

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВЫГРУЗКИ ИЗВЕСТИ ИЗ ШАХТНОЙ ОБЖИГОВОЙ ПЕЧИ

С. П. ЕРОНЬКО¹, д-р техн. наук, ersp@meta.ua; М. Ю. ТКАЧЕВ¹, канд. техн. наук;

Е. Н. СМИРНОВ², д-р техн. наук; В. А. СКЛЯР², канд. техн. наук

(¹ ГОУ ВПО “Донецкий национальный технический университет”,

*² Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
ФГАОУ ВО “Национальный исследовательский технологический университет “МИСиС”)*

Известь, как известно, широко используется в качестве флюса в металлургическом производстве с целью удаления из чугуна и стали серы и фосфора. В настоящее время ее получают путем обжига известняка во вращающихся печах и печах шахтного типа. Благодаря ряду преимуществ в последние годы предпочтение отдают шахтным обжиговым печам. Нормальная суточная производительность шахтных печей, составляющая 145–160 т извести (СаО более 90 %), должна регулироваться в пределах 40–160 т за счет возможности изменения скорости выдачи кускового материала, т. е. работа агрегата в заданном технологическом режиме во многом определяется надежностью и техническими возможностями его системы выгрузки. К главным критериям эффективности функционирования устройств выдачи обожженной извести из печей шахтного типа следует отнести обеспечиваемые ими степень равномерности ее выгрузки и пределы регулирования объема материала, поступающего из агрегата в единицу времени. Наряду с этим разгрузочная система должна также отвечать требованиям надежности и ремонтпригодности, т. е. при ее обслуживании должен быть свободный доступ ко всем элементам, подверженным воздействию высоких технологических нагрузок и требующим периодической замены. Достижимые значения указанных показателей в значительной мере зависят от конструктивных особенностей и принципа действия используемой в печи системы выгрузки.

Указанные устройства условно можно разделить на три основные группы в зависимости от реализуемого в них движения и формы рабочего органа. К первой группе относятся системы выгрузки с возвратно-поступательным движением элементов, осуществляющих перемещение ма-

териала от центра нижней части шахты печи к ее периферии [1–3].

Вторая группа объединяет системы с вращающимся подом, снабженным специальными гребнями, выполненными в форме спирали или криволинейных лопастей, отесняющих при повороте относительно нижней части шахты печи обжигаемый материал в радиальном направлении от ее центральной оси к крайней кромке пода [4, 5].

Отличительной особенностью устройств, отнесенных к третьей группе, является то, что выгрузка материала осуществляется специальным барабаном или комплектом роликов, вращающимися соответственно с помощью индивидуального или группового электромеханического привода [6, 7].

Как показали результаты сопоставительного анализа достоинств и недостатков известных систем выгрузки извести из шахтных обжиговых печей, дальнейшее их совершенствование будет связано с разработкой новых конструктивных решений, направленных на повышение эффективности процесса выдачи материала из агрегата за счет сообщения подвижному столу сложной траектории движения, выбора рационального числа и формы ножей-скребков, а также обоснования энергосиловых параметров привода разгрузочного механизма.

Сотрудниками кафедр “Механическое оборудование заводов черной металлургии” Донецкого национального технического университета и “Металлургия и материаловедение” Старооскольского технологического института им. Угарова с учетом достоинств и недостатков известных систем выдачи обожженной извести было предложено устройство для разгрузки шахтной обжиговой печи, снабженное столом, совер-

шающим плоскопараллельное движение относительно ее корпуса [8].

Конструктивная схема разработанного устройства приведена на рис. 1. Оно включает круглый под 4, установленный с зазором относительно нижней части шахты 16 печи. В нижней опорной поверхности пода выполнены четыре цилиндрических отверстия с запрессованными в них подшипниковыми втулками 2, в которых размещены с возможностью относительного вращения пальцы 3. Каждый палец жестко закреплен соответственно на одном из четырех зубчатых колес 7, горизонтально установленных на вертикальных осях 8. При этом пальцы смещены в одном и том же направлении на одинаковое расстояние от вертикальных осей зубчатых колес 7, имеющих одинаковые размеры и синхронизированных между собой размещенной в центре приводной шестерней 13 посредством конической передачи 11, связанной с мотор-редуктором 5, смонтированным на наружной поверхности приемного бункера 14, примыкающего снизу к шахте печи и снабженного шиберной задвижкой 10. Зубчатые колеса 7 опираются на сферические тела качения 6, набранные в сепараторы и размещенные в кольцевых беговых дорожках, выполненных в несущей раме 12 концентрично с делительными окружностями самих колес. Опорная рама жестко закреплена на несущих стойках 9. Над центральной частью пода в зазоре между ним и нижним торцом шахты 16 находится конический колпак-рассекатель 1, жестко связанный с корпусом печи, к которому изнутри прикреплены под заданным углом атаки ножи 15, равномерно рассредоточенные по периметру над верхней поверхностью пода.

Устройство работает следующим образом. После обжига известки ее куски лежат на колпаке 1 верхней поверхности пода 4, располагаясь по его периметру под углом естественного откоса и полностью заполняя зазор между подом и нижней частью шахты 2 печи. При открытии заслонки 10 и включении мотор-редуктора 5 вращение от его выходного вала через коническую передачу 11 передается шестерне 13, которая приводит в синхронное вращение зубчатые колеса 7 на вертикальных осях 8 в подшипниковых опорах, размещенных в несущей раме 12. Вместе с колесами 7 относительно осей 8 будут совершать вращательное движение вертикальные пальцы 3, расположенные в цилиндрических отверстиях, выполненных в нижней опорной поверхности пода 4. Благодаря тому, что пальцы 3 смещены на одинаковое расстояние в одном на-

правлении относительно осей 8 зубчатых колес 7, синхронно вращающихся в одном направлении, под 4 совершает плоскопараллельное перемещение на телах качения 6 относительно ножей 15 (рис. 2). В этом случае слой известки толщиной, равной зазору между нижней частью шахты 16 и подом 4, по кругу выдвигается из-под выходного кольцевого отверстия шахты к периферии пода в зоны расположения ножей 15, которые при заданном угле атаки осуществляют сброс материала в приемный бункер 14.

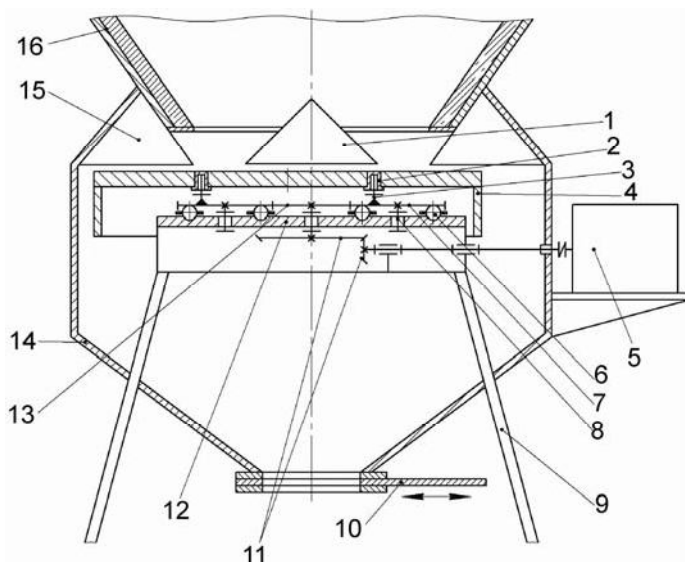


Рис. 1. Конструктивная схема разработанной системы выгрузки известки из шахтной обжиговой печи

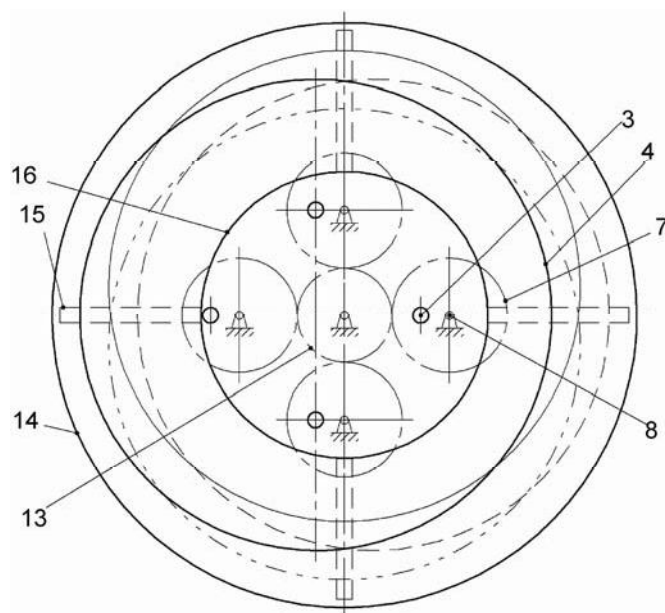


Рис. 2. Положения пода системы относительно выходного отверстия шахты печи в процессе ее разгрузки

Проверку правильности технических решений, заложенных в конструкцию новой системы выгрузки сыпучего материала из шахтной обжиговой печи, выполнили на ее физической модели, изготовленной в масштабе 1:10 (рис. 3) с соблюдением геометрического, кинематического и динамического подобий, а также равенства критерия Ньютона.



Рис. 3. Физическая модель разработанной системы выгрузки изввести из шахтной обжиговой печи

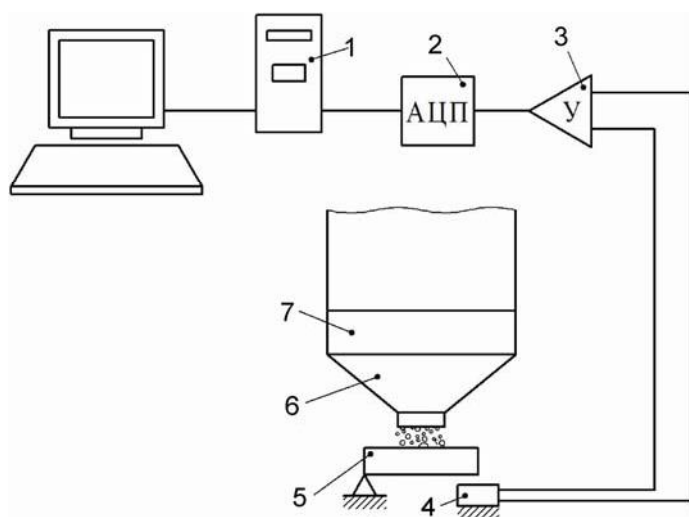


Рис. 4. Схема лабораторного стенда для контроля равномерности схода негашеной комовой изввести со стола выгрузочного устройства шахтной известково-обжигательной печи:

- 1 — ПЭВМ; 2 — АЦП; 3 — усилитель; 4 — месдоза;
- 5 — приемная емкость; 6 — приемный бункер;
- 7 — физическая модель выгрузочного устройства

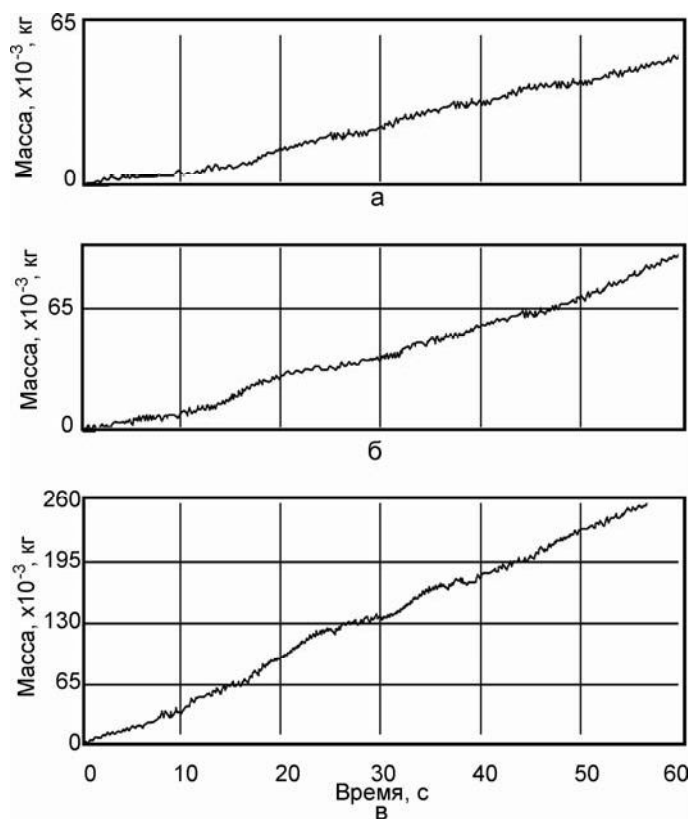


Рис. 5. Зависимость количества выгруженной обожженной изввести из модели шахтной печи от времени при различных периодах цикла работы стола: а — 0,8 цикл/мин; б — 1,6 цикл/мин; в — 4,4 цикл/мин

Тестирование физической модели предлагаемой системы выгрузки изввести из шахтной обжиговой печи подтвердило работоспособность всех ее структурных элементов. Новая конструкция позволяет обеспечить равномерную выдачу материала по всему периметру и рассредоточенную подачу по поперечному сечению печи охлаждающего воздуха. Предлагаемая конструкция не имеет в своем составе узлов и механизмов, увеличивающих трудоемкость операций при ее обслуживании и ремонтах.

Для количественной оценки влияния закона движения выгрузочного стола шахтной известково-газовой печи на равномерность схода с него насыпного материала (мелкокусковой изввестняка и негашеной комовой изввести с размерами рядовых кусков $a_{\max} \approx 1,5-3,5$ мм) провели серию экспериментов с использованием контрольно-измерительного стенда, схема которого приведена на рис. 4. Равномерность ссыпания изввести из шахты модели печи в ходе лабораторных исследований контролировали при помощи месдозы 4, подключенной через усилитель переменного тока 3 к АЦП 2 и ПЭВМ 1. Конструктивно месдоза выполнена в виде металлической

гильзы, снабженной преобразователем, собранным на основе фольговых тензодатчиков, соединенных по мостовой схеме. Во время проводившихся опытов в режиме реального времени контролировали приращение массы насыпного груза, накапливающегося в приемной емкости 5. В качестве примера на рис. 5 приведен вид сигналов, зафиксированных во время контроля массы извести, ссыпавшейся со стола модели печи при различных скоростных режимах его движения.

Полученные результаты измерений свидетельствуют о том, что масса материала, поступившего из выходного отверстия приемного бункера модели печи в приемную емкость, увеличивалась равномерно независимо от задаваемой производительности исследуемой системы выгрузки. Это свидетельствует в пользу ожидаемого положительного эффекта от предложенных

мероприятий по модернизации выгрузочного устройства, в связи с чем данные физического моделирования его работы послужат исходной информацией для начала конструирования модернизированного механизма.

Таким образом, разработанная новая конструкция системы может быть использована при проектировании современных высокопроизводительных шахтных обжиговых печей, имеющих улучшенные рабочие характеристики. Промышленное использование предлагаемой разработки позволит без затруднений достичь равномерной выгрузки кускового материала в соответствии с заданной производительностью печи, а также снизить затраты на ее обслуживание и ремонт благодаря простоте конструкции механизма, обеспечивающего плоскопараллельное перемещение подвижного пода системы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Монастырев, А. В. Печи для производства извести [Текст]: справочник / А. В. Монастырев, А. В. Александров. — М.: Металлургия, 1979. — 232 с.
2. Монастырев, А. В. Производство извести [Текст]: монография / А. В. Монастырев. — М.: Высшая школа, 1978. — 225 с.
3. Табунщиков, Н. П. Производство извести и сатурационного газа на сахарных заводах [Текст]: монография / Н. П. Табунщиков, Э. Т. Аксенов, Р. Я. Гуревич [и др.]. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. — 176 с.
4. Pat. 3854635 USA, IPC C 21 B 13/02, C 22 B 1/02, C 21 B 1/14, F 27 B 1/21. Sliding car arrangement for a shaft furnace [Text]; applicant and patentee Maerz Ofenbau / F. Tschinkel. — № 19730424706; claim. 14.12.1973; publ. 17.12.1974.
5. А. с. 613187 СССР, МКИ F 27 B 1/20. Устройство для выгрузки материала из шахтной печи [Текст] / В. Ф. Фомин, А. В. Фомин. — № 2380418/29-33; заявл. 02.07.1976; опубл. 30.06.1978. Бюл. № 24.
6. Пат. 2210029 Российской Федерации, МКИ F 23 G 5/24, F 27 B 1/21. Устройство выгрузки реактора шахтного типа для переработки отходов [Текст]; заявитель и патентообладатель ОАО «Электростальский завод тяжелого машиностроения» / Ю. В. Петров, Н. П. Рябихин, Н. И. Буянов [и др.]. — № 2000112334/03; заявл. 18.05.2000; опубл. 10.08.2003. Бюл. № 22.
7. Пат. 3903 Украины, МКИ F 27 B 1/20. Устройство для разгрузки шахтной известково-газовой печи [Текст]; заявитель и патентообладатель ООО «Фирма «ТМА» / В. Д. Науменко, В. Н. Кухар, И. В. Науменко [и др.]. — № 20040402933; заявл. 13.04.2004; опубл. 15.12.2004. Бюл. № 12.
8. Пат. 2623402 С1 Российской Федерации, МПК F 27 B 1/20. Устройство для разгрузки шахтной известково-газовой печи [Текст] / Е. Н. Смирнов, С. П. Еронько, М. Ю. Ткачев [и др.]. — № 2016119781; заявл. 23.05.2016; опубл. 27.06.2017. Бюл. № 18.