



УДК 691.5

В.В. ГРАБОВЧАК, аспірант

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ВИКОРИСТАННЯ ЗОЛОЛУЖНИХ ЦЕМЕНТІВ ДЛЯ ПЛАСТИФІКАЦІЇ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Досліджено основні фізико-механічні характеристики бетонів на основі зололужних цементів. Установлено можливість покращення технологічних властивостей бетонної суміші за допомогою пластифікуючих добавок.

Ключові слова: зололужний цемент, міцність, клас (марка), осадка конуса бетонної суміші, водопотреба.

Останнім часом економічні й екологічні проблеми, що пов'язані з виробництвом портландцементу, обумовлюють необхідність його заміни на більш ефективні в'язучі системи, тому особливу актуальність набувають нові наукові розробки, які спрямовані на створення будівельних матеріалів та ресурсозберігаючих технологій з мінімальним використанням енергоємних компонентів. Не менш важливою є також проблема утилізації відходів промисловості, в якій в єдиний вузол переплелися питання охорони навколишнього природного середовища та ресурсозбереження. То ж одним із напрямків вирішення даних проблем є використання побічних продуктів промисловості у виробництві будівельних матеріалів. Крім того, враховуючи основні ідеї Концепції сталого розвитку і Київського протоколу [1, 2, 3], подальший розвиток цементної промисловості можливий за рахунок зниження витрат сировинних матеріалів та енергії, утилізації відходів промисловості.

Серед різноманітних сировинних матеріалів значний інтерес привертають золи від спалювання кам'яного вугілля, оскільки їх використання забезпечує будівельну галузь багатим джерелом дешевої, частково підготовленої сировини, сприяє зниженню забруднення навколишнього природного середовища.

На сьогодні відходами теплових електростанцій зайнято майже 3 тис. га землі, де складовано понад 300 млн т золошлаків, щорічне додаткове накопичення становить майже 12 млн т [4]. В Україні використовується лише близько 1 % золи ТЕС (найчастіше – безконтрольно і примітивно), у той самий час рівень утилізації зол і шлаків у США складає до 15 %, у Великій Британії – до 43 %, у Франції – до 55 %, у Німеччині – до 68 % [5].

Необхідність застосування зол ТЕС України в багатотоннажному виробництві, наприклад при виготовленні в'язучих речовин, бетонів та виробів на їх основі, є очевидною.

Розроблені НДІВМ ім. Глуховського зололужні цементи – це значний ступінь утилізації паливних зол (до 90 %) [6–10]. Такі в'язучі за своїми фізико-механічними характеристиками майже не відрізняються від портландцементних аналогів, а бетони на їх основі характеризуються високою міцністю, значною морозостійкістю, корозійною стійкістю, довговічністю тощо.

Метою даних досліджень є розробка важких бетонів на основі зололужних в'язучих та їх модифікація за допомогою пластифікуючих добавок для покращення технологічних властивостей.

Як компоненти для приготування зололужних в'язучих використовувались зола Ладижинської ДРЕС та кальцинована сода, для активації тверднення в'язучого – мелений доменний гранульований шлак та портландцемент. Склад та основні фізико-механічні характеристики зололужних цементів наведено в табл. 1.

Перевірка дії розроблених зололужних цементів у бетонах здійснювалась шляхом порівняння основних властивостей важких бетонів, виготовлених з використанням портландцементу марки М400 і зололужних цементів, які класифіковано відповідно до [11] як пуццлановий цемент типу ЛЦЕМ III-400 та композиційний цемент ЛЦЕМ V-400. Робота проводилась з урахуванням рекомендацій щодо складів бетонів і методів їх випробувань, які викладені у [12]. Результати випробувань наведено у табл. 2.

Таблиця 1 – Склад і властивості зололужних цементів

Тип цементу	Складові цементу, %			ТНГ, %	Початок тужавлення, год-хв	РК, мм	Міцність при стиску R _{ст} , МПа, після		
	Зола	Шлак	ПЦ				2 діб	7 діб	28 діб
ЛЦЕМ III-400	70	–	30	26,0	1–00	111	10,55	21,9	41,7
ЛЦЕМ V-400	60	30	10	25,5	1–10	111	13,6	25,18	39,6

Таблиця 2 – Порівняльні характеристики бетонних сумішей і бетонів

Тип цементу	В/Ц	Осадка конуса, см	Міцність при стиску, МПа, у віці				Клас (марка) бетону
			3 доби	7 діб	14 діб	28 діб	
ЛЦЕМ III-400	0,43	10,5	16,5	20,56	25,0	29,0	B22,5 (M300)
ЛЦЕМ V-400	0,43	12	12,8	24,95	31,7	39,31	B30 (M400)
ПЦ II А/Ш	0,5	10,5	7,2	14,1	18,3	36,1	B27,5 (M350)

Аналізуючи отримані результати, слід відмітити, що бетони на зололужному цементі характеризуються більшою інтенсивністю набору ранньої міцності. У межах однакової марки та вмісту цементу бетони на основі композиційного цементу належать до класу (марки) B30 (M400) і мають дещо вищу міцність у порівнянні з бетоном на пуцолановому цементі, який характеризується класом (маркою) B22,5 (M300). До того ж середня міцність бетону на цементі типу ЛЦЕМ V-400 більша за середню міцність бетону на портландцементі майже на 10 %.

Подальші дослідження були спрямовані на покращення технологічних властивостей бетонних сумішей. Для забезпечення необхідних технологічних властивостей бетонної суміші проводились дослідження можливості зменшення водопотреби, збереження пластичності у часі за рахунок використання пластифікуючої добавки на основі глюконату натрію.

Для визначення впливу вмісту пластифікатора на властивості зололужної бетонної суміші досліджувались зміни осадки конуса бетонної суміші за вмістом добавки від 0,05 % до 1,5 % та сталого водоцементного відношення (В/Ц = 0,43). За результатами досліджень (рис. 1) встановлено, що 1,5 %-на добавка надає бетонній суміші значної пластичності, суміш характеризується маркою за легкоукладальністю P4 (ОК=18 см), тоді як рухливість бездобавочної бетонної суміші становить P3 (ОК=10 см).

Однак негативним наслідком зведення даної кількості пластифікатора було значне висолоутворення (рис. 2)

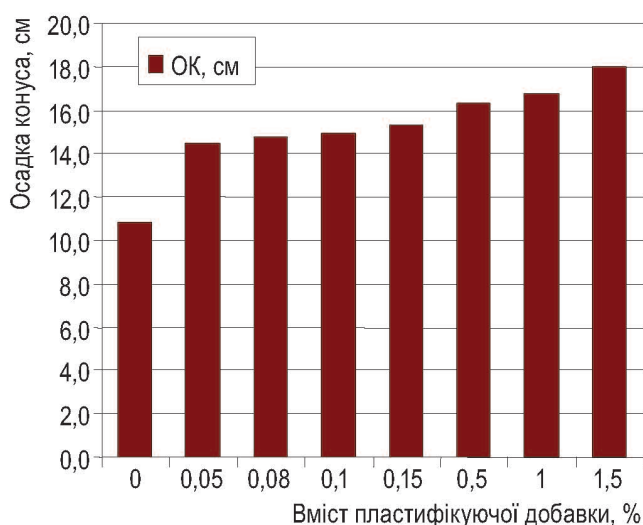


Рисунок 1 – Зміна осадки конуса від кількості пластифікуючої добавки

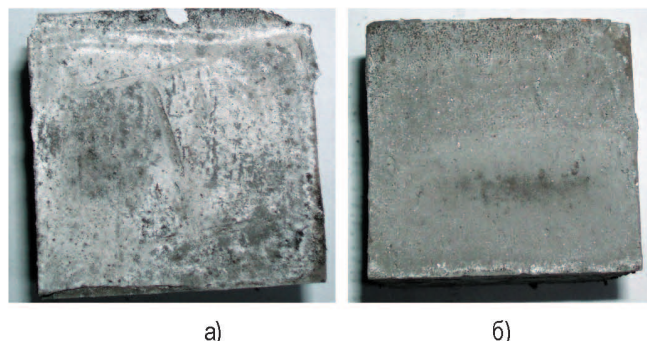


Рисунок 2 – Зовнішній вид зразка бетону на основі зололужного цементу з вмістом пластифікуючої добавки: а) – 1,5 %; б) – 0,05 %

на бетоні і відсутність міцності більше 2 діб, тому за результатами досліджень обрали найменшу кількість добавки – 0,05 %.

Аналізуючи отримані криві визначення життєздатності бетонних сумішей на основі зололужних цементів з використанням пластифікуючої добавки і без неї в часі (рис. 3), можна відзначити, що суміші з добавкою характеризуються життєздатністю більше 120 хв на відміну від бездобавочних, життєздатність яких складає майже 90 хвилин.

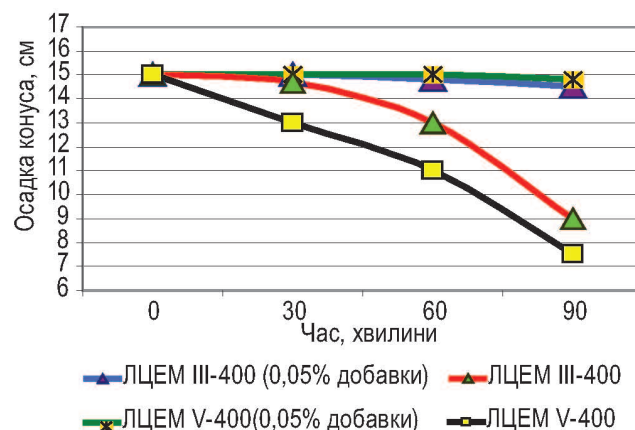


Рисунок 3 – Зміна показника життєздатності бетонної суміші з часом

ВИСНОВКИ

Визначено, що за міцністю і експлуатаційними показниками бетони на зололужному цементі не поступаються бетону на традиційному портландцементі, а в певних випадках навіть переважають їх, що може бути обумовле-



но розвитком більш щільної структури у таких бетонів за рахунок зниженої водопотреби, а також особливостями розвитку структури у лужному цементному камені.

Проведені дослідження використання пластифікуючої добавки у складі бетону показали можливість управління рухомістю та життєздатністю бетонних сумішей на основі зололужних цементів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. **Reiner, M.** Green Buildings and Fly Ash Concrete – The Commerce City, Colorado Project / M. Reiner, K.L. Rens, A. Ramaswami // *Achieving Sustainability in Construction : Proceed. Internat. Congress 'Global Construction : Ultimate Concrete Opportunities'*. – Dundee, 2005. – P. 111–118.
2. **Mehta, P.K.** Role of Fly Ash in Sustainable Development / P.K. Mehta // *Concrete, Fly Ash and the Environment Proceedings*. – 1998. – P. 13–25.
3. **Malhotra, V.M.** High-Performance, High-Volume Fly Ash Concrete Materials, Mixture Proportioning, Properties, Construction Practice, and Case Histories / V.M. Malhotra, P.K. Mehta // *Supplementary Cementing Materials for Sustainable Development*, Inc. Ottawa, 2002. – P. 150–160.
4. Про підсумки роботи підприємств паливно-енергетичного комплексу України за 2009 рік та завдання на 2010 рік : рішення № 1.1, від 26.02.2010 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://news.yurist-online.com/laws/17642/>.
5. Екологічний менеджмент : навч. посіб. / В.Ф. Семенов, О.Л. Михайлюк, Т.П. Галушкіна, Г.В. Крусір та ін. ; за ред. В.Ф. Семенова, О.Л. Михайлюк ; М-во освіти і науки України, ОДЕУ. – К. : Центр навч. літ-ри, 2004. – 407 с.
6. **Кривенко, П.В.** Золощелочные вяжущие / П.В. Кривенко, А.Г. Рябова // *Цемент*. – 1990. – № 11. – С. 14–16.
7. **Krivenko, P.V.** Fly ash containing geocements / P.V. Krivenko, J.V. Skurchinskaya // *Proc. Intern. Conf. On the Utilization of Fly ash and other Coal Combustion By-Products*. – Shanghai (China), 1991. – P. 64-1–64-7.
8. **Krivenko, P.V.** Fly ash – alkali cements and concretes / P.V. Krivenko // *Proc. Fourth CANMET-ACI Intern. Conf. on Fly Ash, Silica Fume, Slag and Natural Pozzolans in Concrete*. – Istanbul (Turkey), 1992. – P. 721–734.
9. **Krivenko, P.V.** Fly Ash Based Alkaline Cements / P.V. Krivenko, G.Yu. Kovalchuk // *2007-International Conference Alkali Activated Materials – Research, Production and Utilization*. – Praha, 2007. – P. 349–367.
10. **Kavalerova, E.S.** Sustainable Development Through the Use of High-Volume Fly Ash Cements / E.S. Kavalerova, K.K. Pushkarova, V.I. Gots, G.Yu. Kovalchuk // *16 Ibaasil, Weimar*. – 2006. – Vol. 1. – P. 0933–0940.
11. **ДСТУ Б.В. 2.7-181 : 2009.** Будівельні матеріали. Цементи лужні. Технічні умови. – Введ. 2009–08–01. – К. : Мінрегіонбуд, 2009. – 12 с.
12. **ДСТУ Б.В. 2.7-69-98.** Будівельні матеріали. Добавки для бетонів. Методи визначення ефективності. – Введ. 1999–01–01. – К. : Укрархбудінформ, 1998. – 37 с.

Поступила в редакцію 15.06.2011

Исследованы основные физико-механические характеристики бетонных смесей на основе золощелочных цементов. Установлена возможность улучшения технологических свойств бетонной смеси с помощью пластифицирующих добавок.

The paper covers studies of the principal physical-and-mechanical properties of concrete on the basis of fly ash-alkaline cements. The possibility of improving technological properties of concrete mixture with plasticizing additives is determined.