



Свідерський В. А.



Черняк Л. П.



Дорогань Н. О.



Нудченко Л. А.

Свідерський В. А., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, ☎ +38 044 406-86-05, ✉ xtkm@kpi.ua;

Черняк Л. П., доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, ☎ +38 044 454-97-96, ☎ 067 298-57-75, ✉ lpchernyak@ukr.net;

Дорогань Н. О., кандидат технічних наук, асистент кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, ☎ +38 098 714-30-39, ✉ nataliyadorogan@ukr.net;

Нудченко Л. А., Старший викладач кафедри хімічної технології композиційних матеріалів, ☎ +38 097 269-21-20, ✉ xtkm@kp.ua; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» (НТУ України «КПІ»), проспект Перемоги 37, корпус 21, м.Київ, 03056, Україна

V. Sviderskyi, Dr. Sci. (Tech.), professor, Head of Department of National Technical University of Ukraine «KPI» ☎ +38 044 406-86-05, ✉ xtkm@kpi.ua;

L. Cherniak, Dr. Sci. (Tech.), professor, professor of National Technical University of Ukraine «KPI» ☎ +38 067 298-57-75, ✉ lpchernyak@ukr.net;

N. Doroganyh, Cand. Sci. (Tech.) – PhD, assistant of National Technical University of Ukraine «KPI» ☎ +38 098 714-30-39, ✉ nataliyadorogan@ukr.net;

L. Nudchenko, Senior teacher of National Technical University of Ukraine «KPI» ☎ +38 097 269-21-20, ✉ xtkm@kp.ua;

National Technical University of Ukraine «KPI» Peremoga prosp. 37, Kyiv, 03056

ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ВЛАСТИВОСТЕЙ В'ЯЖУЧОГО МАТЕРІАЛУ ТИПУ РОМАНЦЕМЕНТ

ПОВЫШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВОЙСТВ ВЯЖУЩЕГО МАТЕРИАЛА ТИПА РОМАНЦЕМЕНТА

INCREASE IN THE PROPERTIES OF ASTRINGENT MATERIAL TYPE ROMAN CEMENT

Анотація. Наведено дані про розробки мінерального в'язучого матеріалу низькотемпературного випалу типу романцементу з підвищеною міцністю та білизною. Показано особливості фазового складу матеріалу після випалу на 1100 °С при застосуванні алюмо-кремнеземистих компонентів з підвищеною реакційною здатністю.

Ключові слова: романцемент, технологія, суміш сировинна, випал, аналіз, склад, властивості.

Аннотация. Приведены данные о разработке минерального вяжущего материала низкотемпературного обжига типа романцемента с повышенной прочностью и белизной. Показаны особенности фазового состава материала после обжига на 1100 °С при использовании алюмо-кремнеземистых компонентов с повышенной реакционной способностью.

Ключевые слова: романцемент, технология, смесь сырьевая, обжиг, анализ, состав, свойства.

Annotation. Data about development of mineral astringent material type Roman cement at the low temperature burning with enhanceable durability and whiteness are brought. The features of phase composition of material after burning on 1100 °C at the use of components that contain $Al_2O_3 - SiO_2$ with enhanceable reactionary ability are shown.

Keywords: Roman cement, technology, mixture raw material, burning, analysis, composition, properties.

Вступ

Виробництво найбільш поширеного мінерального в'язучого – портландцементу характеризується значними енергетичними витратами при високотемпературному випалі (понад 1400 °С) клінкеру та його помелі з добавками до високодисперсного стану [1-3]. Сучасні вимоги ресурсозбереження підвищують актуальність виробництва гідравлічних мінеральних в'язучих низькотемпературного випалу (900-1200 °С) типу романцементу [4, 5], що може стати в ряді будівельних робіт заміником більш енергоємного і вартісного портландцементу.

Тривалий час технологія виготовлення мінерального в'язучого типу романцементу базується, головним чином, на застосуванні одного різновиду сировини – мергелю [6, 7], розповсюдження якого є обмеженим [8]. Обмеженість сировинної бази виробництва, низькі показники властивостей, перш за все міцності, обумовили різке скорочення обсягів випуску та застосування романцементу. Проте за умови підвищення показників властивостей при меншій енергоємності у порівнянні з порт-

ландцементом в'язуче типу романцементу має перспективу використання у сучасному будівництві. Вирішення цієї науково-технічної задачі потребує розробки нових складів сумішей для виготовлення гідравлічного мінерального в'язучого низькотемпературного випалу з використанням нових різновидів сировини, в напрямку чого виконана подана робота.

Характеристика об'єктів дослідження

Вибір об'єктів дослідження в даній роботі здійснювався відповідно до основної мети – синтезу мінерального в'язучого матеріалу низькотемпературного випалу типу романцементу з підвищеною міцністю та білизною.

Згідно з цим вихідні сировинні матеріали повинні мати:

- підвищену реакційну здатність, забезпечуючи інтенсифікацію фізико-хімічних реакцій в силікатній системі при випалі із зменшенням максимальної температури;
- мінімальний вміст барвних оксидів для підвищення ступеню білизни кінцевого продукту.

Для виготовлення вихідної сировинної суміші застосовано:

- крейду Здолбунівського родовища Рівненської обл., що промислово використовується ПАТ «Волинь-Цемент»;
- гідроксид алюмінію ПАТ «Миколаївський глиноземний завод»;
- пиллокарц ПАТ «Новоселівський ГЗК» Харківської області.

За хімічним складом серед досліджуваної сировини проба здолбунівської крейди характеризується високим вмістом CaO, проба гідроксиду алюмінію – найбільшою кількістю оксиду алюмінію, проба пиллокарцу – найбільшим вмістом кремнезему (табл. 1).

Таблиця 1.

Хімічний склад сировини

Назва проби	Вміст оксидів, мас. %									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	в.п.п.
крейда	0,77	0,25	0,13	-	55,0	0,25	0,08	-	-	43,49
гідроксид алюмінію	-	65,0	-	-	-	-	-	-	-	35,0
пиллокарц	99,66	0,16	0,06	-	-	-	-	-	-	0,12

Аналіз мінералогічного складу досліджуваної сировини, проведений з застосуванням дифрактометра ДРОН – 3М, показав:

- основним породоутворюючим мінералом здолбунівської крейди є кальцит (97,6 мас.%) з домішками доломіту (1,2 мас.%), кварцу та каолініту – відповідно 0,5 і 0,6 мас.%;
- гідроксид алюмінію характеризується наявністю гідраргиліту (гіббситу), діаспору, беміту з незначною домішкою ільменіту (рис. 1);
- основним породоутворюючим мінералом пиллокарцу є кристалічний β-кварц.

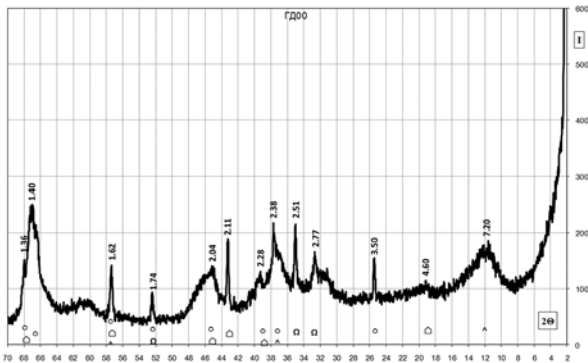


Рис. 1. Дифрактограма гідроксиду алюмінію ГД-00. Позначення: ○ – гідраргиліт (гіббсит), α – діаспор, Ω – ільменіт, Λ – беміт

У досліджуваній силікатній системі підвищена реакційна здатність у фізико-хімічних процесах при випалі сумішей у випадку оксидів кальцію і алюмінію обумовлюється їх утворенням при руйнуванні ґраток кальциту і гідроксиду алюмінію [9], а щодо діоксиду кремнію – тонкодисперсністю пиллокарцу.

Аналіз сировинних сумішей

Згідно відомих рекомендацій відносно технології романцементу склад вихідних сировинних сумішей визначали в інтервалі 1,1–1,7 гідралічного модулю

$$HM = \frac{CaO}{SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3}$$

із застосуванням комп'ютерних розрахунків [10].

На основі проведених комп'ютерних розрахунків встановлено, що у вказаному інтервалі НМ суттєво змінюється кількісне співвідношення компонентів системи, при цьому поряд із залежністю концентрації алюмокремнеземвісних компонентів від гідралічного модулю спостерігається суттєва зміна значень кремнеземного модулю.

Визначено, що в інтервалі концентрацій гідроксиду алюмінію від 10 до 25 мас. % необхідний вміст пиллокарцу змінюється від 25 до 14 мас. % при заданому НМ=1,1 та від 16,5 до 5,5 при НМ=1,7 (рис. 2).

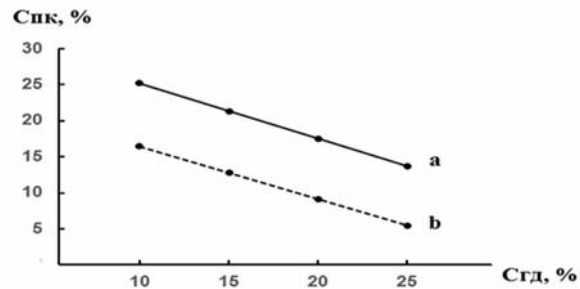


Рис. 2. Залежність вмісту пиллокарцу (Спк) і гідроксиду алюмінію (Сгд) в системі на основі крейди при НМ = 1,10 (а) та НМ = 1,70 (b)

Відповідно кількісному співвідношенню компонентів суміші в'язучі на основі досліджуваної силікатної системи характеризуються змінами хімічного складу. Так, при НМ = 1,1 в'язучі із збільшенням концентрацій гідроксиду алюмінію від 10 до 25 мас. % при приблизно рівному вмісті CaO на рівні 52 % і Fe₂O₃ на рівні 0,14 % відзначаються зменшенням кількості SiO₂ з 37,5 до 22 %, збільшенням кількості Al₂O₃ з 9,8 до 25,4 %. Згідно з цим кремнеземний модуль n зменшується з 3,8 до 0,5 (рис. 3).

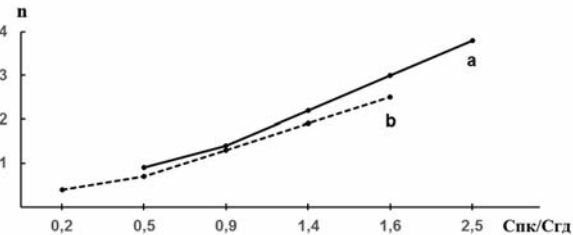


Рис. 3. Залежність кремнеземного модулю в'язучого (n) від кількісного співвідношення пиллокарцу та гідроксиду алюмінію (Спк/Сгд) при НМ = 1,10 (а) і НМ = 1,70 (b)

При НМ = 1,7 в'язучі із збільшенням концентрацій гідроксиду алюмінію від 10 до 25 мас. % при приблизно рівному вмісті CaO на рівні 63 % і Fe₂O₃ на рівні 0,15-0,17 % відзначаються зменшенням кількості SiO₂ з 26,3 до 9,8 %, збільшенням кількості Al₂O₃ з 10,4 до 26,9 %. Згідно з цим кремнеземний модуль n зменшується з 2,5 до 0,4.

Склад і властивості в'язучого матеріалу

Обрані для подальшого дослідження мінеральні в'язучі характеризуються відмінностями кількісного співвідношення компонентів вихідної сировинної суміші та, числами гідралічного і кремнеземного модулів (табл. 2).

Таблиця 2.

Склади сировинних сумішей дослідних в'язучих

Код суміші	Вміст компонентів, мас.%		
	крейда	гідроксид алюмінію	пиллокарц
K7	65,0	10,0	25,0
K9	73,5	10,0	16,5

Отримані в даній роботі результати рентгенофазового аналізу вказують на певні відмінності у фізико-хімічних перетвореннях при випалі досліджуваних сумішей, що корелюються із вказаним хімічним складом і залежать від вмісту та співвідношення компонентів (рис. 4, 5).

При однаковому якісному фазовому складі, проба К7 відрізняється від К9 більшою кількістю кварцу, кальцевих силікатів типу CS і C₂S, алюмінату кальцію типу СА та геленіту C₂AS.

Результати тестувань проб в'яжучого з досліджуваних сумішей свідчать про відмінності впливу алюмокремнеземвмісних компонентів на показники властивостей в'яжучого матеріалу (табл. 3). Так, згідно класифікації ДСТУ Б В.27-91-99 [11] за швидкістю тужавлення в'яжуче із сумішей К7 і К9 відноситься до групи надшвидкотужавлюючих (термін початку не пізніше 15 хв.), що вважається характерним для розширювального і напружуючого цементу. При цьому проба К7 відрізняється від К9 уповільненням процесу тужавлення, що пов'язується більшим співвідношенням кількісного вмісту пілокварцу і гідроксиду алюмінію Спк/Сгд – 2,5 проти 1,6.

Таблиця 3.

Властивості в'яжучого матеріалу

Показники	Код проби	
	К7	К9
Тонкість помелу, алишок на ситі 008, мас. %	7	8
Терміни тужавлення, хв.	початок	15
	кінець	90
Міцність на стиск через 28 діб, МПа	21	22
Білизна, %	80	80

Проби в'яжучого за вказаним стандартом відносяться до групи пониженої міцності (від 10 до 30 МПа на стиск), проте суттєво перевищують регламентовані показники романцементу, а за показниками білизни досягають вимог стандарту на білий портландцемент [12].

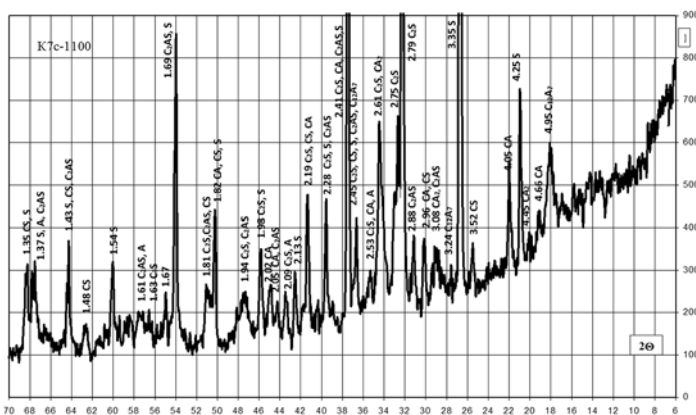


Рис. 4. Дифрактограма проби К7 в'яжучого після випалу на 1100 °С

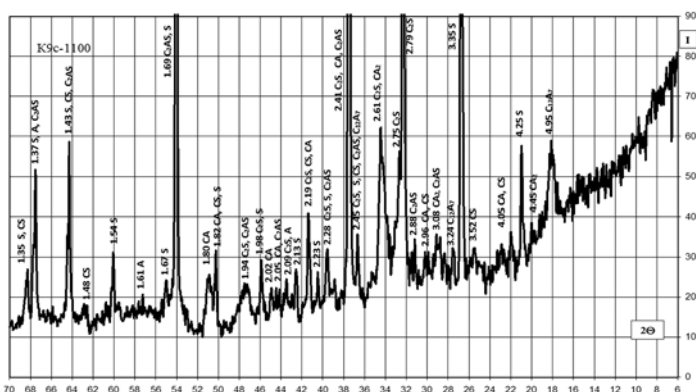


Рис. 5. Дифрактограма проби К9 в'яжучого після випалу на 1100 °С

Висновки

1. Розробка та практичне використання мінеральних в'яжучих низькотемпературного випалу сприяє комплексному вирішенню питань ресурсозбереження і технології виробництва силікатних будівельних матеріалів.
2. Визначені склади сировинної суміші на основі крейди із застосуванням алюмо – кремнеземвмісного комплексу гідроксид алюмінію – пілокварц дозволяють при максимальній температурі випалу 1100 °С отримати мінеральне в'яжуче, що перевищує романцемент за показниками марочності (200 проти 100) та білизни (80 проти 55 %).

Література:

1. Бутт Ю. М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев – М.: Высшая школа, 1980. – 460 с.
2. Duda Walter H. Cement Data Book, Volume 3: Raw Material for Cement Production – French & European Pubns, 1988. – 188 p.
3. Ghosh S. N. Advances in Cement Technology: Chemistry, Manufacture and Testing / Taylor & Francis, 2003. – pp. 828.
4. Шельонг Г. Романцемент – в'яжуче для опоряджувальних робіт в будівництві / Г. Шельонг, М.А. Саницький, Т.П. Кропивницька, Р.М. Котів // Строительные материалы и изделия. – К. – 2012. – № 1 (72). – С. 7-12.
5. Hughes D.C., Jaglin D., Kozlowski R., Mucha D. Roman cements – Belite cements calcined at low temperature // Cement.Concreat. Res., 2009. – № 39(2). – pp. 77-89.
6. Пашенко А. А. Вяжущие материалы / А. А.Пашенко, В. П.Сербии, В. А.Старчевская – К.: Вища школа, 1985. – 440 с.
7. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986.- 463 с.
8. Ткачук Л. Г., Куделя А. Д. Краткий обзор и прогнозная оценка ресурсов цементного сырья. Общие сведения // Перспективы развития минерально-сырьевой базы промышленности строительных материалов УССР. – К.: Наукова думка. – 1976. – С. 3-37.
9. Полубояринов Д. Н., Балкевич В. Л., Попильский Р. Я. Высокоглино-земистые керамические и огнеупорные материалы. –М.: Госстройиздат, 1960.- 232 с.
10. Свідерський В.А. Програмне забезпечення технології низькотемпературних вяжучих матеріалів / В.А. Свідерський, Л.П. Черняк, О. В. Сангінова, Н. О. Дорогань, М. Ю. Цибенко // Строительные материалы и изделия, 2017. – № 1-2 (93). – С. 22 – 24.
11. ДСТУ Б В.2.7-91-99. В'яжучі мінеральні. Класифікація. – Введ. 01.03.1999. – К.: Держбуд України, 1999. – 26 с.
12. ДСТУ Б В.2.7-257:2011. Портландцементи білі. Технічні умови. – Введ. 01.12.2012. – К.: Мінрегіон України, 2012. – 20 с.