

Винахід належить до технології виготовлення цементного клінкеру із застосуванням карбонатної складової й техногенної сировини та може бути використаний у цементній промисловості та виробництві будівельних матеріалів із застосуванням портландцементу.

Відомий спосіб виготовлення цементного клінкеру, що включає подрібнення компонентів у вигляді природної карбонатної складової (крейда, вапняк) та алюмо-кремнеземистої сировини (глина), їх дозування, змішування та подальше випалювання одержаної суміші [Общая технология силикатов / под. общ. ред. А. А. Пашенко. Киев: Вища шк., 1983. С. 83-122, 183-184]. Основним недоліком цього способу є значний обсяг використання таких вичерпних та невідновлюваних видів природної сировини, як крейда, вапняк, глина. Їх використання не тільки не відповідає сучасним вимогам ресурсоенергозбереження та охорони довкілля, але може викликати конкуренцію між галузями промисловості, яким також потрібна ця природна сировина.

Найбільш близьким за технічною сутністю до пропонованого технічного рішення є спосіб виготовлення цементного клінкеру, що включає дозування компонентів, а саме крейди, техногенної сировини у вигляді лузги рисової та золи-виносу, а також речовини для забезпечення спікання та фазоутворення клінкеру, змішування компонентів та подальше випалювання одержаної суміші, при цьому як речовину для забезпечення спікання та фазоутворення клінкеру беруть мінералізатор кремнеземфтористий, перед дозуванням компонентів відповідну сировину піддають дробленню, а випалювання одержаної суміші проводять за максимальної температури 1450 °C [пат. № UA111237U на корисну модель "Сировинна суміш для виготовлення клінкеру портландцементу", опубл. 10.11.2016, бюл. № 6, заявка № u201603286 від 30.03.2016].

Недоліками цього технічного рішення є:

- по-перше, підвищена енергоємність через необхідність дроблення сировини та необхідність випалювання одержаної суміші за температур 1400-1450 °C, що суттєво здорожчує отриманий клінкер та цемент, що з нього виготовлятимуть;
- по-друге, застосування кремнеземфтористої речовини як мінералізатора є недостатнім для інтенсифікації спікання та фазоутворення клінкеру при зменшенні максимальної температури випалювання;
- по-третє, застосування кремнеземфтористої речовини, яка є фторвмісною сполукою, служить фактором небезпеки умов праці і потребує додаткових заходів для захисту персоналу, що також сприяє збільшенню собівартості клінкеру.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалити спосіб виготовлення цементного клінкеру для зниження собівартості цементу, який буде виготовлений з цього клінкеру, при збільшенні кількості використання відходів промисловості як техногенної сировини з метою зниження антропогенного навантаження на довкілля шляхом:

- зниження енергоємності при випалюванні клінкеру. Хоча температура випалювання буде знижена не дуже сильно, але в перерахунку на кількість клінкеру, що виготовляють зараз, це призведе до суттєвої економії енергії;
- використання техногенної сировини в якості основної, причому, одна частина такої сировини є відходами агропромислового комплексу, а інша - кольорової металургії.

Поставлену задачу вирішують тим, що за способом виготовлення цементного клінкеру, в якому компоненти, а саме крейду, лузгу рисову як частину техногенної сировини, яка є відходами агропромислового комплексу, та речовину для забезпечення спікання та фазоутворення клінкеру, дозують, змішують та випалюють одержану суміш, в якому, згідно з пропонованим винаходом, новим є те, що як речовину для забезпечення спікання та фазоутворення клінкеру використовують техногенну сировину, яка є відходом кольорової металургії, у вигляді суспензійного червоного шламу, причому суспензійний червоний шлам має лужність $\text{pH}=10-13$, одержану суміш піддають пресовому гранулюванню, а випалювання одержаних гранул проводять за максимальної температури 1350-1400 °C, при цьому компоненти беруть за такого співвідношення, мас. %: лузга рисова - 51,7-54,2; суспензійний червоний шлам - 4,4-4,6; крейда - решта.

Додатковою відмінністю є те, що суспензійний червоний шлам має лужність $\text{pH}=10-13$.

Спосіб виготовлення клінкеру реалізують наступним чином.

Рисову лузгу та подрібнену крейду дозують, подають у змішувач та зачиняють суспензією червоного шламу. Змішувач виготовлений із матеріалів, стійких до агресивного середовища.

Гомогенізовану суміш пропускають крізь стрічковий вакуум-прес (екструдер) з дірчатим мундштуком та струнне різання. Отримані гранули подають на випалювання в обертovu піч при максимальній температурі 1350-1400 °C.

Лужна обробка суспензійним червоним шламом призводить до збільшення ступеня дефектності та ефективної питомої поверхні частинок рисової лузги та крейди, що обумовлює підвищення реакційної здатності компонентів суміші при випалюванні із вказаним зменшенням максимальної температури. Піддавання одержаної суміші пресовому гранулюванню та подальше випалювання гранульованої сировинної суміші завдяки однаковим формі й розмірам одержаних гранул забезпечує рівномірні

умови випалювання сировинної суміші та одержання цементного клінкеру зі стабільними властивостями.

Унаслідок того, що основою вихідної сировинної суміші є композиція рисової лузги, що містить аморфний кремнезем, та суспензійного червоного шламу, що містить переважну кількість оксидів заліза та відзначається високою лужністю (рН=10-13), без застосування мінералізатора досягається необхідна реакційна здатність силікатної системи під час її випалювання.

При цьому червоний шлам береться у агрегатному стані утворення та накопичення після переробки бокситів під час проведення процесу Байєра - технології виділення та очищення оксиду алюмінію з бокситів, тобто у вигляді суспензії. Натомість у відомих технічних рішеннях для утилізації червоного шламу, суспензію піддають висушуванню для безпечного зберігання та транспортування, що потребує додаткових складних та енергоємних операцій. Але, щоб відновити його реакційні властивості, у сухий шлам часто знову потрібно додавати воду.

Позитивний ефект запропонованого рішення зумовлений такими чинниками. Пропонований спосіб підготовки вихідної суміші для виготовлення цементного клінкеру скорочує виробничий цикл, зменшує кількість необхідного обладнання та виробничу площу, а також знижує енергоємність. При цьому основні компоненти - крейда та рисова лузга - не потребують подрібнення в технологічному циклі, а червоний шлам вводиться у вигляді суспензії.

На підтвердження промислової придатності реалізації запропонованого способу в наведеній нижче таблиці представлені склад та властивості клінкеру при різних співвідношеннях компонентів (стовбці 1, 2 та 3) та їх порівняння з найближчим аналогом (стовбець "найближчий аналог").

Таблица

Вихідні матеріали		Вміст компонентів, мас. %			
		найближчий аналог	1	2	3
Крейда		47,5-60,0	43,9	42,6	41,2
Лузга рисова		28,0-46,0	51,7	52,9	54,2
Зола-винос		5,5-12,0	-	-	-
Червоний шлам		-	4,4	4,5	4,6
Na ₂ SiF ₆ (понад 100 %)		0,5	-	-	-
Показники:					
Питомі витрати природної сировини, т на 1 т клінкеру		0,73-0,80	0,66	0,64	0,62
Терміни тузавлення, хв	початок	60	80	70	60
	кінець	130	135	120	125
Міцність на стиск через 28 діб, МПа		44,0	45,5	45,0	45,0

У графі "Питомі витрати природної сировини" представлені дані, що підтверджують зменшення витрат вичерпної та невідновлювальної природної сировини для виготовлення клінкеру при застосування способу, що заявляється, у порівнянні з найближчим аналогом.

У графі "Терміни тузавлення..." представлені дані, отримані при дослідженні виробу, що був виготовлений з цементу, який отримували способом, що обраний за найближчий аналог, та способом, який заявляється. Як видно, застосування способу, що заявляється у вказаному інтервалі співвідношень компонентів дозволяє регулювати швидкість тверднення цементу в межах, більших, ніж у найближчого аналога.

Як видно з наведеної таблиці, запропонований спосіб виготовлення цементного клінкеру дає змогу розширити сировинну базу виробництва шляхом комплексного застосування відходів агропромисловості та кольорової металургії, зменшити питомі витрати природної сировини та собівартість клінкеру й цементу з нього, а також утилізувати техногенну сировину, у тому числі й таку небезпечну як суспензійний червоний шлам, що знижує антропогенне навантаження на довкілля.

Енергоємність виготовлення цементного клінкеру порівняно з найближчим аналогом зменшилася на 7 % за рахунок відсутності операції подрібнення компонентів вихідної сировини, а також зменшення максимальної температури та питомих витрат палива при випалюванні одержаної вихідної сировинної суміші.