

4. Выводы

Таким образом, применение доломитизированных огнеупоров, вместо периклазохромитовых, позволяет повысить стойкость материала футеровки конвертера. Использование доломитизированных огнеупоров для футеровки конвертера газокислородного рафинирования позволило увеличить длительность эксплуатации огнеупорной кладки с 30 до 90 плавов

Литература

1. Нефедов, Ю.Н. Разработка и промышленное освоение технологии выплавки коррозионностойких сталей методом газокислородного рафинирования [Текст] / Ю. Н. Нефедов, А. В. Рабинович, Ю. В. Садовник // Современные проблемы металлургии. – Днепропетровск, 1999. – Вып. 1. – С. 112-132.
2. Бауэр, Г. Вакуумная обработка легированных сталей в ковше [Текст] / Г. Бауэр, Г. Фляйшер, О. Эттерих, И. Отто // Черные металлы. – 1970. – № 14. – С. 3-9.
3. Шмидт, М. Производство высоколегированных сталей в кислородном конвертере [Текст] / М. Шмидт, О. Эттерих, Г. Бауэр, Г. Фляйшер // Черные металлы. – 1968. – № 4. – С. 3-10.
4. Mamro, K. Badania nad przebiegiem odwegniania staliw prozni [Text] / K. Mamro, A. Lux, J. Sutkowski, C. Witek // Hutnik (PRL). – 1976. – № 43. – № 2. – С. 54-58.
5. Scrap Metal Prices For Steel [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/URL: <http://scrapinasnapshop.com/scrap-metal-prices-for-steel/>. – 05.10.2013.
6. Process technology followed for sponge iron [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: http://www.ecaswb.org/editor_upload/files/Process%20Technology.pdf. – 05.10.2013.
7. Шульга, В. О. Физико-химический анализ процесса раскисления стали [Текст] / В. О. Шульга, И. Ф. Червоний, С. Г. Егоров, В. П. Грицай // Металургия. – 2012. –

Вып. 3 (28). – С. 38-42.

8. Шульга, В. О. Об эффективности комплексного раскисления стали [Текст] / В. О. Шульга, И. Ф. Червоний, С. Г. Егоров, В. П. Грицай, О. И. Казачков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 6/1 (60). – С. 33-37.
9. Аксельрод, Л. М. Повышение стойкости футеровки конвертеров [Текст] / Л. М. Аксельрод, А. П. Лаптев, В. А. Устинов, Ю. Д. Геращук // Металл и литье Украины. – 2009. – № 1-2. – С. 9-15.
10. Огнеупоры для футеровки кислородных конвертеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: \www/ URL: <http://uas.su/books/refractory/91/razdel91.php>. – 05.11.2013.

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВОГNETРИВНОГО ФУТЕРУВАННЯ КОНВЕРТЕРА

Розглянуті питання технології газокисневого рафінування нержавіючих сталей із застосуванням конверторів з донним продуванням газу. Відзначається, що технологія аргонекисневого рафінування має ряд недоліків, до яких відносяться підвищена витрата аргону на плавку, низька стійкість футерування реактора і низька для конвертерного переділу продуктивність. Запропонований новий матеріал футерування конверторів.

Ключові слова: рафінування, футерування, знеуглецювання, конвертер, вогнетрив, ванно, аргон, природний газ.

Шульга Віктор Олегович, аспірант, кафедра металургії кольорових металів, Запорізька державна інженерна академія, Україна, e-mail: rot44@yandex.ru

Шульга Віктор Олегович, аспірант, кафедра металургії кольорових металів, Запорізька державна інженерна академія, Україна, e-mail: rot44@yandex.ru

Shulga Victor, Zaporozhye State Engineering Academy, Ukraine, e-mail: rot44@yandex.ru

УДК 666.9:544.77.022

Черняк Л. П.

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ ДИСПЕРСНИХ СИСТЕМ У ТЕХНОЛОГІЇ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ

Наведено результати аналітичних і експериментальних досліджень фізико-хімічних процесів послідовного формування коагуляційної, конденсаційної та кристалізаційної структур на основних технологічних стадіях виробництва портландцементу. Визначено групи дисперсних систем на стадіях технології. Вказано характеристики коагуляційної структури цементного шламу та особливості фазових перетворень в залежності від ступеня термічної обробки при випалі.

Ключові слова: цемент, сировина, технологія, структура, водна система, випал, фазовий склад.

1. Вступ

Технологія виготовлення цементу розвивається в напрямках розширення сировинної бази з залученням відходів інших галузей промисловості як техногенної сировини, механізації та підвищення продуктивності обладнання, зменшення питомих енерговитрат при випалі та помелі [1, 2]. Актуальність цих задач посилюється в сучасних ринкових умовах, коли забезпечення конкурентоспроможності цементної промисловості України потребує підвищення ефективності виробництва,

вирішення питань ресурсозбереження та екології на інноваційній основі – шляхом розвитку фізико-хімічних засад методології отримання в'язучих речовин, виходячи з концепції взаємозв'язку «склад – структура – властивості».

2. Структурування при сучасних способах виробництва цементу

Згідно положень фізико-хімічної механіки

технологічний процес виробництва силікатних матеріалів є за своєю суттю процесом формування та послідовних перетворень їх структури [3, 4].

В сучасному виробництві цементу використовуються мокрий, комбінований та сухий способи, які при певних відмінностях параметрів процесів технології та структуроутворення мають забезпечити однаково високі задані властивості продукції. Загальним для всіх способів виробництва цементу є утворення дисперсної системи сировинної суміші на стадії подрібнення, помелу, змішування і гомогенізації вихідних матеріалів.

Незалежно від хімічної природи, фізичних властивостей та цільового призначення дисперсні системи з участю твердих фаз поділяють на три основні групи [5]. При мокрому та комбінованому способах виготовляється цементний шлам – водна дисперсна система, що відноситься до 2-ї групи: двофазні системи типу тверда дисперсна фаза – рідинне дисперсійне середовище. При сухому способі утворюється дисперсна система, що відноситься до 3-ї групи: трьохфазні системи типу тверда дисперсна фаза – воднорідинне та повітряногазове дисперсійне середовище.

Особливості формування коагуляційної структури цементного шламу в технологічному процесі визначаються стадійністю: взаємодія поверхні частинок компонентів дисперсної фази з водним дисперсійним середовищем → зміна хіміко-мінералогічного та гранулометричного складів при спільному помелі карбонатних і глинистих компонентів та мінеральних добавок → часткове руйнування та зміна реологічних характеристик під зовнішнім тиском при транспортуванні → збільшення концентрації дисперсної фази при частковому (за комбінованим способом) або інтенсивному (за мокрим способом) зневодненні в обертовій печі.

Кристалізаційна структура портландцементного клінкеру характеризується видом, кількістю, ступенем морфологічної досконалості кристалічних утворень, складом склофази, кількісним співвідношенням кристалічної та склофаз. Утворення кристалізаційної структури клінкеру проходить при термічній обробці сировинної суміші на стадіях декарбонізації та руйнування кристалічних ґраток породотворюючих мінералів дисперсних частинок, твердофазних реакцій фізико-хімічної взаємодії продуктів руйнування, утворення рідкої фази, спікання в присутності рідкої фази, кристалізації новоутворень з рідкої фази та охолодження [6 – 11]. Очевидно, що в такому процесі спікання силікатна система може визначатись наявністю коагуляційної структури другого роду і також бути віднесена до 2-ї групи: двофазні системи типу тверда дисперсна фаза – рідинне дисперсійне середовище (розтоп). При цьому хіміко-мінералогічний склад суміші, спосіб її підготовки та параметри високотемпературної обробки – випалу – є визначальними факторами досягнення заданого мінералогічного складу клінкеру.

3. Експериментальна частина

Коагуляційна структура шламу сировинної суміші може бути характеризована показниками структурно-механічних, реологічних та технологічних властивостей.

Прикладом цього є результати наших досліджень цементного шламу ВАТ «ПівденьЦемент», де використовується типова за складом сировинна суміш вапняку як карбонатного компоненту і місцевої полімінеральної глини.

За даними рентгенофазового аналізу мінералогічний склад цієї суміші (проба Nr) характеризується переважним вмістом кальциту, каолініту і кварцу.

Дослідження деформаційних процесів водної дисперсної системи шламу показало (табл. 1), що за характером розвитку деформацій – швидкої еластичної ϵ_0' , повільної еластичної ϵ_2' та пластичної $\epsilon_1't$ проба шламу відноситься до IV-го структурно-механічного типу, коли $\epsilon_1't > \epsilon_0' > \epsilon_2'$.

Таблиця 1

Структурно-механічні характеристики цементного шламу

Код проби (вологість, мас.%)	Модуль швидкої еластичної деформації, $E_1 \cdot 10^{-4}$, Па	Модуль повільної еластичної деформації, $E_2 \cdot 10^{-4}$, Па	Умовна статична межалінійності, R_{k1} , Па	Найбільша пластична в'язкість, $\eta_1 \cdot 10^{-2}$, Па·с	Еластичність, λ	Статична пластичність, $\frac{P_{k1}}{\eta_1} \cdot 10^2$, η_1^{-1}	Період істинної релаксації, θ_1 , с	Умовний модуль деформації, $E_e \cdot 10^{-3}$, ерг/см ³
Nr (37,6)	32,6	125,4	1,40	28,5	0,21	4,91	110	2,57

Згідно з уявленнями фізико-хімічної механіки дисперсних структур відносно більший розвиток швидкої ϵ_0' у порівнянні з повільною еластичною ϵ_2' свідчить про переважне утворення найбільш міцних контактів частинок типу кут-кут, кут-ребро, ребро-ребро. Переважний розвиток пластичних деформацій $\epsilon_1't$ вказує на добру плинність шламу. При цьому стійкість шламу, що визначається коефіцієнтом $K_y = \epsilon_0' / C$ (де C – концентрація дисперсної фази), становить 0,12.

Шлам Nr відзначається достатньо високим значенням умовного модулю деформації E_e , який вказує на силу молекулярної взаємодії та енергію зв'язку частинок дисперсної фази, що корелюється з відзначеними показниками в'язкості, межі плинності та кінетичної стійкості K_y .

Отримані дані рентгенофазового аналізу дозволяють оцінити ступінь структурних перетворень мінеральних компонентів суміші Nr в процесі високотемпературної обробки. Встановлено, що після випалу на температуру 1100 °C має місце значне зменшення концентрації кристалічного кварцу, повне руйнування кристалічних ґраток кальциту і глинистих породотворюючих мінералів, натомість фіксується кристалізація новоутворень кальцієвих силікатів, алюмінатів і алюмоферитів кальцію.

Після випалу на максимальну температуру 1450 °C проба клінкеру відзначається значним збільшенням вмісту кальцієвих силікатів, переважно типу C_3S , деяким збільшенням концентрації феритів кальцію (рис. 1).

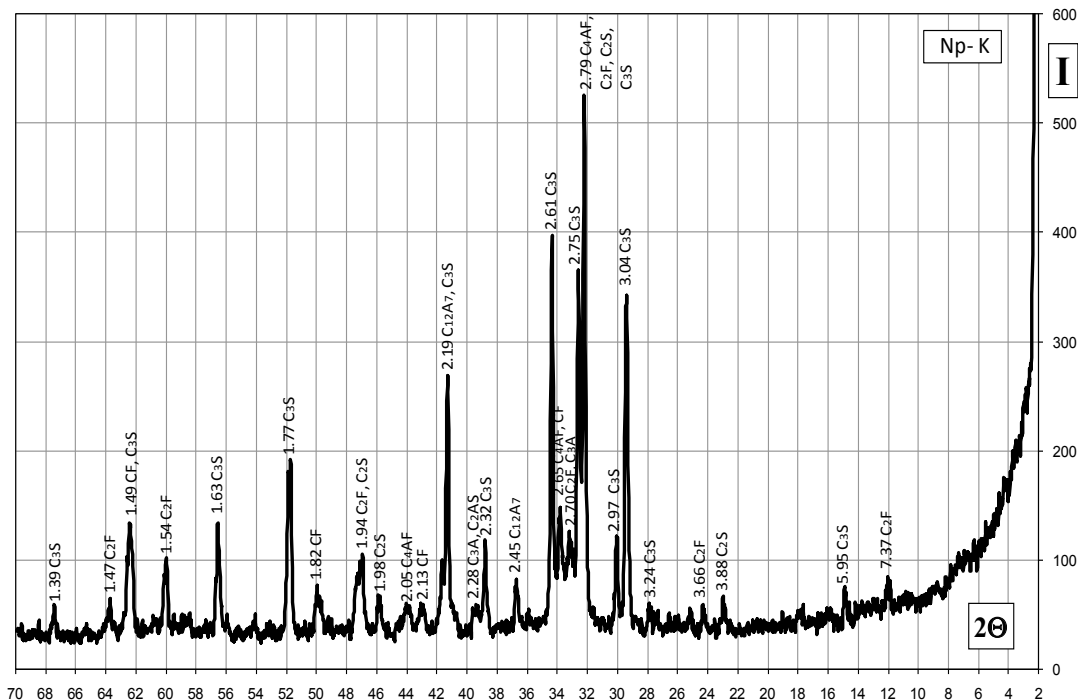


Рис. 1. Дифрактограмма проби клинкеру Nr після випалу на 1450 °C

4. Висновки

1. Розвиток фізико-хімічних засад структуроутворення дисперсних систем в процесах виготовлення сировинних сумішей, отримання клинкеру і його помелу є основою подальшої модернізації технології та обладнання сучасного виробництва портландцементу.

2. В залежності від наявності та кількісного співвідношення дисперсної фази, рідкого та газоподібного дисперсійного середовища, на стадіях технології виробництва цементу дисперсні системи відносяться до груп: 2 – шлам при мокрому та комбінованому способах виробництва, 3 – сировинне борошно при сухому способі, 1 – готовий продукт.

3. Хіміко-мінералогічний склад сировинної суміші є загальним фактором структуроутворення на стадіях технологічного процесу, визначаючим характеристики коагуляційної структури, інтенсивність спікання і характер фазових перетворень при випалі та формуванні кристалізаційної структури і властивостей в'язучого матеріалу.

Література

1. Бутт, Ю. М. Химическая технология вяжущих материалов [Текст] / Ю. М. Бутт, М. М. Сычев, В. В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 460 с.
2. Ghosh, S. N. Advances in Cement Technology: Chemistry, Manufacture and Testing [Text] / S. N. Ghosh. – Taylor & Francis, 2003. – 828 p.
3. Ничипоренко, С. П. Структурообразование в дисперсиях слоистых силикатов [Текст] / С. П. Ничипоренко, А. А. Панасевич, В. В. Минченко, Э. А. Костенко, М. А. Бедношея; под общ. ред. С. П. Ничипоренко. – К.: Наукова думка, 1978. – 204 с.
4. Ходаков, Г. С. Реология суспензий. Теория фазового течения и ее экспериментальное обоснование [Текст] / Г. С. Ходаков // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). – 2003. – Т. XLVII, № 2. – С. 33-44.
5. Урьев, Н. Б. Высококонцентрированные дисперсные системы [Текст] / Н. Б. Урьев. – М.: Химия, 1980. – 320 с.

6. Будников, П. П. Реакции в смесях твердых веществ [Текст] / П. П. Будников, А. М. Гинстлинг. – М.: Стройиздат, 1971. – 488 с.
7. Kingery, W. D. Introduction to Ceramics [Text] / W. D. Kingery, H. K. Bowen, D. R. Uhlmann. – Wiley-Interscience, 1976. – 1056 p.
8. Taylor, H. F. W. Cement Chemistry [Text] / H. F. W. Taylor. – London: Thomas Telford Publishing. – Ed. 2. – 1997. – 459 p.
9. Bogy, R. X. The Chemistry of Portland cement [Text] / R. X. Bogy. – New York, 1995. – 326 p.
10. Kurdowski, W. Chemia cement [Text] / W. Kurdowski. – Warszawa: PWN, 1991. – 478 p.
11. Hewlett, P. C. Lea's Chemistry of Cement and Concrete [Text] / P. C. Hewlett. – Ed. 4. – London: Butterworth-Heinemann, 2004. – 1092 p.

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГИИ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Приведены результаты аналитических и экспериментальных исследований физико-химических процессов последовательного формирования коагуляционной, конденсационной и кристаллизационной структур на основных технологических стадиях производства портландцемента. Определены группы дисперсных систем на стадиях технологии. Показаны характеристики коагуляционной структуры цементного шлама и особенности фазовых превращений в зависимости от степени термической обработки при обжиге.

Ключевые слова: цемент, сырье, технология, структура, водная система, обжиг, фазовый состав.

Черняк Лев Павлович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, кафедра хімічної технології композиційних матеріалів, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: lpchernyak@ukr.net

Черняк Лев Павлович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, кафедра химической технологии композиционных материалов, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина, e-mail: lpchernyak@ukr.net

Lev Chernyak, National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine, e-mail: lpchernyak@ukr.net