

В.Л. Бильдюкевич, канд.техн.наук,
В.Ю. Мелешко, Л.Н. Туровский

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОРОТКИХ ПЕЧЕЙ МОКРОГО СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

В последние годы выявлены новые направления интенсификации процесса обжига цементного клинкера, сущность которых заключается в предварительной сушке цементно-сырьевого шлама и частичной (60—95%) декарбонизации сырьевой смеси в запечных теплообменных устройствах [3].

Расчеты показывают, что в этом случае производительности печей может возрасти в 2—3,5 раза.

Однако если в настоящее время уже имеется положительный опыт использования распылительной сушки цементно-сырьевого шлама в промышленности [1], то устройства для декарбонизации сырьевых смесей проходят стадию поисковых разработок. Предварительные исследования показали, что для нагрева и декарбонизации микрогранул высушенного цементно-сырьевого шлама наиболее предпочтительным является теплообменник шахтного типа.

С целью выбора оптимальной конструкции аппарата для предварительной термообработки микрогранул высушенного цементно-сырьевого шлама и исследования особенностей процесса клинкерообразования были проведены испытания двух экспериментальных установок.

Экспериментальная установка для обжига клинкера включала в себя вращающуюся печь размером 1х16 м и запечный шахтный теплообменник (рис. 1). В качестве сырья был использован порошок высушенного шлама из распылительной сушилки Кричевского цементно-шиферного комбината, представляющий собой микрогранулы с превалирующим размером фракций от 0,5 до 0,315 мм. Для обеспечения равномерного распределения микрогранул высушенного шлама по сечению запечного шахтного теплообменника в его верхней части был установлен конус-рассекатель. Питание установки осуществлялось автоматическим дозатором непрерывного действия ДН-214.

При анализе усредненных проб микрогранул, отобранных по всей длине печи до зоны спекания, было установлено, что при их термообработке в запечном шахтном теплообменнике и обжиге в печи не происходит существенного изменения гранулометрического состава.

Некоторое уменьшение доли фракции микрогранул в интервале от 1,0 до 0,5 мм и соответствующее увеличение фракций 0,25—0,08 мм можно объяснить распадом крупных микрогранул. Способность микрогранул при термообработке во всех зонах печного агрегата сохранять свою форму и линейные размеры обусловлена, на наш взгляд, их повышенной пористостью, возникающей в процессе распылительной сушки, которая устраняет нерелаксируемые напряжения при нагреве и выделении CO_2 .

Исследования показали, что пористость микрогранул увеличивается в процессе их термообработки. Так, если после сушки она составляет 40—50, то после декарбонизации — 70—75%.

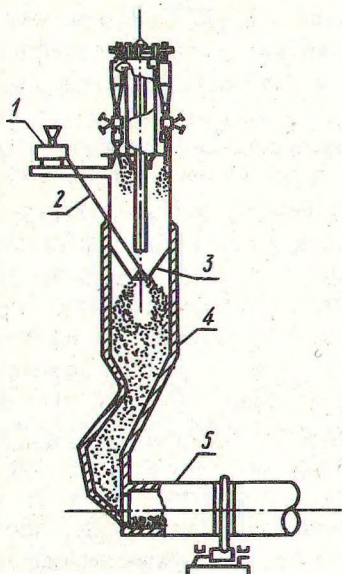


Рис. 1. Экспериментальная установка для обжига цементного клинкера: 1 — автоматический дозатор ДН-21А; 2 — течка; 3 — конус-рассекатель; 4 — шахтный теплообменник; 5 — вращающаяся печь размером 1 x 16 м.

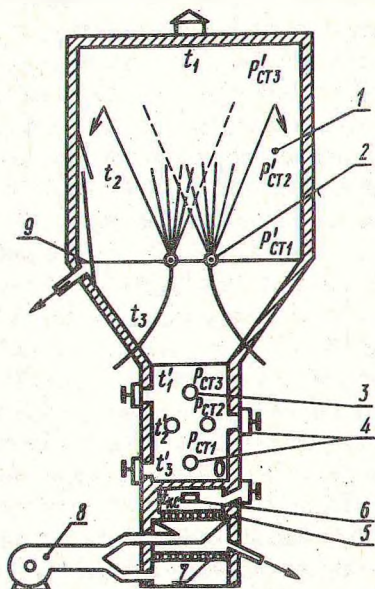


Рис. 2. Экспериментальная установка для термообработки суспензий, растворов или паст: 1 — распылительная сушилка; 2 — механические центробежные форсунки; 3 — шахтно-циклонный декарбонизатор; 4 — газовые горелки; 5 — верхняя решетка кипящего слоя; 6 — пересынные отверстия; 7 — нижняя решетка кипящего слоя; 8 — вентилятор; 9 — устройство для забора отходящих газов.

Опытная проверка работы полупромышленной установки показала возможность интенсивного нагрева микрогранул в запечном шахтном теплообменнике.

Из результатов теплотехнических испытаний, представленных в табл. 1, видно, что при термообработке микрогранул в

Табл. 1. Параметры работы установки для обжига цементного клинкера

Расход		Температура, °С			Разрежение, мм вод.ст.	
		газов		микрогранул		
газа на горение, м ³ /ч	микрогранул высушенного шлама, кг/ч	на обрезах печи	в верхней части теплообменника	на обрезах печи	на обрезах печи	в верхней части теплообменника
185	900	600	350	550	12	32
180	900	580	340	560	11	32
150	1050	570	340	560	12	29
150	800	580	360	570	12	32

запечном теплообменнике они нагревались до температуры 550—570°С. При этом разность температур на обрезах печи между газом и материалом составляла 10—50°С. Во время испытаний также было отмечено невысокое гидродинамическое сопротивление запечного шахтного теплообменника, которое не превышало 17—21 мм вод. ст.

Клинкер, полученный на полупромышленной установке, представлял собой пористые агломераты, образованные микрогранулами. Ситовой анализ клинкера показывает, что преобладающий размер фракций находится в интервале 5—20 мм. Микроскопическими исследованиями установлено, что структура полученного клинкера мелкозернистая: при этом кристаллы алита самой разнообразной формы (от 5 до 15 мкм), а кристаллы белита — округлой и неправильной (от 5 до 25 мкм). Такая кристаллизация основных клинкерных минералов в принципе обуславливает повышенную активность цемента особенно в ранние сроки твердения [2]. Это подтверждено результатами физико-механических испытаний.

Полученные данные показывают, что использование запечных устройств для распылительной сушки цементно-сырьевых шламов и последующей термообработки высушенных частиц обеспечивает улучшение режима работы обжигового агрегата в целом и приводит к повышению качества получаемого клинкера.

С целью разработки основных параметров аппарата для декарбонизации цементного сырья были произведены испытания экспериментальной установки для термообработки суспензий растворов или паст (рис. 2).

Установка включала в себя распылительную сушилку и шахтно-циклонный теплообменник с двумя решетками кипящего слоя. В качестве сырья использовался цементно-сырьевой шлам Кричевского ЦШК, который под давлением 15—20 атм от мембранного насоса подавался к механическим центробежным форсункам, установленным в сушильной камере.

Табл. 2. Параметры работы установки для термообработки суспензий растворов или паст

Показатели	Значение показателей при работе кипящего слоя в режиме	
	нагрева	охлаждения
Давление шлама перед форсункой, атм.	15-20	15-20
Диаметр сопла распылительной форсунки, мм	4,2	4,2
Количество работающих форсунок, шт.	2	2
Расход шлама, м ³ /ч	2,8	2,8
Температура в сушильной камере, °С	t_1 250	240
	t_2 265	260
	t_3 400	375
Температура в шахтно-циклонном теплообменнике, °С	t'_1 700	800
	t_2 850	880
	t_3 940	900
Температура в кипящем слое, °С	$t_{к.с}$ 880	480
Изб. давл. по высоте сушильной башни, мм вод. ст.	$P'_{1ст.}$ +1,0	+1,0
	$P'_{2ст.}$ +1,8	+1,8
	$P'_{3ст.}$ +4,5	+4,5
Изб. давл. по высоте шахтно-циклонного теплообменника, мм вод. ст.	$P_{1ст.}$ -4,3	-4,5
	$P_{2ст.}$ -4,0	-4,0
	$P_{3ст.}$ -2,2	2,1
Характеристика декарбонизированного порошка		
степень декарбонизации, %	86,5—88,7	80—88,6
средний объемно-поверхностный диаметр микро- гранул, мм $\bar{d}_{3,2}$	0,175	0,175

Микрогранулы высушенного цементно-сырьевого шлама из сушильной камеры попадают в шахтно-циклонный теплообменник, футерованный шамотным огнеупором и нагреваются во встречном потоке дымовых газов. Вихревое движение дымовых газов приводит к увеличению времени пребывания микрогранул в теплообменнике и более глубокой степени их термообработки.

При отключенной горелке верхний кипящий слой выполнял функцию холодильника. Микрогранулы после их термообработки в верхнем кипящем слое через пересыпные отверстия поступают на нижний кипящий слой, где проводится их окончательное охлаждение. Экспериментальные данные в двух вариантах использования верхнего кипящего слоя представлены в табл. 2.

Испытания экспериментальной установки показали, что при нагреве микрогранул только в шахтно-циклонном теплообменнике при $t = 940-950^\circ\text{C}$ происходит их интенсивный нагрев. В

этом случае степень декарбонизации достигает 80—92%. Попытки увеличения степени декарбонизации микрогранул путем повышения температуры в шахтно-циклонном теплообменнике с 950 до 970°С приводят к образованию "намазки" в зонах соприкосновения факела с футеровкой теплообменника, прочность которой невелика, так как отмечено ее периодическое самообрушение.

При дополнительном обжиге в верхнем высокотемпературном кипящем слое достигнута степень декарбонизации микрогранул, равная 97—99%. Выявлено, что в этом случае наблюдается частичное связывание СаО и образование первичных клинкерных минералов. Нормальный обжиг в кипящем слое происходит при температуре не выше 950—970°С. Увеличение температуры выше указанного уровня приводит к появлению жидкой фазы на поверхности микрогранул, их агломерации и нарушению рабочего режима кипящего слоя. Во всех исследуемых режимах пылеунос из системы составлял не более 0,3—0,5%.

Установлена оптимальная скорость газов в шахтно-циклонном теплообменнике. При этом осевая составляющая скорость находится в пределах 4—5 м/с, а тангенциальная на входе в теплообменник — 12—15 м/с.

Такая организация гидродинамического режима в шахтно-циклонном теплообменнике обеспечивает достижение максимальной степени декарбонизации микрогранул.

Полученные экспериментальные данные приняты при разработке конструкции запечной теплообменной системы клинкерообжиговых печей мокрого способа производства. Такая система включает в себя распылительную сушилку и шахтно-циклонный теплообменник с тангенциально расположенными на разной высоте горелками.

Строительство данной запечной системы намечено осуществить на печи № 2 Кричевского ЦШК в 1977 г. Это позволит получить экономический эффект около 1 млн.руб.

Вывод. Проведенные испытания двух экспериментальных установок показывают целесообразность реконструкции коротких клинкерообжиговых печей путем оснащения их распылительной сушилкой и шахтно-циклонным теплообменником с системой для дополнительного сжигания топлива. Ожидаемое увеличение производительности печи при этом — в 2—3,5 раза.

Л и т е р а т у р а

1. Бильдюкевич В.Л. и др. Интенсификация процесса обжига клинкера в печах размером 3,6x70,8 м с помощью рас-

пылительной сушилки. — "Цемент", 1975, № 10, 2. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Портландцементный клинкер. М., 1967. 3. Ji - ri Filous. -- "Vypal cementárskeho slinka s przedkalcinaci". Stavivq N12, 1975, s. 395-397.

УДК 666.965.2 (088,8)

С.Г. Короткевич, канд.техн.наук,
Я.В. Шапиро, канд.техн.наук,
Т.С. Куницкая, канд.техн.наук

ПОЛУЧЕНИЕ ЛЕГКОГО ПУСТОТЕЛОГО СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

Производство силикатного кирпича в Белорусской ССР развивается довольно высокими темпами. Наличие сырьевых ресурсов (песка, извести), а также более высокие по сравнению с глиняным кирпичом технико-экономические показатели способствуют быстрому его развитию.

Однако наряду с указанными достоинствами силикатный кирпич обладает существенным недостатком — низкими теплозащитными свойствами, ограничивающими его применение в наружных стенах отапливаемых зданий.

С учетом положительного опыта производства аглопорито-силикатобетона на Минском комбинате силикатных изделий [1—3] в 1973—1976 гг. нами проведены исследования по улучшению теплозащитных свойств силикатного кирпича путем ввода в состав силикатной массы пористых заполнителей и образования пустот в теле кирпича [4]. Сочетание этих приемов представляется наиболее перспективным, так как позволяет достичь минимальной теплопроводности и плотности изделий благодаря экономии до 20% дорогостоящей формовочной смеси.

В качестве пористого заполнителя использован аглопоритовый песок Минского завода стройматериалов, которым был заменен кварцевый песок, входящий в обычную силикатную массу. Аглопоритовый песок имел следующий фракционный состав: более 5 мм — 3,5%, 2,5—5 мм — 34, 1,25—2,5 мм — 10, 0,63—1,25 мм — 22, 0,315—0,63 мм — 9, 0,14—0,315 мм — 6,5 и менее 0,14 мм — 15%. Средняя насыпная плотность песка 1000 кг/м³.

Формование кирпича осуществлялось на прессе СМ-816 с пустотообразующим устройством конструкции Минского НИИСМ