

## ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТИ, МОДИФІКОВАНІ ВІДХОДАМИ СКЛЯНОГО БОЮ

**Бондаренко О.П., к.т.н, доц., Захарченко К.Д., студ.,  
Новоселенко Є.Д. студ.**

*Київський національний університет будівництва і архітектури,  
Україна*

Питання ресурсозбереження в Україні досить актуальне на сьогоднішній день. Відомо, що будівельна галузь споживає біля третини всієї маси продукції матеріального виробництва, а матеріальні ресурси складають більше половини всіх затрат на виробництво будівельно-монтажних робіт. Ось чому найважливішим резервом ресурсозбереження у будівництві є широке використання вторинних техногенних ресурсів, якими є відходи виробництва та споживання. Застосування промислових відходів забезпечує галузь будівельних матеріалів багатим джерелом дешевої, а іноді вже частково підготовленої сировини, що приводить до економії капітальних вкладень, призначених для будівництва підприємств, які добувають та перероблюють сировину, й до підвищення рівня їх рентабельності; сприяє вивільненню значних площ земельних ділянок та зниженню ступеня забруднення навколишнього середовища. Використання промислових відходів у виробництві будівельних матеріалів дозволяє до 40% задовольнити потребу в сировині цієї галузі, на 10...30% знизити витрати на виробництво будівельних матеріалів у порівнянні з виробництвом їх із природної сировини, при цьому економія капітальних вкладень складає 35...50% [1-3].

При проведенні досліджень було використано шлакопортландцемент М300 трьох типів, а саме ШПЦ IV-А, ШПЦ IV-Б, ШПЦ IV-В з вмістом шлаку 20%, 40%, 60% відповідно згідно з діючим стандартом ДСТУ Б В.2.7-46:2010 «Цементи загальнобудівельного призначення. Технічні умови». При проведенні досліджень був обраний даний вид в'язучої речовини враховуючи його порівняно невисоку вартість. Проте, відомо, що шлакопортландцемент відрізняється повільним набором міцності, особливо в початкові етапи твердіння, саме тому як за мету було поставлено покращення його кінетики набору міцності.

Новий рік вимагає нових розробок і нових ідей у розвитку екологічно чистих матеріалів з наперед заданими спеціальними властивостями. Саме тому, для встановлення принципової можливості покра-

щення міцнісних характеристик на різних етапах тверднення шлакопортландцементу, а у подальшому і бетону на його основі в роботі використано в якості відходу скляний порошок у кількості 5%, 10%, 15% [4].

Оптимізація складу шлакопортландцементних в'язучих систем була проведена із застосуванням двофакторного трирівневого методу планування експерименту, в якому як змінні фактори вибрані вміст шлаку (20...60%) у складі шлакопортландцементу ( $X_1$ ) та кількість скляного порошку (10...15%) ( $X_2$ ). Як функцію відгуку було прийнято міцність при стиску зразків на основі шлакопортландцементів у віці 2, 7 та 28 діб. Рівні варіювання змінних факторів наведено у таблиці 1, план проведення експерименту та результати вивчення кінетики набору міцності зразків представлені в таблиці 2.

Таблиця 1

*Інтервали варіювання і значення змінних факторів*

Фактори, вид		Рівні варіювання			Інтервал варіювання
натуральний	кодований	верхній	середній	нижній	
вміст шлаку, %	$X_1$	20	40	60	20
кількість скляного порошку, %	$X_2$	5	10	15	5

Діаграми зміни міцності шлакопортландцементних в'язучих систем, модифікованих скляним порошком представлені на рисунку 1.

Аналіз отриманих діаграм зміни міцності шлакопортландцементних в'язучих систем, модифікованих скляним порошком, показує, що найкращі показники кінетики набору міцності на 2 добу мають склади з вмістом 40% шлаку та 5%, 10%, 15% скляного порошку. При цьому міцність складає 30,0; 22,5; 33,5 МПа відповідно (рис. 1). На 7 та 28 добу тенденція набору міцності не змінюється і найкращі показники міцності мають склади з вмістом 40% шлаку та 5%, 10%, 15% склопорошку. Так, міцність на сьому добу складає 53,0; 35,5; 37,5 МПа відповідно (рис. 2), а на 28 добу - 60,0; 45,3; 65,0 МПа відповідно (рис. 3).

Аналізуючи отримані дані, можна відмітити, що при модифікації шлакопортландцементних композицій скляним порошком прискорюється кінетика набору міцності і значно підвищуються міцнісні харак-

теристики, порівняно з шлакопортландцементом М300, який був використаний як базовий.

Таблица 2

Матриця планування експерименту та результати визначення фізико-механічних характеристик зразків штучного каменю на основі шлакопортландцементних композицій

Фактори, вид				Міцність при стиску, МПа, у віці, діб		
кодований		натуральний				
X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	вміст шлаку, мас. %	кількість скляного порошку, мас. %	2	7	28
1	1	60	15	15,9	27,9	43,1
1	-1	60	5	16,0	27,4	42,8
-1	1	20	15	17,8	30,3	41,5
-1	-1	20	5	20,1	30,1	42,9
1	0	60	10	15,6	27,6	42,4
-1	0	20	10	19,7	32,1	43,7
0	1	40	15	33,5	37,5	65,0
0	-1	40	5	30,0	53,0	60,0
0	0	40	10	22,5	35,5	45,3

### Висновки

1. Встановлено, що при введенні склопорошку у склад шлакопортландцементу міцнісні характеристики підвищуються до 33,5 МПа на 2 добу, 53 МПа на 7 добу, 65 МПа на 28 добу та 106 МПа на 90 добу. Це свідчить про наявність синергетичного ефекту при використанні даного складу.

2. Високі показники фізико-механічних характеристик шлакопортландцементу, модифікованого скляним порошком, свідчать про доцільність розкриття механізму процесів синтезу міцності розроблених

оптимальних складів в'язучих систем шляхом встановлення фазового складу новоутворень з використанням рентгенофазового, диференційно-термічного аналізів, електронної мікроскопії та зондового аналізу.

3. Запропоновані склади шлакопортландцементу, модифіковані скляним порошком, можуть бути рекомендовані для отримання бетонів спеціального призначення з прискореною кінетикою набору міцності, як на початкових так і на пізніх етапах твердіння.

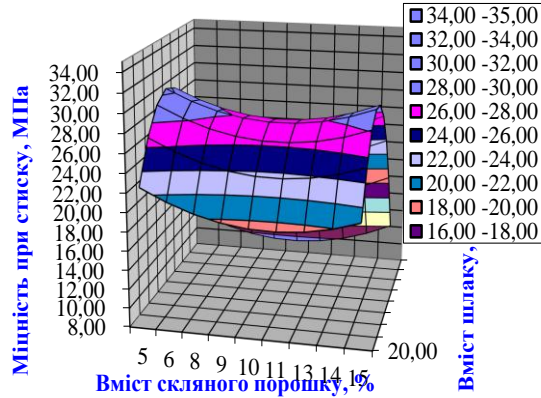


Рис. 1. Кінетика набору міцності шлакопортландцементів, що містить відходи скляного порошку, після твердіння протягом 2 діб

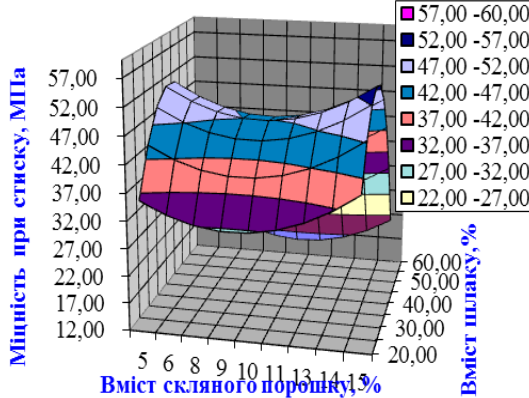


Рис. 2. Кінетика набору міцності шлакопортландцементів, що містить відходи скляного порошку, після твердіння протягом 7 діб

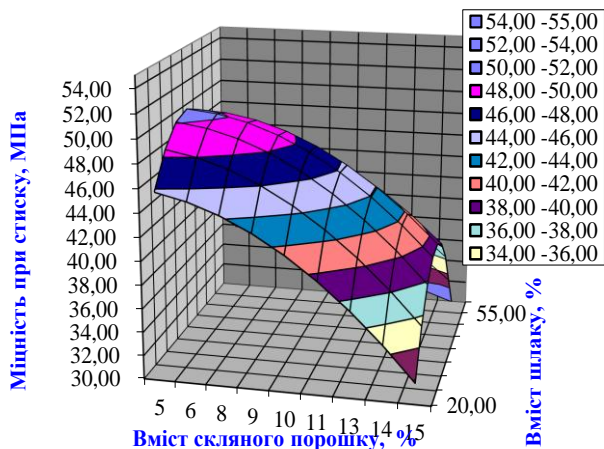


Рис. 3. Кінетика набору міцності шлакопортландцементів, що містить відходи скляного порошку, після твердіння протягом 28 діб

### Summary

**In work made a additives as well as the features of the kinetics of increasing strength of Blast-furnace cements modified with complex additives.**

### Література

1. Ольховский Г.Г. Перспективы развития теплоэнергетики / Г.Г. Ольховский, А.Г. Тумаковский // Энергия. – 2003. – № 4. – С. 9-16.
2. Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков: Монография / [Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Гоц В.И., Ковальчук Г.Ю.] - К.: Видавництво ООО “Експрес-Полиграф”, 2012. - 258 с.
3. 1. Кривенко П.В., Пушкарева Е.К., Гоц В.И., Ковальчук Г.Ю. Цементы и бетоны на основе топливных зол и шлаков: Монография – К.: Видавництво ООО “Експрес-Полиграф”, 2012. – 258 с.
4. Егоров К.И., Мамина Н.А. Отходы стекла экология, информация, бизнес // Строительные материалы. - 1998. - № 10.