТ у формуванні фізичних та експлуатаційних властивостей бетону.

Крім того, виявлено взаємозв'язок між показниками пористості та морозостійкості модифікованих бетонів. Так, на (рис. 3) криві $F=f$ (шлак) і $P=f$ (шлак) відображають збільшення об'єму відкритих капілярних пор і, відповідно, зниження марки морозостійкості модифікованих бетонів по мірі збільшення вмісту шлакової складової в цементі.



а



б

Рис. 1. Водопоглинання бетону залежно від ПАР в складі КД та вмісту шлаку в цементі, % (по табл. 2): а – № 1, № 3, № 5; б – № 2, № 4

Таким чином, на протипагу до складного поліефіру ефективність модифікації бетону на основі ЛЦЕМ IV добавкою КД на основі простого поліефіру збільшується пропорційно підвищенню в цементній матриці ролі «шлакового» типу тверднення над «клінкерним».

Використання глюконату натрію в складі КД позитивно впливає на формування фізичних характеристик модифікованих бетонів (рис. 1, 2). Так, введення добавки до бетону при використанні цементу № 1 (50 % шлаку), дозволяє зменшити водопоглинання до 3,3 %, в порівнянні з контрольним складом (3,4 %). При збільшенні вмісту шлакової складової до (69 %) зниження водопоглинання бетону досягає 3,3 %. Однак, модифікація бетону зазначеною добавкою при

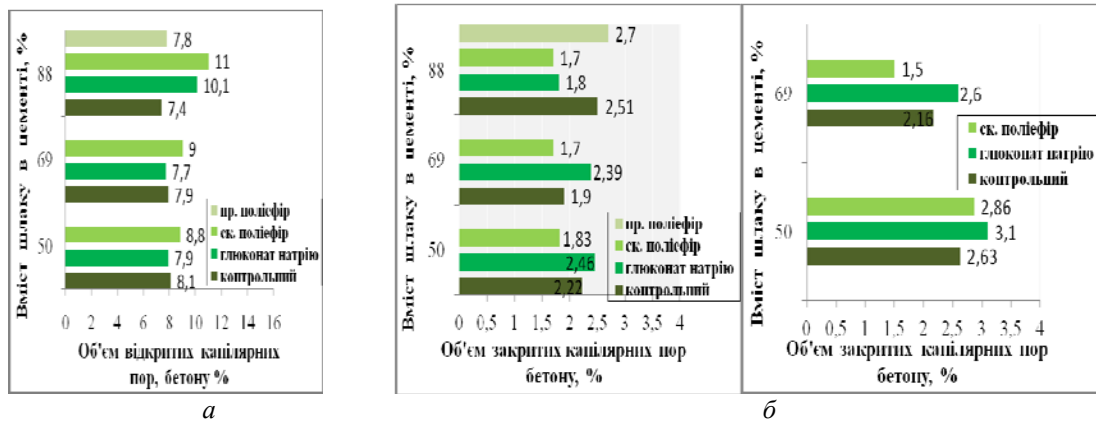


Рис. 2. Об'єм відкритих та закритих капілярних пор бетону залежно від ПАР в складі КД та вмісту шлаку в цементі, % (по табл. 2): а – № 1, № 3, № 5; б – № 2, № 4

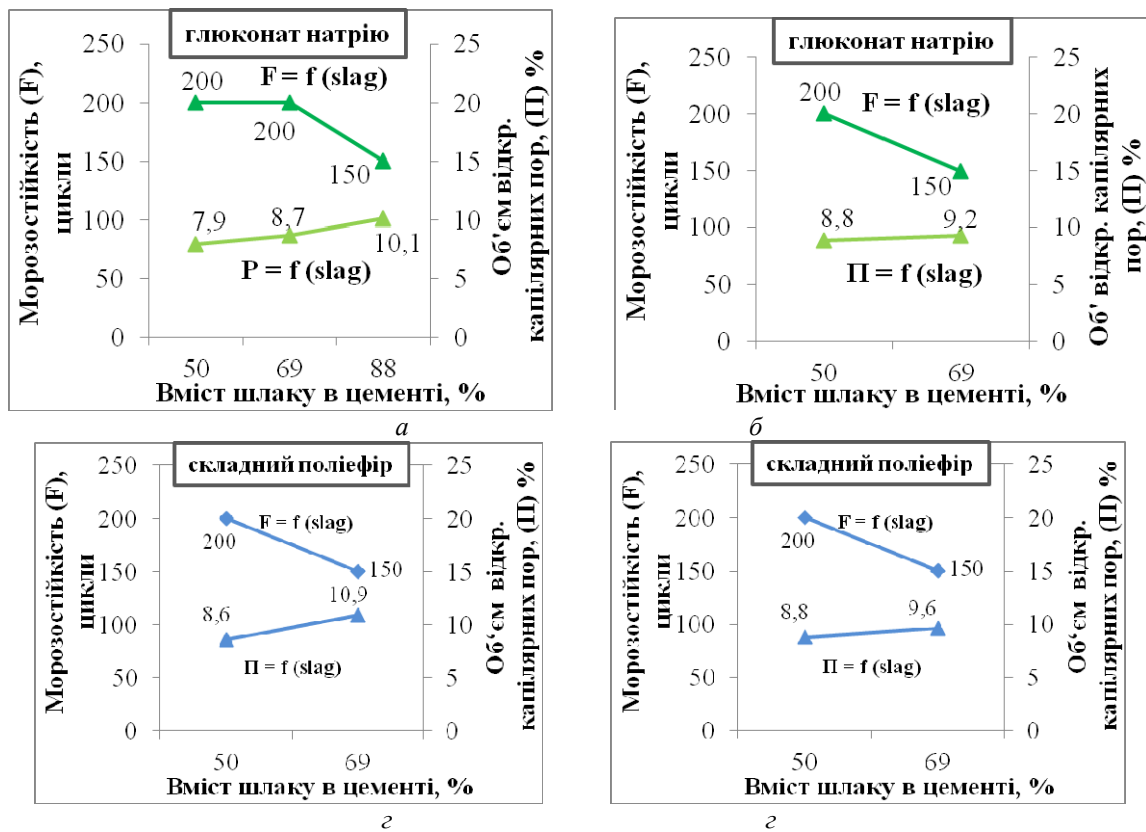


Рис. 3. Взаємозв'язок показників пористості та морозостійкості бетонів в залежності від ПАР в складі КД та вмісту шлаку в цементі (по табл. 2): а, в – № 1, № 3, № 5; б, г – № 2, № 4

Таблиця 3

Морозостійкість бетонів на основі ЛЦЕМ IV

Позначення цементу по табл. 2	Тип добавки	Втрата міцності, %, після циклів заморожування і відтавання			Марка по морозостій-кості
		3	4	5	
№1	ск. поліефір (ПА)	-1,4	-4,4	-4,9	F200
	глюкокат натрію	-0,6	-2,4	-4,2	F200
№2	ск. поліефір (ПА)	-0,9	-3,1	-5	F200
	глюкокат натрію	-1,0	-2,6	-4,4	F200
№3	ск. поліефір (ПА)	-1,6	-4,9	-8,1	F150
	глюкокат натрію	-1,1	-3,2	-4,7	F200
№4	ск. поліефір (ПА)	-1,9	-5,0	9,9	F150
	глюкокат натрію	-0,8	-2,9	-5,0	F150
№5	пр. поліефір	-1,0	-2,8	-4,9	F200
	глюкокат натрію	-1,5	-4,9	-7,9	F150

5. Висновки

1. Вивчено капілярну пористість та морозостійкість модифікованих бетонів на основі лужного шлакопортландцементу в залежності від співвідношення клінкерної і шлакової складової, виду і витрати лужного компонента в такому цементі та типу модифікуючої добавки. Показано, що збільшення вмісту шлаку при відповідному підвищенні вмісту лужного компонента в цементі визначає підвищення ефективності модифікації бетону добавкою на основі простого поліефіру, що проявляється в покращенні фізичних і експлуатаційних властивостей матеріалу та зменшенні ефективності модифікації бетонів добавкою на основі складного поліефіру.

2. Показано, що морозостійкість модифікованого бетону на основі лужного шлакопортландцементу взаємопов'язана з пористістю матеріалу. Збільшення об'єму відкритих капілярних пор визначає збільшення об'єму льоду, що утворюється в бетоні при від'ємних температурах, та відповідно, підвищення інтенсивності протікання процесу послаблення структури бетону, що в свою чергу впливає та експлуатаційних властивостей матеріалу.

Література

1. Dhir, R. K. Cement: a question of responsible use: Proceeding of the Intern. Confer. Held at the University of Dundee ["Cement combination for durable concrete"] [Text] / R. K. Dhir. – Scotland, Thomas Telford, UK, 2005. – P. 1–12.
2. Ушеров-Маршак, А. Шлакопортландцемент и бетон [Текст] / А. Ушеров-Маршак, З. Гергичны, Я. Маломепши. — Х.: Колорит, 2004. — 154 с.
3. Рунова, Р. Ф. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво [Текст] / Р. Ф. Рунова, В. И. Гоц, І. І. Назаренко та ін. – К.: УВПК ЕксОб, 2008. — 360 с.
4. Gelevera, A. G. Alkaline portland and slag portland cements [Text] / A. G. Gelevera, M. Kamel // First Int. conf. on alkaline cements and concretes. – Vipol Stock company, Kiev, 1994. – P. 173–180.
5. Глуховский, В. Д. Грунтосиликаты [Текст] / В. Д. Глуховский. – М.: Будівельник, 1959. – 120 с.
6. Krivenko, P. V. Alkaline Portland cements with high vol umes products of man-make and natural origin [Text] : Proceed. Int. Conf. / P. V. Krivenko, O. N. Petropavlosky, A. G. Gelevera // Alkali Activated Materials. – Prague, Czech Republic, 2007. – P. 413–427.
7. Quick hardening alkaline blast furnace cements: specific features of hydration and hardening [Text] : Materials International conference / E. Pushkarova, O. Gonchar, O. Bondarenko // Alkaline activated material. – Praha, June, 2007. – P. 565–580.
8. Штарк, Й. Долговечность бетона [Текст] / Й. Штарк, Б. Вихт.; пер. с нем. А. Тулаганова; под ред. П. Кривенко. – Киев, Оранта, 2004. — 293 с.
9. Krivenko, P. V. Cunstructive properties of the concretes made with alkali-activated cements of new generation [Text]: First Intern. Conf. / P. V. Krivenko, O. N. Petropavlovskii, G. V. Vozniuk, V. I. Pushkar // Advances of Chemically-activated Materials. — Jinan, Shandong, China, 2010, – P. 139–146.
10. Кривенко, П. В. Щелочные цементы и бетоны на мировом и отечественном строительном рынке: нормативная база, особенности свойств, перспективы

развития [Текст] : сб. тр. науч.-практ. конф. / П. В. Кривенко, Р. Ф. Рунова, И. И. Руденко // ООО „Будиндустрия ЛТД“, Запорожье, 2012. – С. 95–104.

11. Пушкарьова, К. К. Бетони на основі лужного шлакопортландцементу, модифікованого комплексними добавками [Текст] / К. К. Пушкарьова, О. П. Бондаренко // Збірник наукових праць «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі і споруди». – 2011. – Вип. 21. – С. 62–67.

12. ДСТУ Б В.2.7-181:2009 Цементи лужні. Технічні умови [Текст] / Національний стандарт України, 2009.

13. ДСТУ Б В.2.7-171:2008 (EN 934-2:2001, NEQ) Добавки для бетонів і будівельних розчинів. Загальні технічні умови [Текст] / Національний стандарт України, який відповідає EN 934-2:2001 “Admixtures for concrete, mortar and grout. – Part 2: Concrete admixtures – Definitions, requirements, conformity, marking and labelling”, 2008.

14. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності [Текст] / Національний стандарт України. – Київ Мінрегіонбуд України, 2009.

15. ДСТУ Б В.2.7-47-96 (ГОСТ 10060.0-95) Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги [Текст] / Москва, 1996.

Rererences

1. Dhir, R. K. (2005). Cement: a question of responsible use //Proceed. Int. Conf. held at the University of Dundee ["Cement combination for durable concrete"]. Scotland, Thomas Telford, UK, 1–12.
2. Usherov-Marshak. A. V. (2004). Slag Portland cement and concrete. Kharkov, Colorite, 154.
3. Runova, R. F., Gots, V. I., Nazarenko, I. I. (2008). Structural materials of new generation technology and their introduction into the construction. Kiev, EksOb, 360.
4. Gelevera, A. G., Munzer, Kamel (1994). Alkaline portland and slag portland cements First Int. conf. on alkaline cements and concretes. Kiev, 173–180.
5. Gluhovskyi, V. D. (1959). Gruntosilikaty. Kiev, 120.
6. Krivenko, P. V., Petropavlosky, O. N., Gelevera, A. G. (2007). Alkaline Portland cements with high volumes products of man-make and natural origin. Proceed. Int. Conf. “Alkali Activated Materials”. Prague, Czech Republic, 413–427.
7. Pushkarova, E., Gonchar, O., Bondarenko, O. (2007). Quick hardening alkaline blast furnace cements: specific features of hydration and hardening. Proceed. Int. Conf. “Alkali Activated Materials”. Prague, Czech Republic, 565–580.
8. Stark, J., Wicht, B. (2004). Dauerhaftigkeit von Betons. Schriften der HAB Weimar- Universität, 282.
9. Krivenko, P. V., Petropavlovskii, O. N., Vozniuk, G. V., Pushkar, V. I. (2010). Cunstructive properties of the concretes made with alkali-activated cements of new generation. First Intern. Conf. on Advances of Chemically-activated Materials. Jinan, Shandong, China, 139–146.
10. Krivenko, P. V., Runova, R. F., Rudenko, I. I. (2012). Alkaline cements and concretes on the world and domestic construction market: regulation framework, especially the properties and prospects of development. Proceedings of the Scientific-practical conference. Kiev, Budindustriya LTD, 95–104.
11. Pushkarova, K. K., Bondarenko, O. P. (2011). Concrete based on alkali slag Portland cement modified with complex additives. Scientific Papers. Rivne, 62–67.
12. DSTU B V.2.7-181:2009 Alkiline cement. Specifications (2009). National standard of Ukraine.
13. DSTU B V.2.7-171:2008 (EN 934-2:2001, NEQ)

Additives for concrete and mortar. General specifications (2008). National standard of Ukraine, appropriate EN 934-2:2001 "Admixtures for concrete, mortar and grout Part 2: Concrete admixtures – Definitions, requirements, conformity, marking and labelling".

14. DSTU B V.2.7-170:2008. Building materials.

Concretes. Methods for determining the average density, moisture content, water absorption, porosity and water resistance (2008). National standard of Ukraine). Kiev.

15. DSTU B V.2.7-47-96. Building materials. Concretes. Methods for determining the frost resistance. General specifications (1996). Moscow.

Дата надходження рукопису 30.09.2014

Гоц Володимир Іванович, доктор технічних наук, професор, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, Україна, 03680

Рунова Раїса Федорівна, доктор технічних наук, професор, Науково дослідний інститут в'язучих речовин і матеріалів, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, м. Київ, Україна, 03680

Руденко Ігор Ігорович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Науково-дослідний інституту в'язучих речовин і матеріалів, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський 31, м. Київ, Україна, 03680

Ластівка Олесь Васильович, аспірант, кафедра Технологія будівельних конструкцій виробів і матеріалів Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський 31, м. Київ, Україна, 03680

Говдун Ярослав Олександрович, Будівельно-технологічний факультет, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський 31, м. Київ, Україна, 03680

УДК 66.

DOI: 10.15587/2313-8416.2014.27623

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА В ОПТИМИЗАЦИИ СИНТЕЗА ВАНКОМИЦИН-СЕЛЕКТИВНЫХ "ИСКУССТВЕННЫХ РЕЦЕПТОРОВ"

© Е. Н. Музыка

Работа направлена на использование хемометрического подхода "планирование эксперимента", реализованного с помощью прикладного программного пакета MODDE 9.0, для оптимизации параметров синтеза ванкомицин-селективных наночастиц ("искусственных рецепторов" на базе молекулярно импринтированных полимеров) на автоматическом реакторе с целью получения их максимального количественного выхода.

Ключевые слова: молекулярно импринтированный полимер, искусственный рецептор, ванкомицин, аффинность, планирование эксперимента

The work is focused on the use of chemometric approach to "design of experiment", implemented using MODDE 9.0 software package to optimize the synthesis of the vancomycin-selective nanoparticles ("artificial receptor" based on molecularly imprinted polymers) in an automatic reactor in order to obtain its maximum quantitative yield.

Keywords: Molecularly imprinted polymer, artificial receptors, vancomicine, affinity, design of experiment

1. Введение

Использование в современных сенсорах природных рецепторов, как правило, обеспечивает удовлетворительные аналитические характеристики, однако проблемой является их дороговизна и нестабильность [1]. Использование технологии, известной как *молекулярный ипринтинг*, способно решить или снизить остроту озвученных выше проблем. Молекулярно импринтированные полимеры (МИПы), или полимеры с молекулярными отпечатками, могут быть дешевой альтернативой природным рецепторам. Получаются «искусственные рецепторы» (на базе МИПов) в результате молекулярного импринтинга – сополимеризации функционального и сшивающего мономеров в присутствии молекул-шаблонов или импринт-

молекул. К настоящему времени для синтеза МИПов наиболее широко используется метод полимеризации в массе (bulk polymerization) [2]. К сожалению, полученные полимеры имеют много ограничений, в том числе высокий уровень неспецифического связывания и плохой доступности сайта для шаблона молекул и, следовательно, не используются в коммерческих анализах. Новые методы синтеза МИП в виде микро- и наночастиц обеспечивают лучший контроль качества сайтов связывания и морфологию полимера. Микро- и наноструктурные импринтированные материалы обладают правильной формой, малыми размерами с очень высоким соотношением площади поверхности к объему. Кроме того, их сайты связывания можно расположить в непосредственной близости к