

Вивчено вплив силікатовміщуючих матеріалів різного походження на процеси гідратації цементів. Встановлено, що на ранніх стадіях процесу тверднення найбільше впливає мінералогічний склад добавок. Наявність аморфного кремнезему або скла в добавках призводить до повільного набору міцності цементів в ранні строки тверднення. Термооброблені матеріали з високим вмістом термоактивованих алюмініїв суттєво пришвидшує цей процес

Ключові слова: цемент, мінеральні добавки, кислотно-лужний баланс, нормальна густина, гідратація, властивості

Изучено влияние силикатосодержащих материалов разного происхождения на процессы гидратации цементов. Установлено, что на ранних стадиях процесса твердения наиболее влияет минералогический состав добавок. Наличие аморфного кремнезёма или стекла в добавках приводит к медленному набору прочности в ранние сроки твердения. Термообработанные материалы с высоким содержанием термоактивированных алюминатов существенно ускоряют этот процесс

Ключевые слова: цемент, минеральные добавки, кислотно-щелочной баланс, нормальная плотность, гидратация, свойства

УДК 666.952
DOI: 10.15587/1729-4061.2015.43460

ОСОБЛИВОСТІ ТВЕРДНЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ЦЕМЕНТІВ З СИЛІКАТНИМИ ДОБАВКАМИ РІЗНОГО ПОХОДЖЕННЯ

В. В. Токарчук

Кандидат технічних наук, доцент*
E-mail: tokarchuk.volodya@yandex.ua

В. Ю. Сокольников

Інженер*

E-mail: xtkm@kpi.ua

В. А. Свідерський

Доктор технічних наук, професор*

E-mail: xtkm@kpi.ua

*Кафедра хімічної технології
композиційних матеріалів

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

1. Вступ

Останнім часом постійно збільшується випуск композиційних цементів з використанням силікатовмісних добавок різного походження. Це пояснюється декількома причинами.

По-перше, випуск таких цементів дозволяє зменшити в них вміст клінкерної складової, що не тільки здешевлює цемент за рахунок скорочення загальних енерговитрат на виробництво, але й дозволяє знизити загальні викиди в навколишнє середовище як твердих, так і газоподібних речовин, які утворюються при виробництві портландцементного клінкеру.

По-друге, введення мінеральних добавок дозволяє отримувати цемент, які мають деякі спеціальні властивості, що забезпечує більш ефективно їх використання.

Виробництво таких цементів потребує розширення сировинної бази активних мінеральних добавок. Тому проведення досліджень по виявленню критеріїв, за якими необхідно проводити пошук потенціальних добавок для виробництва композиційних цементів, є актуальними.

2. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Композиційні цементимаятьодинсуттєвийнедолік—це повільний набір міцності в ранні строки тверднення.

Введення силікатовміщуючих добавок в цемент дозволяє регулювати їх властивості, але призводить до певних змін в послідовності проходження процесів гідратації. Найчастіше зниження міцності композиційних цементів в ранні строки тверднення відбувається за рахунок утворення більшої, у порівнянні з бездобавочним цементом, кількості гелеподібної фази [1], яка не має міцності, а для утворення кристалічного каркасу потрібно більше часу. Крім того, на кінцеву (марочну) міцність композиційного цементу також впливає значення водоцементного відношення. Збільшення цього показника призводить до необхідності введення більшої кількості води в суміші [2] і, відповідно, до збільшення пористості цементного каменю.

На сьогоднішній день в якості мінеральних добавок при виробництві композиційних цементів використовуються переважно гранульовані доменні шлаки та зола-виносу [3]. Використання інших добавок значно менше. Умовно їх можна розділити на дві групи: природні матеріали та штучні.

Часто використовують опоку – осадову мікропористу породу, що складається з аморфного кремнезему (опалу) з домішками глинистої речовини, скелетних часток організмів і мінеральних зерен.

Відомі дослідження по введенню в цементи трепелу – пухкої або слабо зцементованої, тонкопористої опалової осадової породи [4]. Схожим хімічним складом відрізняє

ються цеоліти [5] – велика група близьких за складом і властивостями мінералів, водні алюмосилікати кальцію і натрію з підкласу каркасних силікатів [6].

В цілому, указані природні породи мають схожий хімічний склад, але їх використання досить обмежене.

Серед штучних матеріалів найбільш дослідженим є вплив на властивості цементів гранульованого доменного шлаку – відходів металургійного виробництва [7]. Мінералогічний склад представлений переважно мелелітом, воластонітом, ранкінітом і скловидною фазою [8] та зола-виносення – відходи згорання вугілля на теплогенеруючих станціях, які представлені переважно скловидною фазою та кварцом [9].

Відносно новим штучним матеріалом є метакаолін, який набуває популярності серед виробників бетону та бетонних виробів за рахунок інтенсифікуючого ефекту на міцність виробів та позитивний вплив на деякі інші властивості [10].

Значним резервом для цементної промисловості є відвали вугільних шахт [11], відходи переробки яких містять значну кількість силікатів та алюмінатів. Отримують їх після вилучення вугільної складової та термообробки з метою переведення залізовміщуючої складової в магнітний стан для подальшої сепарації. Температура термообробки коливається в межах від 600 до 800 °С. В зв'язку з тим, що вказаний процес проводиться для вилучення заліза і повністю відноситься до витрат збагачення, ці відходи значно дешевші за метакаолін.

Можна зробити висновок, що відомі активні мінеральні добавки мають значні відмінності як у хімічному, так і в мінералогічному складі. Враховуючи швидкий розвиток виробництва композиційних цементів, де вміст цих добавок перевищує 40 мас. %, необхідне більш детальне вивчення впливу таких добавок на особливості тверднення цементів. Це дозволить розширити сировинну базу виробництва композиційних цементів.

3. Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є визначення особливостей процесів гідратації композиційних цементів з вмістом різних, за мінералогічним складом та походженням, мінеральних добавок на початкових стадіях цього процесу.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі:

- Вивчити кінетику змін кислотно-лужного балансу водних розчинів системи цемент-добавка в ранні строки гідратації;
- Визначити вплив пуцоланової активності та ефективноі поверхні добавок на процеси гідратації композиційних цементів;
- Дослідити вплив вибраних силікатовміщуючих добавок на фізико-механічні властивості композиційних цементів.

4. Матеріали та методи дослідження впливу мінеральних добавок на процеси гідратації цементів

4.1. Досліджувані матеріали, що використовувалися в експерименті

Для вирішення поставлених задач були вибрані силікатовміщуючі матеріали, як природного (опока,

трепел, цеоліт), так і штучного походження (гранульований доменний шлак, зола-виносення, метакаолін та відходи збагачення вугільних відвалів). Хімічний склад силікатовмісних добавок наведений в табл. 1, мінералогічний склад – в табл. 2.

Таблиця 1

Хімічний склад силікатвміщуючих матеріалів

Матеріал	Вміст оксидів, мас. %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	R ₂ O	інші	п. п. п.
Природні матеріали								
Опока	71,1	7,9	2,3	2,5	1,9	1,8	1,0	11,5
Трепел	69,1	8,0	1,8	1,5	1,4	1,4	0,3	16,5
Цеоліт	71,5	12,0	2,8	1,5	1,8	2,1	0,5	7,8
Штучні матеріали								
Шлак доменний	37,9	6,8	1,3	41,0	7,7	1,8	2,8	0,7
Зола-виносу	52,4	22,9	10,1	3,1	2,1	4,1	2,8	2,5
Мета каолін	52,6	39,8	1,9	1,0	–	0,1	2,0	2,0
Відходи збагачення	57,3	22,7	7,4	1,3	1,8	6,5	3,0	–

Таблиця 2

Мінералогічний склад силікатвміщуючих матеріалів

Матеріал	Мінерали, що присутні в породах
Опока	Кварц, кристобаліт, польовий шпат, кальцит
Трепел	Слюда, кліноптилоліт, кварц, кристобаліт
Цеоліт	Кварц, кристобаліт, кліноптилоліт, слюда, кальцит
Шлак доменний	Меліліт, двокальцієвий силікат, склофаза
Зола-виносу	Кварц, гематит, склофаза
Метакаолін	Мулліт, кварц, кристобаліт, гематит
Відходи збагачення	Кварц, слюда, плагіоклаз

Наведені дані дозволяють зробити висновок, що вибрані матеріали мають суттєві відмінності як у хімічному так і в мінералогічному складі.

4.2. Методики визначення властивостей зразків

Значення рН водних розчинів системи цемент-добавка проводили з допомогою переносного рН-метра ППМ-03МІ, який призначений для вимірювання величини рН та окисно-відновлювального потенціалу (еН) у водних розчинах. Співвідношення компонентів складало 1:1. Значення рН розчинів вимірювали через кожні 2 хвилини в діапазоні протікання процесу від 2 до 40 хвилин.

Визначення значень змочування і питомої ефективноі поверхні добавок здійснювали на пристрої для визначення коефіцієнта фільтрації і капілярного просочення пористих і дисперсних тіл [11]. Пристрій запропонований Б. В. Дерягінін дозволяє визначити коефіцієнт гідрофільності поверхні матеріалів.

Активність мінеральних добавок визначали за кількістю вапна, яку здатна зв'язати добавка у кількості 1 г на протязі доби.

Міцність зразків цементів з добавками проводили в малих зразках із тіста нормальної густини. Визначали

міцність при стиску у віці 1, 3 і 28 діб. Нормальну густину зразків визначали за допомогою приладу Віка.

5. Результати досліджень впливу мінеральних добавок на процеси гідратації цементів

Були визначені кислотність водних розчинів відповідних добавок (рис. 1). В цілому, значення рН всіх добавок свідчать про те, що добавки можуть бути віднесені до кислих. Найменше його значення у золи-винесення, а найбільше у гранульованого доменного шлаку і метакаоліну.

Вивчалися процеси, які відбуваються відразу після затворення цементу водою. Характер процесів оцінювали по зміні значень рН водного розчину цементів з відповідними добавками у співвідношенні 1:1.

Встановлено, що гідратація зразків цементів з добавками природного походження, в розчині відбувається при поступовому збільшенні значень рН (рис. 2). Особливо швидко цей процес протікає у зразків з добавкою трепелу, але, в цілому, для всіх трьох добавок зв'язування силікатної складової добавок оксидом кальцію відбувається приблизно однаково.

Деякі інші криві значень рН розчинів цементів з добавками штучного походження (рис. 3).

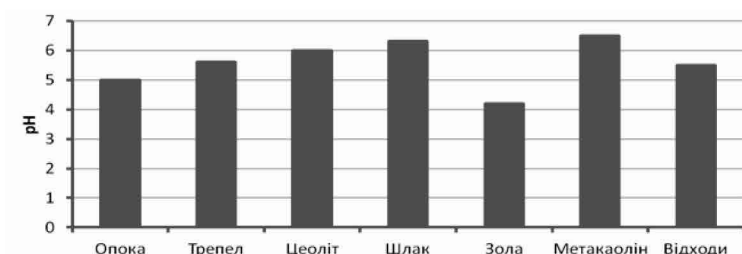


Рис. 1. Кислотність водних розчинів силікатвміщуючих добавок

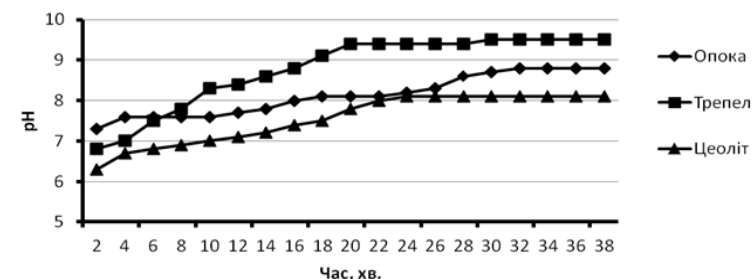


Рис. 2. Кінетика зміни рН розчинів з добавками природного походження

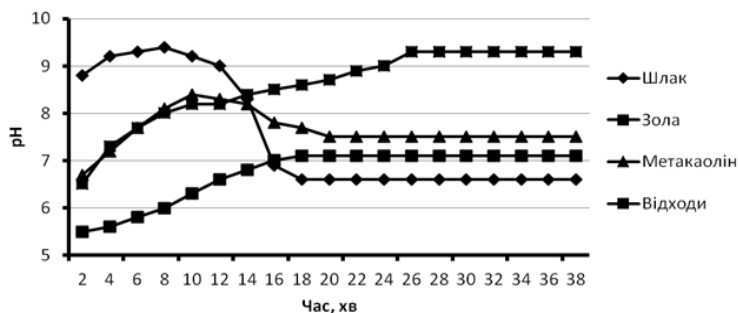


Рис. 3. Кінетика зміни рН розчинів з добавками штучного походження

Досліджувалися значення міцності зразків цементів з добавками у віці 1, 3 і 28 діб. Співвідношення цемент:добавка складало 60:40. Такий склад вибрали виходячи з того, що 40 мас. % добавки є граничним значенням для композиційних цементів.

Слід відмітити, що введення різних добавок в цемент досить суттєво впливає на нормальну густину цементного тіста (табл. 3).

Таблиця 3

Нормальна густина цементного тіста

Вміст добавки, мас. %	Нормальна густина цементного тіста, %, с добавками						
	Опока	Трепел	Цеоліт	Шлак	Зола	Метакаолін	Відходи
0	27,6						
10	31,2	30,0	33,6	27,6	27,6	30,0	29,4
20	34,2	35,0	36,2	27,6	28,2	31,8	30,6
30	37,2	38,2	38,1	27,0	28,2	33,6	31,8
40	40,8	38,4	39,5	27,0	28,2	36,6	32,4
50	46,8	47,4	49,5	27,0	30,6	40,8	33,6

Отримані результати добре корелюються з результатами по визначенню пуццоланової активності деяких мінеральних добавок (табл. 4).

Таблиця 4

Пуццоланова активність деяких мінеральних добавок

Добавка	Пуццоланова активність мг Са(ОН) ₂ на 1 г добавки
Доменний шлак	300
Відходи збагачення	525
Зола-винесення	875
Метакаолін	1000

Результати оцінки міцності цементів після 1 доби тверднення дозволяють зробити висновок, що (рис. 4) мінімальна вона у зразків з добавкою трепелу, а найвища у зразків з добавкою метакаоліну. В цілому міцність всіх цементів з природними добавками нижча, ніж із штучними.

Міцність зразків після 3 діб тверднення зберігають попередню тенденцію: найкращі показники по міцності у цементів з добавкою метакаоліна, найгірші у цементів з природними добавками (рис. 5).

Через 28 діб тверднення найбільшу міцність мають цементи з добавкою гранульованого доменного шлаку (рис. 6). Цемент з добавкою золи-винесення, як і у попередні строки тверднення, мають найменшу міцність.

З метою з'ясування фізичних параметрів матеріалів, які впливають на процеси взаємодії добавок, які містять силікатну складову, і процес тверднення малоклінкерних цементів, були проведені дослідження по визначенню змочувальності матеріалів по воді, коефіцієнт ліофільності, питомої поверхні матеріалів по воді і кислоту (табл. 5) за методом Б. В. Дерягіна [11].

Таблиця 5

Змочуваність і питома ефективна поверхня

Матеріал	Змочуваність по воді, град	Коефіцієнт ліофільності	Питома ефективна поверхня по воді, м ² /кг	Питома ефективна поверхня по ксилолу, м ² /кг
Опока	63	0,45	102449	147274
Шлак	62	0,58	34006	53634
Зола	61	0,40	42258	194825
Метакаолін	49	0,72	194825	207575
Відходи збагачення	50	0,70	222181	204944

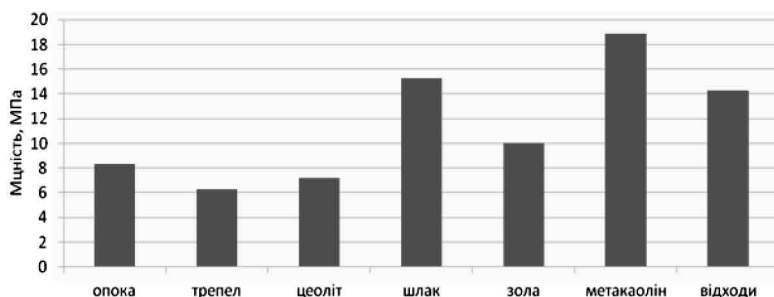


Рис. 4. Міцність зразків цементів із відповідними добавками при стиску (МПа) після 1 доби тверднення

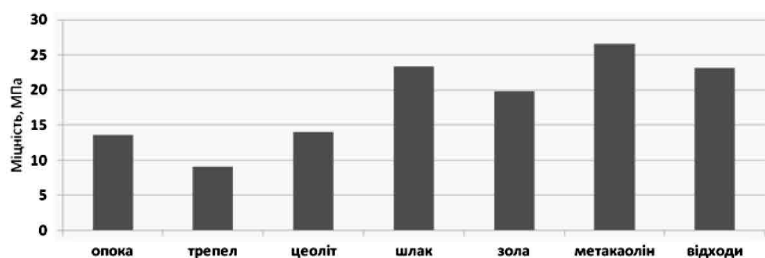


Рис. 5. Міцність зразків цементів із відповідними добавками при стиску (МПа) після 3 діб тверднення

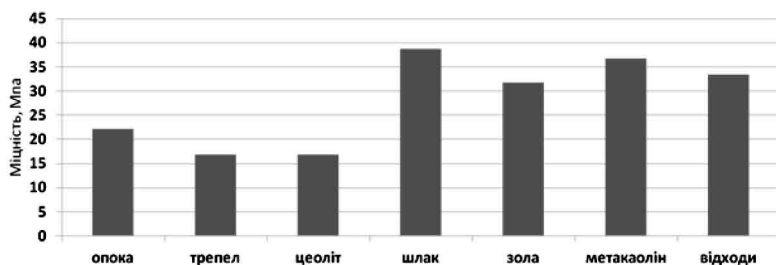


Рис. 6. Міцність зразків цементів із відповідними добавками при стиску (МПа) після 28 діб тверднення

6. Обговорення результатів дослідження впливу мінеральних добавок на процеси гідратації цементів

Оцінити хімічну активність добавок з точки зору їх взаємодії з клінкерними мінералами та продуктами їх гідратації можна по вивченню зміни значення рН розчинів. Крім того, кінцеве значення рН (досягнення рівноважного стану) розчину фактично дозволяє порівнювати і кількість найбільш активної частини добавок. Чим вище кінцеве (рівноважне) значення рН розчину, тим менше активної силікатної частини було в вихідній добавці.

Аналіз цих кривих дозволяє зробити також висновки про характер протікання процесів гідратації. Наприклад, в цементах з добавками природнього походження процес взаємодії добавки з продуктами гідратації клінкерних мінералів починається практично відразу і протікає досить швидко (рис. 2). Хоча є і незначні відмінності. Так, в розчинах з добавкою опоки відмічаються пологі ділянки кривих поглинання складових добавки оксидом кальцію. Це може свідчити про наявність різних форм кремнеземистих складових з різною активністю по відношенні до оксиду кальцію, для активації яких потрібна певна концентрація ОН-іонів.

Дещо інший вигляд має крива значень рН розчину при введенні цементу з гранульованим доменним шлаком (рис. 3).

Після початку тверднення цементів з добавкою гранульованого доменного шлаку лужність розчину певний період зростає і досить суттєво. В даному випадку (з урахуванням концентрації твердої фази в розчині) зниження лужності розчину, що свідчить про початок утворення гідратних сполук, починається тільки після 8 хвилини, а потім стрімко знижується. Крива залежності рН розчину з добавкою золи-виносення носить характер, який свідчить, що взаємодія цього матеріалу з гідроксидом кальцію починається відразу.

Вплив введення термооброблених матеріалів на рН розчинів носить дещо різний характер. Зміна лужності розчину з добавкою метакаоліну схожа на характер аналогічної кривої з добавкою гранульованого доменного шлаку. При початковому кислому середовищі відбувається збільшення лужності розчину, а потім його зниження. Скоріше за все на характер кривої накладається декілька процесів: можна допустити, що частина добавок метакаоліну починає реагувати відразу, а частина – пізніше. Можливо це пов'язано з утворенням нових сполук в метакаоліні при випади вихідного матеріалу.

Введення відходів вуглевидобування призводить до монотонного збільшення лужності розчину.

Якщо порівнювати значення міцності цементів з відповідними добавками, то можна зробити висновок, що процеси гідратації впливають і на швидкість набору міцності в ранні строки тверднення.

Введення природних добавок навіть при незначному введенні в цементах (10–20 мас.%) підвищує значення нормальної густини на 30–35 % (табл. 3). Це може бути пояснено наявністю в природних добавках значної кількості аморфного кремнезему. Саме таке значне підвищення кількості води для отримання тіста нормальної консистенції і обмежує вміст таких добавок в композиційних цементах. Фактично у всіх трьох природних добавок зростання цього показника знаходиться на одному рівні.

Введення штучних добавок в цементах дає дещо іншу картину. Добавки, які пройшли висотемператур-

ну обробку (гранульований доменний шлак та зола-винесення) незначно змінюють показник нормальної густини цементного тіста із збільшенням вмісту добавок. Вплив матеріалів, термооброблених при значно менших температурах (метакаолін та відходи збагачення відвальних порід), дещо інший. Практично відбувається монотонне зростання значень нормальної густоти цементного тіста із збільшенням вмісту добавки в цементі. Пояснити такі відмінності можна тим фактом, що при випалі метакаоліну і відходів збагачення відбувається аморфізація як силікатної складової, так і алюмінатної. В той час як при випалі шлаку і золи-винесення при високих температурах утворюються кристалічні сполуки та скло.

Цікаво, що найменша міцність зразків, серед цементів природнього походження, відмічається саме у цементів з добавкою трепелу, в яких процес взаємодії останньої з продуктами гідратації клінкерної складової цементу відбувався найшвидше. А найбільшою міцністю на ранніх стадіях тверднення відрізняються зразки з добавкою опоки, при гідратації яких процес взаємодії носив більш складний характер.

Серед цементів з добавками штучних матеріалів найкращі результати після 1 доби тверднення мають зразки з добавкою метакаоліна, а найменші з добавкою золи-винесення. Позитивний вплив метакаоліна, скоріше за все, пояснюється наявністю аморфізованих алюмінатів.

Якщо проаналізувати отримані результати то можна зробити висновок, що в ранні строки тверднення найкращий результат по інтенсифікації процесу набору міцності надають добавки у яких в процесі випалу відбувається аморфізація вихідних мінералів. Наявність склофази в добавках дещо уповільнює процес гідратації на ранніх стадіях тверднення, але у більш пізні строки ця різниця поступово вирівнюється.

Результати визначення питомої ефективною поверхні добавок (табл. 5), як і результати по їх пуцолановій активності (табл. 4), не дозволяють визначити параметри, які найбільше впливають на кінетику набору міцності композиційних цементів в ранні строки тверднення. Аналіз даних вказує на певну кореляцію отриманих результатів, але фактично визначають тільки швидкість взаємодії добавки з продуктами гідратації клінкерної складової цементів. Наприклад, значення

питомої ефективною поверхні опоки і метакаоліну одного порядку, але міцність зразків цементів суттєво відрізняються, особливо в ранні строки тверднення.

Таким чином, визначення зміни рН розчину цемент – добавка дозволяє з більшою часткою вірогідності зробити висновок про можливий вплив кремнеземвміщуючої добавки на процеси тверднення цементів на початкових стадіях цього процесу.

7. Висновки

На підставі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Вивчення кінетики зміни значень рН водних розчинів композиційних цементів з вибраними добавками свідчить, що характер протікання процесів гідратації залежить, в першу чергу від мінералогічного складу добавок (стану кремнезему). Матеріали в яких відбувається монотонне підвищення лужності розчину мають нижчу міцність в ранні строки тверднення. Відповідно аналіз даних по кінетиці змін кислотно-лужного балансу водних розчинів цемент-добавка дозволяє прогнозувати характер протікання процесів тверднення таких цементів на початкових стадіях цього процесу.

2. Отримані дані по пуцолановій активності мінеральних добавок та значень їх питомої ефективною поверхні дозволяють зробити висновок про певну кореляцію цих показників, але вони не є визначальними для характеристик міцності композиційних цементів в ранні строки тверднення, а визначають тільки швидкість протікання процесів гідратації. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що найбільший вплив на швидкість набору міцності має мінералогічний і хімічний стан кремнеземистої і алюмінатної складових добавок.

3. Дослідження впливу мінералогічного складу добавок на міцність композиційних цементів свідчить, що наявність аморфного кремнезему або скла в добавках призводить до більш повільного набору міцності композиційних цементів в ранні строки тверднення, ніж при наявності підвищеної кількості гідралічно активних алюмінатів.

Література

1. Соболев, Х. С. Влияние активных минеральных добавок на свойства композиционных цементов [Текст] / Х. С. Соболев, Т. С. Марків, М. А. Саницький, Г. В. Когуч // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – Хімія, технологія речовин та їх застосування. – 2003. – № 488. – С. 274–278.
2. Sanytsky, M. Composite cements for energy-saving concrete technologies [Text] / M. Sanytsky, Kh. Sobol, T. Markiv, W. Bialczak // Praca zbiorowa «Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym». – Czestochowa (Poland), 2004. – P. 373–377.
3. Здоров, А. И. Минеральные добавки и их эффективное использование [Текст] / А. И. Здоров // Цемент. – 1991. – № 1–2. – С. 24–27.
4. El-Hasan, T. Characterization and possible industrial application of Tripoli outcrops at Al-Karak Province [Text] / T. El-Hasan, H. Al-Hamaideh // Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences. – 2012. – Vol. 4. – P. 63–66.
5. Jana, D. A new look to an old pozzolan: clinoptilolite – a promising pozzolan in concrete [Text] / D. Jana // Proceedings of the twenty-ninth conference on cement microscopy, Quebec city, PQ, Canada, 2007. – Available at: http://www.bearriverzeolite.com/images_new/DipayanJana.pdf
6. Yoleva, A. Influence of the pozzolanic additives trass and zeolite on cement properties [Text] / A. Yoleva, S. Djambazov, G. Chernev // Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy. – 2011. – Vol. 3, Issue 46. – P. 261–266.
7. LaBarca, I. K. Effects of ground granulated blast furnace slag in Portland cement concrete (PCC) – Expanded study. Final report [Text] / I. K. Labarca, R. D. Foley, S. M. Cramer // Wisconsin Highway Research Program № 0092-05-01. – USA, 2007. – Available at: <http://wisdotresearch.wi.gov/wp-content/uploads/05-01slagexpanded-fr1.pdf>

8. Lewls, D. W. History of slag cements [Text] / D. W. Lewls// Presented at University of Alabama Slag Cement Seminar, 1981. – Available at: http://www.nationalslag.org/sites/nationalslag/files/documents/nsa_181-6_history_of_slag_cements.pdf
9. Joshi, R. C. Fly ash in concrete: production, properties and uses [Text] / R. C. Joshi, R. P. Lohita. – USA, 1997. – 128 p.
10. Frias, M. Effect of activated coal mining wastes on the properties of blended cement [Text] / M. Frias, M. I. Sanchez de Rojas, R. Garcia, A. Jyan Valdes, C. Medina // Cement and Concrete Composites. – 2012. – Vol. 34, Issue 5. – P. 678–683. doi: 10.1016/j.cemconcomp.2012.02.006
11. Леонов, П. А. Породные отвалы угольных шахт [Текст] / П. А. Леонов, Б. А. Сурначев. – М.: Недра, 1970. – 112 с.
12. Дерягин, Б. В. Прибор для определения коэффициента фильтрации и капиллярной пропитки пористых и дисперсных тел (руководство) [Текст] / Б. В. Дерягин, Н. Н. Захаваева, М. В. Талаев. – М.: ИТЭИ АН СССР, 1955.

Досліджено вплив додатку воластоніту, синтезованого за двостадійною технологією автоклавного отримання гідросилікату кальцію та його низькотемпературного випалу до силікату, на характер процесу топкості полив'яних покриттів. Вивчено вплив додатку синтетичного силікату кальцію на мікротвердість поверхні воластонітовмісних покриттів. При цьому виявлено більшу ефективність використання синтетичного воластоніту в порівнянні з концентратом природного мінералу

Ключові слова: воластоніт, гідросилікати кальцію, тоберморит, полив'яні покриття, топкість, мікротвердість

Исследовано влияние добавки воластонита, синтезованного по двостадийной технологии автоклавного получения гидросиликата кальция и его низкотемпературного обжига до силиката, на характер процесса плавления глазурных покрытий. Изучено влияние добавки синтетического силиката кальция на микротвердость поверхности воластонитосодержащих покрытий. При этом обнаружено более эффективное использование синтетического воластонита в сравнении с концентратом природного минерала

Ключевые слова: воластонит, гидросиликаты кальция, тоберморит, глазурные покрытия, топкость, микротвердость

УДК 666.29.02

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.43446

РОЗРОБКА ЛЕГКОТОПКИХ ПОЛИВ ПІДВИЩЕНОЇ ТВЕРДОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ ВОЛАСТОНІТУ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВИПАЛУ

О. В. Шулипа

Аспірант *

E-mail: oziaua@gmail.com

Я. І. Вахула

Доктор технічних наук, професор*

E-mail: sylikat@polynet.lviv.ua

З. І. Боровець

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: zb_Lviv@ukr.net

М. Г. Пона

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: pona.myron@yandex.ru

І. В. Солоха

Кандидат технічних наук, доцент*

E-mail: ceramic.sylikat@gmail.com

*Кафедра хімічної технології силікатів

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013

1. Вступ

У будівництві значна увага приділяється внутрішньому оздобленню приміщень, якості та довговічності облицювального матеріалу, його кольору і фактурі. При цьому широке застосування знаходить облицювальна кераміка, як матеріал, що характеризується високими експлуатаційними та декоративними властивостями. Довговічність облицювальних керамічних виробів підвищується нанесенням на їх поверхню захисного полив'яного або ангобованого покриття.

Полів'яні покриття надають облицювальним матеріалам не лише заданого кольору, чистоти тону та бажаної фактури, але й підвищують хімічну стійкість, механічну міцність та стійкість до стирання. Наявність на поверхні виробу гладкого склоподібного покриття полегшує процес очищення його від забруднень, що є важливим чинником як для побутової, так і для технічної кераміки.

Якість полив'яних покриттів залежить від їх експлуатаційних властивостей, які в свою чергу визначаються не лише оксидним складом поливи, але й наяв-