

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2424481

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2009120954

Приоритет изобретения 02 июня 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 июля 2011 г.

Срок действия патента истекает 02 июня 2029 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам

Б.П. Симонов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

F27B3/28 (2006.01)*H05B7/148* (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2009120954/02, 02.06.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.06.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **02.06.2009**(43) Дата публикации заявки: **10.12.2010**(45) Опубликовано: **20.07.2011**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2080534 C1, 27.05.1997. RU 2033706 C1, 20.04.1995. RU 2014762 C1, 15.06.1994. FR 2110972 A5, 02.06.1972.**Адрес для переписки:
**199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия,
2, СПГГИ(ТУ), патентный отдел**

(72) Автор(ы):

**Белоглазов Илья Никитич (RU),
Теляков Наиль Михайлович (RU),
Смирнов Александр Всеволодович (RU),
Васильев Валерий Викторович (RU),
Белоглазов Илья Ильич (RU),
Педро Анатолий Александрович (RU),
Арлиевский Михаил Павлович (RU)**

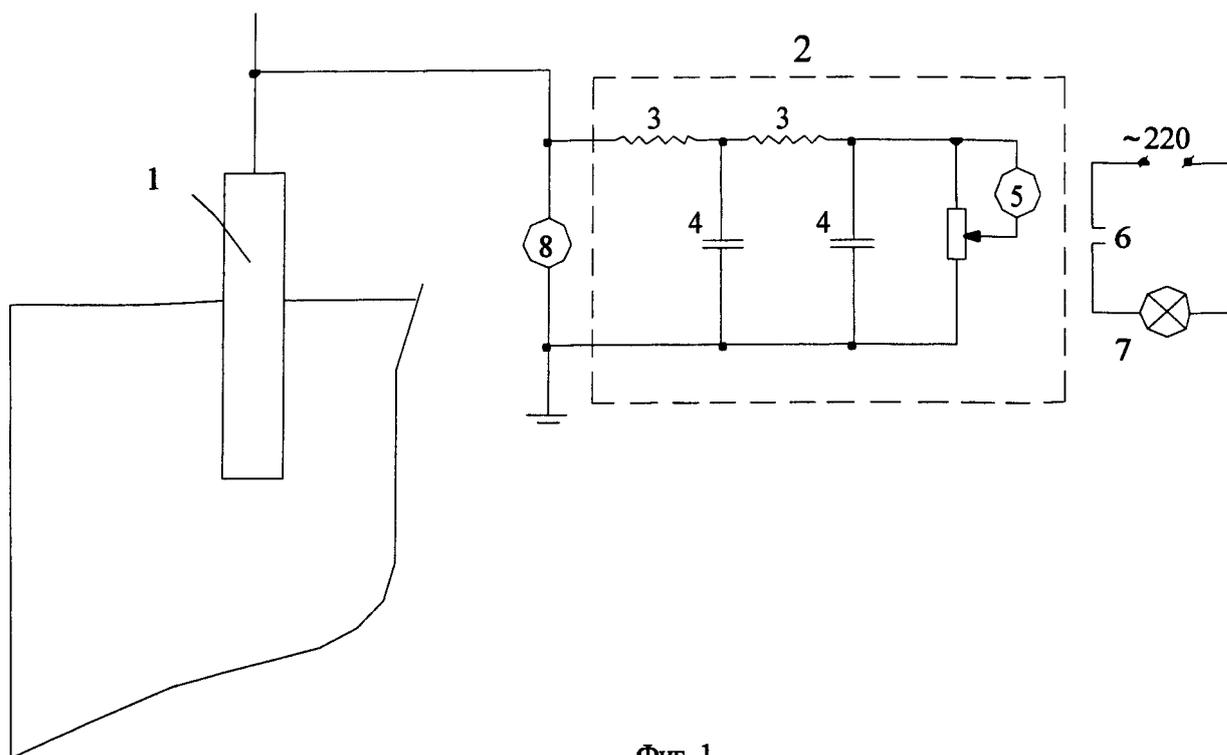
(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования "Санкт-Петербургский
государственный горный институт
имени Г.В. Плеханова (технический
университет)" (RU)**

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к металлургии и химической электротермии, в частности к руднотермическим электропечами. Технический результат - повышение технико-экономических показателей работы печи и безопасности работы на ней. Способ включает контроль в процессе работы печи напряжения на электродах и степени развития электрической дуги в подэлектродном пространстве каждого электрода с помощью электрофильтра, которую определяют по величине постоянной составляющей в фазном напряжении каждого электрода. При превышении заданной величины постоянной составляющей фазного напряжения для снижения развития дуги на закрытых печах осуществляют загрузку шихты в районе электрода с намечающимся образованием полости. Или перемещают электрод, или перемещают электрод и переключают ступени печного трансформатора на более низкое напряжение, а в открытых печах осуществляют "опиковку" или "прошивку" шихты. 2 ил.



Изобретение относится к металлургии и химической электротермии, в частности к руднотермическим электропечам, и предназначено для повышения эффективности их работы и безопасности при обслуживании.

Известно устройство для управления работой фосфорной печи (патент Ru № 2033706), состоящее из датчиков и задатчиков электрических параметров печи, соединенных с входами регулятора электрического режима, его выходы соединены с блоком перемещения электрода и переключения ступеней напряжения; при этом в устройство дополнительно введены последовательно соединенные блок определения активного сопротивления каждого электрода, блок сравнения фактического и заданного значений, блоки контроля обрушения шихты и облома электрода, логические элементы И, а также блоки запрета.

Недостатком данного устройства является то, что оно позволяет определить состоявшееся обрушение материала в печи и не позволяет сигнализировать о возможном предстоящем обвале шихты, что является нарушением технологического режима в печи и сказывается на качестве регулирования. Кроме того, остается возможность попадания шихты в газход, на пылеулавливающие устройства и на рабочую площадку. Последний факт к тому же опасен из-за внезапности происходящего.

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и выбранным в качестве ближайшего аналога является способ (патент Ru № 2080534), в котором с целью более точного определения момента выпуска расплава карбида кальция из печи и момента перепуска электрода предлагается использовать постоянную составляющую фазного напряжения, так как между указанными параметрами установлена достоверная зависимость. Способ позволяет стабилизировать процесс плавки карбида кальция путем поддержания уровня расплава в ванне печи и более точной коррекции величины угара электрода, что снижает удельные расходы электроэнергии и сырья.

Недостатком данного устройства в этом процессе является то, что выпуск расплава карбида кальция и перепуск электродов производят периодически и величина постоянной составляющей фазного напряжения в основном и определяется продолжительностью времени между выпусками расплава карбида кальция и перепусков электродов. Изменения постоянной составляющей, обусловленные этими факторами, превышают изменения постоянной составляющей, обусловленные обвалами или обрушениями шихты, что затрудняет их идентификацию.

Отсутствие контроля образования полостей в подэлектродном пространстве руднотермической печи является недостатком этой и подобных ей систем управления.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является повышение технико-экономических показателей работы печи и безопасности работы на ней.

Технический результат достигается тем, что в способе управления работой руднотермической печи, включающем контроль напряжения и тока электродов, потребляемой мощности, количества и состава шихты, согласно изобретению дополнительно в процессе работы печи производится контроль степени развития электрической дуги в подэлектродном пространстве каждого электрода с помощью электрофильтра; при этом степень развития электрической дуги определяют по величине постоянной составляющей в фазном напряжении каждого электрода и при повышении заданной величины постоянной составляющей фазного напряжения осуществляют мероприятия (на открытых печах - перемещение электрода, переключение ступени печного трансформатора на более низкое напряжение, загрузку шихты в районе электрода с намечающимся образованием полости; в открытых печах - "опиковка" или "прошивка"), направленные на снижение развития дуги.

Поставленная цель достигается тем, что с помощью специального устройства (электрофильтра) непрерывно контролируют значение постоянной составляющей фазного напряжения каждого электрода и по ее величине определяют места возможного возникновения обрушения шихты. На закрытых печах осуществляют загрузку шихты в районе электрода с намечающимся образованием полости, или перемещают электрод, или перемещают электрод и переключают ступени печного трансформатора на более низкое напряжение, а в открытых печах осуществляют "опиковку" или "прошивку" шихты.

В работе руднотермических печей одним из отрицательных моментов является периодическое обрушение шихты в ванне печи. При обрушении шихты в печи с открытым колошником раскаленная шихта и газы, попадая на рабочие площадки, могут вызвать термические травмы у обслуживающего персонала, а также возгорание оборудования, находящегося на этих площадках.

В печи с закрытым колошником раскаленная шихта и газы также могут попадать в рабочее помещение цеха через различные неплотности в своде печи, загрузочные воронки и взрывные клапаны. В этих печах вследствие повышенного пылесодержания в отходящих газах, возникающего при обрушениях, снижается чистота целевого продукта, если последний (целевой продукт) покидает печь в газообразном состоянии.

Особую опасность вызывают обрушения, происходящие во время выпуска металла или шлака через печные летки. Раскаленные шлак и металл, выдавливаемые из печи, очень часто становятся причиной пожаров и травм обслуживающего персонала.

Кроме того, обрушившаяся относительно холодная шихта, обладая большим электрическим сопротивлением, уменьшает токопереход от электродов в ванну печи, тем самым снижая потребляемую мощность.

Возникновение обрушений является следствием образования полостей в подэлектродном пространстве. Эти полости появляются, когда по тем или иным причинам (влажная шихта, наличие легкоплавких примесей в ней, большое количество мелочи в шихте и т.п.) ухудшается газопроницаемость верхних горизонтов. Этому способствует также излишнее развитие электродуговых процессов, что ведет к испарению некоторых компонентов шихты. Конденсируясь в верхних горизонтах печи, они ухудшают газопроницаемость слоя шихты и благоприятствуют спеканию шихты, что затрудняет ее сход в ванне. В конце концов, поскольку шихта не поступает в приэлектродное пространство, в печи образуются полости. Рано или поздно спекшаяся шихта под собственным весом и весом шихты, находящейся в ванне, обрушивается в эти полости со всеми отмеченными выше негативными последствиями.

Обрушение происходит, главным образом, вблизи электродов, при этом образование полости, вследствие которого обрушения и возникают, сопровождается развитием дугового режима в этой полости. Принцип действия предлагаемого изобретения основан на использовании вентильного эффекта электрической дуги переменного тока. Электрическая дуга переменного тока обладает вентильным эффектом, проявляющимся в том, что в один полупериод напряжения дуги больше, а сила тока меньше, чем в соседних полупериодах. Существование вентильного эффекта дуги переменного тока обусловлено разной термоэмиссией из катода, которым в один полупериод является углеродистый электрод, а в другой - расплав, на который горит дуга. В большинстве случаев термоэмиссия больше, а падение напряжения меньше в полупериод, когда катод расположен на электроде, и, наоборот, напряжение больше, а ток меньше в полупериод, когда катодное пятно расположено на жидкоподвижном расплаве. В последнем случае температура катодного пятна, от которой зависит плотность тока термоэмиссии, меньше, чем на твердом углеродистом электроде.

В напряжении дуги и в конечном итоге в фазном напряжении печи появляется постоянная составляющая - $U_{п.с.}$ С увеличением длины дуги растет и значение $U_{п.с.}$

С развитием электрической дуги (что связано с увеличением газовой полости под электродом) увеличивается величина постоянной составляющей фазного напряжения. Отсюда и предлагается контролировать ситуацию в районе каждого электрода по степени развития электрической дуги, т.е. по величине постоянной составляющей фазного напряжения.

Контроль степени развития электрической дуги по величине постоянной составляющей фазного напряжения осуществляют в соответствии со следующей схемой (фиг.1). Сигнал, пропорциональный фазному напряжению на одном из электродов (1) подается на электрофильтр (2). Электрофильтр состоит из одного или двух дросселей (3), которые не пропускают переменный ток и пропускают постоянную составляющую напряжения. Емкости (4) предназначены для предотвращения возможного попадания переменной составляющей в измерительную цепь постоянного тока. Вольтметр постоянного тока (5) имеет контакт (6), который настраивается на определенную величину постоянного напряжения, при достижении которой замыкается и включает сигнальную лампу (7). Загорание последней свидетельствует о возникновении полости в районе этого электрода и служит сигналом для принятия необходимых мероприятий по предотвращению возможного обрушения. Вольтметр (8) предназначен для измерения фазного напряжения и переменного тока.

Данное устройство реализует способ управления работой руднотермической печи для одного электрода. Такие электрофильтры устанавливаются на каждом электроде.

Предварительно определив на работающей печи величину постоянной составляющей, превышение которой ведет к возникновению обрушений, в дальнейшем следует при каждом таком превышении предпринимать мероприятия, которые привели бы к прекращению дальнейшего роста этой величины и ее уменьшению.

Мероприятиями по предупреждению зависания шихты и образованию полости в районе того или иного электрода на печах с открытым колошником являются периодическая "опиковка" или "прошивка" колошника. Эта обработка колошника осуществляется вручную с помощью металлических штанг или с помощью специальных механизмов, например опиковочной машины. С этой же целью используют вращающиеся печные ванны.

В качестве примера можно привести работу руднотермической печи для получения фосфора.

На фиг.2 показан характер изменения постоянной составляющей в фазном напряжении одного из электродов, из которого видно, как меняется величина $U_{п.с.}$ постоянно возрастая перед обрушением и резко уменьшаясь после. Последний факт объясняется тем, что при обрушении (п. "1" на фиг.2) относительно холодная шихта, проникая из верхних горизонтов печи вдоль электрода в образовавшуюся полость, увеличивает электрическое сопротивление подэлектродного пространства и тем самым снижает степень развития дуги.

В процессе наблюдений было отмечено, что обрушению предшествует быстрое возрастание постоянной составляющей с 0,2-0,3 В до 0,5-0,6 В.

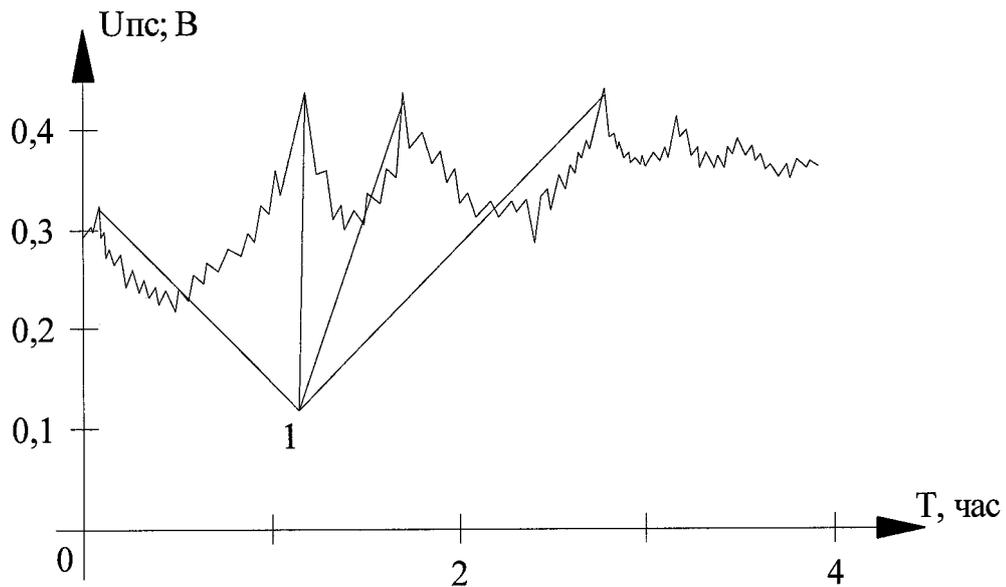
Это было учтено и в последующем, когда величина постоянной составляющей по достижении значения 0,3 В продолжала возрастать, предпринимались меры для прекращения этого роста. Большей частью это были перемещения электрода вверх-вниз, что вызывало плавное смещение (а не обрушение) шихты вдоль электрода, В тех случаях, когда постоянная составляющая возрастала очень быстро, одновременно с перемещением электрода снижалось напряжение путем переключения печного трансформатора.

Предполагаемое изобретение позволяет стабилизировать режим плавки за счет того, что при его использовании возможно непрерывно контролировать степень развития электрической дуги в подэлектродном пространстве каждого электрода печи и по ее величине идентифицировать возникновение полостей и, когда необходимо, оперативно осуществлять мероприятия, направленные на снижение вероятности обрушения шихты около электрода, обусловленной высокой степенью развития дуги и высокой величиной постоянной составляющей фазного напряжения печи.

Это позволит улучшить технико-экономические показатели работы печи и повысить безопасность работы обслуживающего персонала.

Формула изобретения

Способ управления работой руднотермической печи, включающий контроль в процессе работы печи напряжения на электродах и степени развития электрической дуги в подэлектродном пространстве каждого электрода с помощью электрофильтра, которую определяют по величине постоянной составляющей в фазном напряжении каждого электрода, отличающийся тем, что при превышении заданной величины постоянной составляющей фазного напряжения для снижения развития дуги на закрытых печах осуществляют загрузку шихты в районе электрода с намечающимся образованием полости или перемещают электрод или перемещают электрод и переключают ступени печного трансформатора на более низкое напряжение, а в открытых печах осуществляют "опиковку" или "прошивку" шихты.



Фиг. 2