

Висновок. Дослідження показують, що з кінетичної, енергетичної технологічної точок зору вибір оптимальних режимів буде пов'язаний із такими параметрами: швидкістю руху теплоносія, перепадом тисків, висотою шару зернистого матеріалу і температурою теплового агенту.

УДК 66.044

*Аспір. О.М. Креховецький; доц. В.П. Дулеба,
канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"*

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОВОЇ РОБОТИ ОБЕРТОВОЇ ПЕЧІ РОЗМІРОМ 5×185 М

Розглянуто шляхи покращення теплової роботи обертової печі 5×185 м для випалу цементного клінкеру.

Doctorate O.M. Krechovetsky; doc. V.P. Duleba – NU "L'vivs'ka politekhnika"

Analysis of affectivity of thermal work of rotation furnace 5×185 m

In article consideration the way improvement thermal work rotation furnace 5×185 m for bake cement clinker.

Постановка питання. Цементний клінкер випалюють в пічних агрегатах. Найчастіше використовуються пічні агрегати з обертовими печами. Широке застосування таких агрегатів обумовлене їх високою продуктивністю, можливістю використовувати різне технологічне паливо, надійністю експлуатації та простотою обслуговування. У цементній промисловості в Україні традиційно з часів СРСР випалювався цементний клінкер в обертових печах мокрим та сухим способом. Мокрий спосіб дає змогу готувати сировинну суміш у вигляді шламу шляхом тонкого подрібнення сировинних компонентів із водою. Вологість шламу залежить від складу сировинних компонентів і перебуває в межах 35-45 %.

Під час мокрого способу випалу цементного клінкеру питомі теплові затрати на випал становлять 6300-6500 кДж/кг клінкеру. Під час сухого способу сировинні матеріали попередньо висушують, і весь процес приготування сировинної муки проводять в сухому стані. Вологість сировинних компонентів, які подаються в піч на випал, сягає коло 10 %, а питомі теплові затрати на випал цементного клінкеру – 3400-3700 кДж/кг клінкеру.

На сьогодні припинено проектування та будівництво на цементних заводах України печей мокрого способу випалу, а існуючі печі мокрого способу випалу піддаються модернізації з метою зменшення витрати енергоносіїв.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що не існує результатів досліджень, які дали б змогу однозначно дати рекомендації з модернізації існуючих обертових печей для випалу цементного клінкеру. Поряд з тим, потреба у вдосконаленні існуючих печей мокрого способу випалу клінкеру є актуальною проблемою.

Постановка завдання. У 90-х роках минулого століття на ВАТ "Миколаївцемент" були побудовані і випускали цементний клінкер дві обертові печі мокрого способу виробництва розміром 5×185 м паспортною продуктив-

ністю 75 т/год. цементного клінкеру. Одна з цих печей була взята для наукових і теоретичних досліджень з метою зменшення нераціональних (некорисних) затрат тепла при випалі цементного клінкеру.

Теплова ефективність роботи обертової печі може бути визначена шляхом складання теплового балансу статей приходу $Q_{\text{прих}}$ та витрати $Q_{\text{витр}}$ тепла

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{витр}} \quad (1)$$

Структура теплового балансу, яка представлена у вигляді статей приходу та витрати тепла, дає змогу визначити джерела втрат тепла і розробити заходи з можливого їх зменшення, а також обрахувати тепловий коефіцієнт корисної дії обертової печі для випалу цементного клінкеру.

Тепловий к.к.д визначається з рівняння:

$$\eta_{\text{тепл}} = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{кор}} + Q_{\text{д.г.}} + Q_{\text{н.с.}} + Q_{\text{кл}}}, \quad (2)$$

де: $Q_{\text{кор}}$ – корисні затрати тепла, кВт; $Q_{\text{д.г.}}$ – втрати тепла з відхідними газами; $Q_{\text{н.с.}}$ – втрати тепла корпусом печі в навколишнього середовище; $Q_{\text{кл}}$ – втрати тепла з клінкером, який виходить з холодильника.

Аналіз рівняння (1) показує, що покращення теплової ефективності роботи пічного агрегату (збільшення величини $\eta_{\text{тепл}}$) можливе різними шляхами:

- зменшення $Q_{\text{д.г.}}$ – за рахунок встановлення всередині печі додаткових теплообмінників. Збільшення густини навіски ланцюгової завіси; встановлення всередині порохової камери рекуперативних теплообмінників з метою рекуперації тепла від димових газів різними холодоагентами;
- зменшення $Q_{\text{н.с.}}$ – шляхом заміни існуючої футеровки вогнетривкою цеглою з кращими теплоізоляційними властивостями; додаткова теплова ізоляція ззовні частини корпусу печі.

Проведені обрахунки і дослідження на прикладі обертової печі №6 БАТ "Миколаївцемент" розміром 5×185 м показали, що встановлення за ланцюговою завісою килимкових теплообмінників з загальною площею поверхні 200 м^2 дає змогу зменшити питому витрату палива на 0,2 %;

Збільшення густини навіски ланцюгової завіси за рахунок заміни частини гірляндової завіси на завісу зі "вільно звисаючими кінцями" дає змогу збільшити поверхню теплообміну між гарячими димовими газами і сировинними компонентами шламу на 20 %, що рівнозначне прямо-пропорційному приросту кількості тепла, переданого до матеріалу; встановлення всередині порохової камери металевих рекуперативних теплообмінників зі загальною поверхнею теплообміну 500 м^2 з метою рекуперації тепла від димових газів водою, яка після нагрівання в теплообмінниках може в подальшому використовуватися в підігрітому вигляді в технологічній лінії заводу. Використання металевих рекуперативних теплообмінників дає змогу підвищити температуру води на 5°C при витраті води до $0,25 \text{ м}^3/\text{с}$;

Додаткова теплова ізоляція корпусу печі на ділянці встановлення ланцюгової завіси довжиною 76 м шаром піношамотного вогнетриву товщиною 0,1 м дасть змогу зменшити питому витрату природного газу на 0,5 %. Проведений механічний розрахунок приводу обертової печі на збільшення зусиль обертання при збільшенні загальної ваги за рахунок додаткового на-

вантаження на бандажно-роликові опори під вагою піношамотного теплоізоляційного шару підтвердив розрахунки, що існуючий привід печі має достатній запас потужності і зможе приводити в рух модифіковану обертову піч.

Оригінальна модернізація на Івано-Франківському цементному заводі у вигляді заміни обертової печі з концентратором шламу на обертову піч з внутрішніми теплообмінниками (ланцюговою завісою) дала змогу збільшити продуктивність печі по клінкеру у 2 рази при збільшенні довжини печі в 1,5 раза.

Істотним розв'язком проблеми економічного випалу при мокрому способі виробництва є попереднє механічне зневоднення шламу з використанням фільтрпресів. На сьогодні реалізовано декілька різних технологічних схем з використанням фільтрпресів [1]:

- попереднє зневоднення шламу у фільтрпресі з подальшим використанням обертової печі з короткою ланцюговою завісою дає змогу зекономити до 25 % палива по відношенню до печей мокрого способу виробництва з питомою витратою тепла 6300 кДж/ кг клінкера – піч для напівморого способу випалу;
- попереднє зневоднення шламу у прес-фільтрі з подальшим використанням сушарки-дробарки і короткої обертової печі дає змогу провести випал клінкера з вищими капітальними затратами, ніж у попередньому випадку, але економія палива при цьому становить 30-35 % – піч для сухого способу випалу з сушаркою-дробаркою;
- технологічна схема передбачає попереднє механічне зневоднення шламу до 20 %, застосування гранулятора з метою одержання гранул, подальший випал в печі з конвеєрним кальцинатором, що призводить до економії палива на 40-45 % – піч для сухого випалу з підігрівником.

Література

1. Булавин И.А., Макаров И.А., Рапопорт А.Я., Хохлов В.К. Тепловые процессы в технологии силикатных материалов. – М.: Наука, 1982. – 364 с.

УДК 615.012.014 Проф. Є.М. Семенишин, д-р техн. наук; доц. В.І. Троцький, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка";
інж. В.І. Федорчук-Мороз – Волинський ДУ ім. Лесі Українки

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСТРАГУВАННЯ ЦІЛЮВИХ КОМПОНЕНТІВ З ПОРИСТИХ СТРУКТУР

Наведено результати досліджень екстракційного вилучення цільових компонентів з пористих структур мінеральної та рослинної сировини. Одержано математичні моделі кінетики екстрагування для названих систем для апаратів з мішалками періодичної та неперервної дії.

*Prof. E.M. Semenyshyn; doc. V.I. Trocky – NU "L'viv's'ka politekhnikha";
eng. V.I. Fedorchuk-Moroz – Lesia Ukrainka's Volynsky state university*

Features extraction of target components from porous structures

Results of researches process extraction of target components from porous structures of mineral and vegetative raw material are resulted. Mathematical models kinetics of extraction for the named systems in devices with mixers of periodic and continuous action are received.