

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССА ОБЖИГА ИЗВЕСТИ В ДВУХШАХТНЫХ ПЕЧАХ**

Режим термической обработки сырья оказывает большое влияние на свойства вяжущего, что отмечено при изучении состава и свойства воздушной извести на основе известняка [1-3].

Одними из самых распространенных аппаратов для обжига прочной кусковой являются шахтные печи. В них печной агрегат состоит из двух шахт круглого или квадратного сечения, соединенных между собой газоходом. Шахты работают в попеременном режиме. Загрузка шахт кусковым известняком производится сверху. В верхней части шахт расположены так называемые пиковые газовые горелки в количестве 10-15 шт., опущенные на глубину примерно 2,5 м. Дымовые газы от сжигания газообразного топлива проходят сверху вниз (к примеру) по левой шахте, обжигая известняк, а затем по соединительному газоходу поступают в правую шахту, также заполненную известняком, где отдают остатки своей теплоты свежезагруженному материалу, нагревая его, после чего удаляются с температурой чуть выше точки росы. Такой цикл длится 15 мин, после чего шахты меняются ролями. Обожженная известь удаляется из нижней части печи.

Следует отметить, что двухшахтные печные агрегаты обладают рядом достоинств, а именно [4]: высокой теплотехнической экономичностью; большой производительностью; простотой и надежностью конструкции; высокой концентрацией  $\text{CO}_2$  в дымовых газах, позволяющей его в дальнейшем утилизировать.

При эксплуатации аппаратов данного класса замечены следующие недостатки, заключающиеся в более низком качестве получаемой извести по сравнению с вращающимися печами и неодинаковой реакционной способности извести поверхностных и глубинных слоев кусков обожженного известняка. Однако, при этом не следует забывать об основном достоинстве такой печи – более полном использовании теплоты дымовых газов. Такие двухшахтные печные агрегаты успешно эксплуатируются на Белорусском металлургическом заводе.

Участок обжига известняка на данном предприятии состоит из суточного бункера (хранение известняка), конвейера, скипового подъемника, шахтной печи (высота до 40 м), включающей бункер подачи (колошник), две шахты (сжигающая и несжигающая), от пяти до семи пиковых горелок на каждую камеру.

Дробленый известняк фракции 60-100 мм массой 15-20 кг, из суточного бункера пластинчатым конвейером направляется на заполнение ковша скипового подъёмника. Загрузка шахтной печи осуществляется с помощью ковша и подъёмного устройства (лебедки) под углом 80°. Далее ковш поднимается на высоту печи и опрокидывается, заполняя известняком колошник до 90%. При этом подается сигнал на движение следующего ковша для последующего заполнения бункера. При достижении минимального уровня шихты в двухшахтной печи равного 25 м один из затворов бункера открывается и бункер опорожняется.

Загрузка известняком шахтных печей происходит поочередно (каждые 15 минут) во время переключения, причем загрузке подлежит шахта, работающая в прямотоке. Известняк, попадая в печь, нагревается отходящими газами в зоне подогрева до температуры 250°C и высушивается.

Известняк, попавший в зону обжига, после зажигания горелок нагревается до температуры 1150°C и декарбонизируется. В качестве топлива для обжига известняка используется природный газ, который подается на вход пиковой горелки, где, смешиваясь с воздухом, нагнетаемым вентиляторами, образует пламя. При изменении температуры в зоне обжига, изменяется расход природного газа, а в зависимости от него изменяется расход воздуха. Такой способ подачи газа на горение обеспечивает равномерное его (и воздуха) распределение по сечению шахты и предотвращает пережог извести, поскольку в области горения топлива находится сравнительно холодный известняк. Для того, чтобы в зоне обжига, где температура наиболее высокая, не происходило спекание, известь постоянно выгружают через колосниковую решётку, находящуюся в нижней части шахты, т. е. проводят «шевеление».

Если известь попадает в часть шахты ниже соединительного канала (зона охлаждения), то она охлаждается холодным воздухом, подаваемым с помощью компрессора через разгрузочное устройство шахты, расход которого изменяется в зависимости от температуры в зоне охлаждения. После охлаждения до температуры равной 85°C известь поступает в разгрузочный бункер и с помощью системы клапанов подаётся на валковую дробилку.

По соединительному каналу продукты горения топлива и диссоциации карбонатов вместе с нагретым воздухом из прямоточной шахты поступают в противоточную шахту с температурой 810°C, в которой происходит нагрев известняка. Далее отходящие газы, под действием разрежения, создаваемого компрессором поступают в

межтрубное пространство теплообменника, в котором поддерживается температура 130-144°C путем изменения расхода охлаждающей воды и давление 3,2-4,4 кПа путем изменения расхода отходящих газов.

Для реализации системы автоматизации процесса обжига в шахтной печи были выбраны следующие переменные, подлежащие контролю и регулированию: масса дробленного известняка фракции 60-80 мм, уровень заполнения известняком колошника, температура отходящих газов в зоне подогрева, температура в зоне обжига, расход природного газа и воздуха в пиковой горелке, температура в зоне охлаждения, температура и давление в теплообменнике.

Обеспечение качества получаемой продукции обеспечивается набором локальных систем [5]: стабилизации соотношения топливо-воздух, стабилизации температуры в зоне охлаждения путем изменения расхода холодного воздуха, стабилизации температуры в зоне обжига путем изменения расхода топлива, стабилизации температуры и давления в теплообменнике путем изменения расхода охлаждающей воды и расхода отходящих газов, соответственно.

Стабилизация температурных режимов процесса обжига известняка в двухшахтной шахтной печи на основе разработанной системы автоматического управления ведет к улучшению качества выпускаемой продукции и снижению ее себестоимости до двух процентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вяжущие материалы / А.А. Пашенко, В.П. Сербин, Е.А. Старчевская. – Киев.: Вища школа, 1985. – 440 с.
2. Причкайтене Ю.К., Каминскас А.Ю. Влияние некоторых карбонатных добавок и углекислого газа на процесс твердения магензимального вяжущего вещества. – Сборник трудов ВНИИтеплоизоляции, вып. 8, 1976. – с. 123-129.
3. Липсон Г., Стипл Г. Интерпретация порошковых рентгенограмм. – М.: Мир, 1972. – 384 с.
4. Кузьменков, М.И., Хотянович, О.Е. Химическая технология вяжущих веществ. – Мн. БГТУ. 2008 – 264 с.
5. Барашко, О.Г., Сакович, А.А. Система автоматического регулирования процесса обжига в шахтной печи // Ресурсо- и энергосберегающие технологии и оборудование, экологические безопасные технологии. Материалы Междун. науч.-техн. конф. В 2-х частях. Часть 2. – Минск, 2014. – С.251–253.