



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012157724/02, 12.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.05.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
02.06.2010 АТ А911/2010

(43) Дата публикации заявки: 20.07.2014 Бюл. № 14

(45) Опубликовано: 27.09.2015 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: АТ 299283 В, 12.06.1972. US 3591296 А, 06.07.1971. US 3528800 А, 15.09.1970. SU 1016368 А, 07.05.1983. SU 985056 А, 30.12.1982

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 09.01.2013

(86) Заявка РСТ:
ЕР 2011/057672 (12.05.2011)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2011/151143 (08.12.2011)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б.Спаская, 25, стр.3, ООО
"Юридическая фирма Городисский и
Партнеры", пат.пов. Ю.Д.Кузнецову, рег. N 595

(72) Автор(ы):

**ХАРТЛЬ Франц (АТ),
КУРЦМАНН Томас (АТ)**

(73) Патентообладатель(и):

**СИМЕНС ФАИ МЕТАЛЗ
ТЕКНОЛОДЖИЗ ГМБХ (АТ)**

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОМЕНТА ЗАЖИГАНИЯ ПРИ ПРОДУВКЕ СВЕРХУ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, в частности к способу определения момента зажигания при продувке сверху в сталеплавильном конвертере, в частности в LD-процессе, причем детектируют возникающее при зажигании излучение между горловиной конвертера и вытяжным колпаком. Одновременно с началом кислородного дутья делают многочисленные, следующие друг за другом во времени, снимки одной и той же области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком с помощью датчика, который содержит многочисленные, в каждом случае соответствующие одной точке

изображения, фотодиоды, предпочтительно с помощью CCD-формирователя видеосигналов, на основе измеренной фотодиодами интенсивности излучения определяют профиль изменения интенсивности излучения во времени и тот момент, в который достигается предварительно заданная интенсивность излучения или предварительно заданный рост интенсивности излучения, регистрируют как момент зажигания. Использование изобретения обеспечивает надежное определение момента зажигания в сталеплавильной печи. 2 н. и 12 з.п. ф-лы, 6 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012157724/02, 12.05.2011**

(24) Effective date for property rights:
12.05.2011

Priority:

(30) Convention priority:
02.06.2010 AT A911/2010

(43) Application published: **20.07.2014** Bull. № 14

(45) Date of publication: **27.09.2015** Bull. № 27

(85) Commencement of national phase: **09.01.2013**

(86) PCT application:
EP 2011/057672 (12.05.2011)

(87) PCT publication:
WO 2011/151143 (08.12.2011)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",
pat.pov. Ju.D.Kuznetsovu, reg.N 595**

(72) Inventor(s):

**KhARTL' Frants (AT),
KURTsmANN Tomas (AT)**

(73) Proprietor(s):

**SIMENS FAI METALZ TEKNOLODZhIZ
GMBKh (AT)**

(54) **METHOD OF DETERMINATION OF IGNITION MOMENT DURING PURGING FROM TOP
DOWNWARD**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to the method of determination of ignition moment during purging from top downward in steelmaking converter, in particular in LD-process, at that the occurred during ignition radiation between the converter mouth and the exhaust hood is detected. Simultaneously with start of the oxygen blowing the multiple one-after-another in time photos of the same area between the converter mouth and exhaust hood using the sensor, it contains multiple,

in each case corresponding to one image point, photo diodes, preferably using CCD-image device, based on the radiation intensity measured by the photo diodes the profile of the intensity variation with time and the moment of the achieved pre-set radiation intensity or the pre-set rise of the radiation intensity are determined, and registered as the ignition moment.

EFFECT: reliable determination of the ignition moment in steelmaking furnace.

14 cl, 6 dwg

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Изобретение относится к способу определения момента зажигания при продувке сверху, в частности в LD-процессе, в сталеплавильном конвертере, причем детектируется возникающее при зажигании излучение, которое выходит между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, а также к соответствующему устройству.

Цель сталеплавильного производства состоит в получении стали, то есть сплавов железа с незначительным содержанием углерода и желательными свойствами, такими как твердость, коррозионная стойкость или формуемость.

В процессе продувки чугуна рафинируют кислородом. Процесс окисления, который снижает содержание углерода (фришевание), в этом способе выделяет достаточное количество тепла, чтобы удерживать сталь в жидком состоянии, и поэтому подведение тепла в конвертеры извне не требуется. Процесс продувки может быть дополнительно подразделен на способ продувки сверху и способ донной продувки. К способам донной продувки относятся бессемеровский процесс, томасовский процесс, сыродутный горн и ранние доменные печи. Наиболее известным способом продувки сверху является ЛД-процесс.

В процессе фирмы Линц-Донавитц (сокращенно LD-процессе) в LD-конвертер загружают металлический скрап и жидкий чугун и вносят шлакообразующую добавку. Через фурму на расплав вдувают кислород. При этом в стали выгорают нежелательные примесные элементы, такие как сера, фосфор, углерод и т.д., и переходят в дымовой газ или в шлак. Под воздействием выделяющегося при сгорании огромного количества тепла введенный скрап расплавляется, и соответственно добавлением скрапа и руды может быть уменьшена загрузка чугуна, и расплав может быть охлажден.

Продолжительность продувки составляет между 10 и 20 минутами и выбирается так, чтобы обеспечивалось желательное обезуглероживание и выгорание нежелательных примесей, а также достигалась желательная конечная температура. Готовую сталь выпускают в разливочные ковши путем наклона резервуара конвертера. Сначала ванну жидкой стали с температурой более 1600°C через выпускное отверстие выпускают в разливочный ковш, и после этого через край конвертера сливают шлак.

Но горение в сталеплавильном конвертере начинается не сразу после начала вдувания кислорода, а, как правило, запаздывает на время от нескольких секунд до 90 секунд, чтобы затем самопроизвольно начаться в момент времени, который нельзя предварительно задать. Знание точного момента зажигания является очень важным, поскольку только после этого момента кислород вступает в реакцию с расплавом, и фактическая продолжительность этой реакции имеет решающее значение для проведения процесса и качества стали, в частности содержания в ней углерода. Наряду с другими параметрами момент зажигания позволяет управлять процессом дутья от начала до конца. Благодаря точному знанию момента зажигания может быть повышено качество стали, и отпадает необходимость в повторном вдувании кислорода (дополнительной продувке) или в повторном науглероживании (связанном с повторным введением серы). Улучшается воспроизводимость процесса продувки, что оказывает положительное влияние также на последующие этапы производственного цикла, такие как выпечная обработка стали.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

До сих пор момент зажигания определялся оператором путем наблюдения за конвертером, и тем самым момент зажигания включался в процесс управления вручную. Однако однозначное различение вспышки оператором затрудняется как сильным выделением дыма и пыли, так и в равной мере неопытностью или возможной

невнимательностью оператора.

Зажигание также детектируется автоматически косвенным путем измерения повышающейся температуры отходящего газа и, соответственно, трубопроводов для выпуска отходящего газа сталеплавильного конвертера. Но этот способ связан с запаздыванием во времени между фактическим моментом зажигания и регистрацией момента зажигания в пределах многих секунд, часто вплоть до 30 секунд. Такого рода запаздывающее определение момента зажигания все же является неблагоприятным для ведения процесса. Кроме того, момент зажигания может быть определен не совсем точно, а только приблизительно.

Для определения момента зажигания может быть привлечено также тепловое расширение головки фурмы (с помощью тензорезистора). Однако это обуславливает большие технические затраты и обеспечивает лишь запаздывающее определение момента зажигания.

Из описания изобретения к патенту АТ 299283 В для точного определения момента зажигания известно измерение яркости пламени с использованием фотоэлемента, то есть в более широком смысле электронной лампы.

Согласно патентному документу АТ 299283 В, фотоэлемент размещен своей оптической осью горизонтально примерно в 10 см над верхним краем горловины конвертера так, что он при открытом кожухе дымохода детектирует то излучение, которое возникает между верхним краем выпускного отверстия конвертера (горловины конвертера) и нижним краем кожуха дымохода (вытяжного колпака). Фотоэлемент теперь отрегулирован так, что его отпирющий ток появляется при температуре визируемых реакционных газов свыше около 1100°C, предпочтительно примерно 1200°C, и тем самым представляет момент зажигания. Отпирющий ток фотоэлемента вызывает срабатывание дозирования предварительно заданного «металлургического» количества кислорода.

Недостаток способа согласно патентному документу АТ 299283 В состоит в том, что он выдает только единственное значение, которое для надежного определения зажигания в процессе продувки сверху часто является недостаточным. Фотоэлемент мог бы также срабатывать от случайной помехи, например, от отдельных искр вблизи фотоэлемента, хотя собственно зажигания кислорода еще не произошло.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Поэтому задача изобретения состоит в представлении способа, который обеспечивает надежное определение момента зажигания, в котором привлекается не только измеренная величина излучения, которое возникает между горловиной конвертера и вытяжным колпаком.

Задача решена тем, что не раньше (поскольку, кроме того, при известных условиях еще ярко горят другие пламена, не имеющие отношения к зажиганию) начала кислородного дутья (а именно, по достижении известной величины расхода потока кислорода) делаются многочисленные, следующие друг за другом во времени снимки одной и той же области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком с помощью датчика, который содержит многочисленные, в каждом случае соответствующие одной точке изображения фотодиоды, предпочтительно с помощью CCD-формирователя видеосигналов (прибора с зарядовой связью, ПЗС), на основе измеренной фотодиодами интенсивности излучения определяется профиль изменения интенсивности излучения во времени, и тот момент, в который достигается предопределенный рост интенсивности излучения, регистрируется как момент зажигания.

Прежде всего в многочисленных циклах эксплуатации выясняется определенная

интенсивность излучения в качестве граничного значения, превышение которого соответствует моменту зажигания. Но для регистрации момента зажигания предусматривается применение не только известного значения интенсивности излучения. Так, при наличии многочисленных последовательных значений (соответственно средних значений, смотри ниже) интенсивности излучения рассчитывается наклон кривой интенсивностей излучения, и определенный наклон устанавливается как граничное значение, которое соответствует моменту зажигания. Для этого рассчитывается разность измеренных значений интенсивности излучения между двумя не следующими друг за другом, а, например, разделенными интервалом в 1 секунду последовательными значениями. Когда эта разность значений (дельта) превышает предварительно установленное граничное значение, которое типично для зажигания, это непосредственно дает момент зажигания. При определении момента зажигания с помощью наклона кривой или соответственно измерения разности обеспечивается меньшее запаздывание, так как нужно выждать всего лишь по меньшей мере одно из «n» измеренных до сих пор значений интенсивности излучения, причем «n» представляет число значений, которые определены («окончательная интенсивность излучения или уровень яркости»). Но это запаздывание всегда является несколько меньшим, чем то, которое имеет место в традиционных способах.

Необходимые для соответствующего изобретению способа фотодиоды представляют собой полупроводниковые диоды, которые посредством внутреннего фотоэффекта преобразуют видимый свет, но в зависимости от исполнения также инфракрасное (ИК), ультрафиолетовое (УФ) или рентгеновское излучение, в электрический ток. Каждый фотодиод датчика соответствует одной точке изображения, или пикселю, датчика и тем самым точке изображения, или пикселю, снятого изображения.

CCD-формирователь видеосигналов представляет собой сенсор, который собран из так называемых CCD-элементов (приборов с зарядовой связью). CCD-формирователи видеосигналов состоят главным образом из матрицы (реже из одного ряда) светочувствительных фотодиодов, которые называются пикселями, или точками изображения. Они могут быть прямоугольными, квадратными или многоугольными, с кромками длиной от менее 3 мкм до более 20 мкм. Чем больше площадь пикселя, тем выше светочувствительность и динамический диапазон CCD-сенсора, однако тем меньшим является, при равной величине датчика, разрешение изображения.

CCD-формирователи видеосигналов могут быть изготовлены как для длин волн в видимом диапазоне, так и для ближней инфракрасной, УФ- и рентгеновской областей спектра. Тем самым спектр для особых вариантов применения расширяется от 0,1 пм до около 1,1 мкм. Дополнительным преимуществом являются их широкий диапазон спектральной чувствительности, их высокий динамический диапазон (следовательно, способность одновременно регистрировать очень слабоосвещенные и очень яркие области изображения), и тот факт, что содержащаяся в изображении информация выдается в цифровой форме, что, например, является преимуществом в фотометрии (измерении яркости) и при применении в обстоятельно разработанных методах обработки изображений. Цифровые (CCD) камеры, которые собраны из CCD-формирователей видеосигналов и оптической системы, могут дистанционно управляться при использовании в промышленности и автоматически сохранять изображения на носителях информации. Последующая обработка изображений частично производится уже в алгоритме сортировки CCD-элемента, чтобы быстрее считывать представляющую интерес область изображения (по-английски: интересующая область изображения, ROI).

Однако наряду с CCD-формирователями видеосигналов могут быть также

использованы другие сенсоры, которые действуют на основе фотодиодов. Например, существует так называемый активный формирователь сигналов изображения (APS, активно-пиксельный датчик), который представляет собой полупроводниковый детектор для измерения света, выполненный по технологии CMOS (КМОП, комплементарный

металлоксидный полупроводник), и поэтому часто называется CMOS-сенсором. Благодаря применению технологии CMOS можно встроить в кристалл с датчиком дополнительные функции, например, такие как контроль экспозиции, корректирование контраста или аналого-цифровое преобразование.

Датчик на основе технологии Digital Pixel System (DPS, цифровая система пикселей) представляет собой формирователь видеосигналов, который основывается на принципах CMOS-сенсоров, однако благодаря специальной технике многократной выборки имеет значительно расширенный динамический диапазон и во многих случаях явственно улучшенное отношение «сигнал-шум» сравнительно с традиционными датчиками. Кроме того, при подходящих условиях освещения достижимы скорости съемки с частотой кадров до 10000 в секунду.

Согласно изобретению, датчик направлен на область между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, и - как только начинается кислородное дутье, и в результате чего происходит зажигание - непрерывно происходит съемка изображений и их сохранение. Все время выполняется съемка одной и той же области. С помощью программы обработки изображений по каждому снятому изображению определяется интенсивность излучения в отображенной в нем области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком. Если достигнутую интенсивность излучения нанести на график по оси времени, то можно видеть ход изменения интенсивности излучения во времени. Если единожды, так сказать при инициализации способа, была определена та интенсивность излучения, при которой происходит зажигание, то тогда в полученном графике изменения интенсивности излучения во времени нужно искать только лишь это значение интенсивности излучения. Тогда соответствующий этой интенсивности излучения момент времени является моментом зажигания. Поскольку после зажигания интенсивность излучения относительно быстро возрастает, моментом зажигания считается тот момент времени, ранее которого изменение интенсивности излучения во времени происходит с определенным, заранее выясненным наклоном кривой (смотри выше).

Как оказалось, предпочтительным является выбор датчика, который преимущественно регистрирует видимый свет, например, в виде CCD-камеры. Такие камеры - в отличие от тепловизионных камер - представлены на рынке в широком ассортименте и также выдают желательную информацию об интенсивности излучения (максимальная мощность излучения, которой соответствует специфическая длина волны, с ростом температуры сдвигается от ИК-области по направлению к видимой области → закон смещения Вина). Для обеспечения того, что в CCD-камеру не попадет никакое инфракрасное излучение, и тем самым датчик будет защищен от воздействия теплового излучения, перед датчиком может быть установлен ИК-заграждающий фильтр. Когда датчик работает в области видимого света, он может быть использован также вне моментов зажигания как камера для наблюдения.

Регистрируемые датчиком изображения в лучшем случае должны охватывать весь зазор между краем горловины конвертера и краем вытяжного колпака. Например, может быть предусмотрено, что апертурный угол объектива отрегулирован так, что по возможности виден весь зазор между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, но хотя бы по меньшей мере 50% этой области, предпочтительно от середины зазора.

Согласно изобретению, чувствительность датчика в способе отрегулирована так, что снятое перед кислородным дутьем изображение, то есть когда зажигание еще наверняка не произошло, по возможности не имеет никакой засветки, то есть является почти черным. Это может быть сделано, к примеру, посредством диафрагменного
 5 числа (= диафрагма почти закрыта), и/или более коротким времени экспозиции камеры (с электронным затвором). Из этих соображений диафрагма объектива должна устанавливаться либо вручную, либо при автоматических объективах с ирисовой диафрагмой должна быть предусмотрена специальная электрическая схема, с помощью которой автоматическое регулирование диафрагмы отключается на промежуток
 10 времени определения зажигания.

Датчик должен был включать точки изображения числом по меньшей мере 10000. Например, он мог бы включать поле изображения из 480 на 640 точек, или (в случае аналоговых камер) 768×576 пикселей, согласно стандарту PAL, чего было бы вполне достаточно.

Соответствующий изобретению способ согласно пункту 1 патентной формулы предусматривает, что на одно изображение выбирается только определенное число самых светлых точек изображения между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, соответственно 0,1-1%-ной доле области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (ROI), и по нему путем усреднения определяется интенсивность излучения
 15 между горловиной конвертера и вытяжным колпаком.

Для расчета интенсивности излучения в каждом случае значащим является только зазор между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, поскольку в любом случае только излучение, которое выходит из этого зазора, позволяет сделать вывод о произошедшем зажигании. Соответственно этому, для определения интенсивности
 20 излучения привлекается только этот зазор, точнее говоря, та часть зазора, которая отображается на изображении. Часть зазора, которая отображается на изображении, тем самым, по существу, представляет собой так называемую «интересующую область изображения» (ROI), которая привлекается для последующей оценки изображения. Поэтому в принципе для точек изображения или, соответственно, пикселей
 25 потребовалось быть отсортировать только значения интенсивности излучения или, соответственно, градации серой шкалы пикселей.

Однако в указанном варианте исполнения для определения интенсивности излучения используются не все пиксели, а только определенное число самых светлых пикселей. Как правило, выбирают только столько самых светлых пикселей, которые представляют
 30 0,1-1% области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, то есть зазора. Например, когда датчик имеет число точек изображения или, соответственно, пикселей, 480 на 640, и из них примерно пятая часть соответствует области ROI (при использовании широкоугольных объективов - целесообразно для наблюдения помимо фаз зажигания - область изображения охватывает гораздо больше, чем только зазор между конвертером
 40 и колпаком), тогда для определения интенсивности излучения могли бы быть выбраны только 100 самых светлых пикселей зазора, причем это следует понимать только как ориентировочное значение, поскольку число самых светлых пикселей регулируется как переменный параметр. Значения интенсивности излучения или, соответственно, градации серой шкалы самых светлых пикселей усредняются, и тем самым определяется среднее
 45 значение интенсивности излучения или, соответственно, уровня яркости для этого изображения. Это повторяется для каждого снятого изображения, и результат интенсивности излучения или, соответственно, уровня яркости наносится на график по оси времени, причем в качестве данного момента времени используется момент

времени съемки изображения.

Для получения по возможности равномерного профиля кривой интенсивности излучения во времени может быть предусмотрено, что интенсивность излучения усредняется по многочисленным, следующим друг за другом изображениям, в частности по меньшей мере пяти изображениям, или же через промежуток времени максимум в две секунды. Было показано, что особенно в начале кислородного дутья возникают лишь отдельные искры, которые вскоре опять гаснут. Соответственно этому, в изображении могут быть различимыми особенно светлые точки изображения, но оказываются более темными относительно них в последующих изображениях. Если бы при этом изображения затем подвергались последующей обработке без усреднения рассчитанных градаций серой шкалы, то по отдельному изображению с особенно светлыми точками изображения (например, вблизи объектива оказалась раскаленная искра или кратковременный язык пламени) уже получалось бы превышение значения интенсивности излучения для зажигания вдуваемого кислорода (соответственно, особенно резкий подъем кривой изменения интенсивности излучения во времени), тогда как последующие более темные изображения давали бы интенсивность излучения ниже значения, соответствующего зажиганию вдуваемого кислорода (соответственно, особенно резкое снижение кривой изменения интенсивности излучения во времени). Поэтому целесообразно так выравнять кривую интенсивности излучения, чтобы получалась непрерывно возрастающая кривая, с помощью которой тогда можно однозначно определить момент зажигания.

Соответствующая изобретению съемка изображений заканчивается самое позднее тогда, когда вытяжной колпак опустился на горловину конвертера. Поскольку тогда зазор между вытяжным колпаком и горловиной конвертера закрывается, и изображения уже более не имеют отношения к зажиганию. Разумеется, съемка изображений может быть настроена и на уже более ранний срок, например, когда посредством значений интенсивности излучения, определенных с помощью соответствующего изобретению способа, уже был выяснен момент зажигания, и был подтвержден по повышению известной температуры отходящего газа в дымоходе. Конечно, дополнительные изображения могут регистрироваться еще и после достижения момента зажигания или после опускания вытяжного колпака, чтобы выяснять и, соответственно, отслеживать другие, имеющие отношение к процессу события.

Соответствующее изобретению устройство для исполнения способа включает камеру с датчиком, который содержит многочисленные фотодиоды, предпочтительно с CCD-формирователем видеосигналов, причем камера своей оптической осью направлена на зазор между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, а также вычислительное устройство для обработки изображений с камеры, причем вычислительное устройство запрограммировано так, что оно на основе зарегистрированной датчиком интенсивности излучения определяет профиль изменения интенсивности излучения во времени, и тот момент времени, в который достигается предварительно заданное повышение интенсивности излучения, регистрирует как момент зажигания, причем на каждом изображении выбирается только определенное число самых светлых точек изображения между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, соответствующее 0,1-1%-ной доле области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, и из них путем усреднения выводится значение интенсивности излучения между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, и причем интенсивность излучения усредняется по многочисленным, следующим друг за другом изображениям, в частности по меньшей мере по пяти изображениям, или же через промежуток времени максимум в две секунды.

Вычислительное устройство связано с системой управления производственным процессом сталеплавильного конвертера и сообщает момент зажигания системе управления производственным процессом или, соответственно, регулирующему устройству (PLC, программируемому логическому контроллеру).

В простейшем случае камера может быть установлена на защитном ограждении сталеплавильного конвертера. Чтобы защитить ее от сильного воздействия теплового излучения от сталеплавильного конвертера и от нагревания защитным ограждением в результате теплопроводности, может быть предусмотрено, что камера заключена в охлаждаемый корпус, причем охлаждение может производиться водой, воздухом или азотом. Кроме того, следует принимать во внимание, что обзорное отверстие объектива должно поддерживаться малым (с диаметром около 5 мм). Кроме того, следует использовать так называемый объектив типа «игольное ушко» (камера-обскура). Для того чтобы пыль, дым, искры или огонь не попадали в корпус через обзорное отверстие на объектив и камеру, эта область перед камерой может поддерживаться чистой в результате продувания азотом или воздухом. Дополнительно может быть предусмотрено, что корпус перед объективом камеры имеет крышку с пневматическим или ручным приводом в форме заслонки или задвижки. Благодаря этому в перерывах между двумя процессами зажигания камера может быть защищена от излучения и загрязнения.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ФИГУР

Изобретение будет разъяснено на примерах с привлечением схематических фигур, а также с помощью изображений и графика.

Фиг.1 показывает вид сбоку в разрезе сталеплавильного конвертера с датчиком.

Фиг.2 показывает вид сбоку в разрезе сталеплавильного конвертера с датчиком, встроенным в защитное ограждение (так называемый кессон).

Фиг.3 показывает снятое датчиком изображение.

Фиг.4 показывает последовательность изображений зазора между вытяжным колпаком и горловиной конвертера.

Фиг.5 показывает график с временным профилем интенсивности излучения и другими технологическими параметрами.

Фиг.6 показывает фрагмент из фиг.5.

ВАРИАНТЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

На фиг.1 представлен сталеплавильный конвертер 1, в котором находится подвергаемая рафинированию завалка, а именно скрап и кусковой чугун 2, а также жидкий чугун 3. Над горловиной конвертера, к которой сталеплавильный конвертер 1 суживается снизу вверх, размещен дымоход 4 для отходящих газов. Дымоход 4 для отходящих газов охвачен вытяжным колпаком 5, который может опускаться и, соответственно, подниматься вдоль показанного двойной стрелкой 6 направления. Он служит для уплотнения горловины конвертера и для задерживания свежей газовой смеси во время фришевания. Поднимаемая и опускаемая фурма 7 введена в сталеплавильный конвертер 1 через отверстие 8 канала 4 для отходящих газов.

Фурма 7 опускается от положения H_2 , в котором фурма 7 обозначена сплошными линиями, и где подача кислорода еще не начата, до рабочего положения H_1 . Уже незадолго до достижения рабочего положения H_1 открывается подача кислорода, и поступает необходимый для дутья кислород 9. Фурма 7 дополнительно опускается в то время, как кислород 9 выходит из сопла, вплоть до достижения рабочего положения H_1 , которое обозначено штрихпунктирной линией. Это можно также распознать по

фиг.5, где положение фурмы 7 представлено кривой 32, и величина расхода потока кислорода изображена кривой 34. По достижении рабочего положения H_1 должно произойти зажигание, когда нет никакой задержки зажигания. Однако, когда зажигание запаздывает вследствие выступающего наружу скрапа или тому подобного, вытекает количество кислорода, которое не участвует в реакции фришевания, и это непременно должно учитываться.

Как только происходит зажигание, из сталеплавильного конвертера 1 поднимаются реакционные газы 10, которые преимущественно состоят из монооксида углерода (CO). Тогда вытяжной колпак 5, как показано на фиг.1, открывается так, что через зазор между вытяжным колпаком 5 и сталеплавильным конвертером 1 и, соответственно, его горловиной конвертера поступает так называемый подсасываемый воздух 11. Монооксид углерода в реакционных газах 10 сгорает в воздухе. Начатое зажиганием горение углерода из чугуна во вдуваемом кислороде образует светящиеся белым цветом пламена и, соответственно, газы.

Датчик/камера 14 закреплены на расстоянии от 1 до 3 метров посредством окружающего их корпуса 23 на защитном ограждении сталеплавильного конвертера 1, а именно так, что их оптическая ось 12 направлена в зазор между вытяжным колпаком 5 и сталеплавильным конвертером 1 и, соответственно, его горловиной конвертера.

Датчик 14 выполнен как CCD- или CMOS-формирователь видеосигналов, который дает только значения градаций серого цвета (черно-белый CCD-формирователь видеосигналов). Могут быть использованы также цветные видеокамеры, изображение с которых затем с помощью пакета программ преобразуется в изображения с оттенками серого цвета. Перед датчиком установлен объектив 13, который вместе с датчиком составляет камеру. Раскрытие диафрагмы объектива, а также время экспозиции датчика камеры могут регулироваться. А именно, лучше всего было бы так, что изображение, снятое перед началом кислородного дутья, то есть когда зажигание наверняка еще не произошло, не имеет никакой засветки, то есть является черным. Это дает то преимущество, что пиксель только тогда достигает насыщения, когда интенсивность излучения фактически происходит от горячего пламени, как это должно иметь место лишь после зажигания. Пламена чаще всего также присутствуют уже перед зажиганием, только они не достигают такой яркости, как при зажигании.

Видеосигналы датчика 14 по проводу 19 передаются на вычислительное устройство 20, которое обрабатывает и оценивает их. Это может быть вычислительное устройство, которое специально предназначено только для обработки и оценки изображений и которое при этом далее передает полученные данные, в частности момент зажигания, на центральный компьютер системы управления. Но вычислительное устройство 20 может также представлять собой центральный компьютер, который, в дополнение к своим другим задачам, производит обработку и оценку изображений и использует полученные данные для управления процессом, например, для регулирования подачи кислорода в сталеплавильный конвертер 1 или для перемещения вытяжного колпака 5.

На вычислительное устройство 20 также могут передаваться результаты измерения температуры в корпусе 23, поскольку оно тоже следит за охлаждением корпуса воздухом или водой. В дополнение оно исполняет управление открыванием и закрыванием заслонки 26. Соответственно этому, от вычислительного устройства 20 по проводу 18 передаются управляющие сигналы на камеру для регулирования времени экспозиции и отверстия диафрагмы.

Корпус 23 охлаждается, причем регулирование подачи 24 и отведения 25

охлаждающего средства может выполняться собственным регулятором или вычислительным устройством 20 на основе измерений температуры корпуса 23. Кроме того, может быть предусмотрено, что объектив 13 и, соответственно, крышка объектива 13 поддерживаются в чистоте продувочным воздухом (не показано). Величина расхода потока охлаждающего средства и давление воздуха для продувания воздухом контролируются непрерывно, чтобы иметь возможность немедленно выявлять сбой в работе.

Для защиты камеры дополнительно предусмотрена механическая задвижка 26, которая установлена перед корпусом 23 и имеет пневматический или ручной привод. Задвижка 26 может быть закрыта вне рабочего режима датчика 14 или, соответственно, составленной им камеры, чтобы защитить камеру от теплового воздействия или разбрызгиваемого шлака. Приведение задвижки в действие может выполняться оператором вручную или же автоматически центральным компьютером системы управления. На фиг.1 также изображено электропитание 21, 22 датчика 14 камеры.

На фиг.2 представлен вид в разрезе установки из фиг.1, где корпус 23 встроен в так называемый кессон 29. Там с помощью платформы 31 открывается доступ к корпусу 23 и, соответственно, камере. Кодовым номером 30 позиции обозначена одна сторона двустворчатых так называемых ворот кессона, которые открываются для процесса загрузки. Во время процесса дутья защитное ограждение полностью закрыто, что требует встраивания камеры согласно фиг.2.

На фиг.3 представлено снятое датчиком 14 изображение, причем здесь зажигание уже произошло. Верхняя темная область изображения представляет вытяжной колпак 5 или, соответственно, крышку кессона 29, нижняя темная область изображения представляет сталеплавильный конвертер 1 или, соответственно, его горловину конвертера. Зазор между вытяжным колпаком и горловиной конвертера по большей части ярко освещен. Это также представляет собой участок изображения, который имеет решающее значение для определения момента зажигания. Поэтому для последующих расчетов привлекается также только прямоугольный участок изображения, который отображает большую часть содержащегося в изображении зазора. Этот участок изображения обозначается как «интересующая область изображения» (ROI) 15.

Прежде чем кислород поступит через фурму 7, при необходимости задвижка 26 открывается так, что при начале процесса дутья, где затем кислород через фурму вдувается в сталеплавильный конвертер 1, в каждом случае излучение/свет уже может попадать на датчик 14 через объектив 13. Первые изображения в показанной на фиг.4 последовательности изображений, которые были сняты до процесса дутья, соответственно этому почти полностью являются черными.

Начиная самое позднее с кислородного дутья (например, при величине расхода потока кислорода $>100 \text{ Нм}^3/\text{мин}$), затем непрерывно снимаются изображения, например, здесь по 10 изображений в секунду (снимки с частотой 100 м/с). Одновременно при необходимости время экспозиции камеры и отверстие диафрагмы переводятся в надлежащее стационарное состояние регулировки (затемненное изображение). Начало съемки может быть также предварительно задано центральным компьютером, который запускает начало съемки с включением подачи кислорода на фурму 7, или по достижении определенной величины расхода потока кислорода. Время экспозиции, в зависимости от величины раскрытия диафрагмы, варьирует главным образом в диапазоне между 1/1000 секунды и 1/50000 секунды. В качестве дополнительного условия для фактического зажигания принимается то, что задается необходимая минимальная величина расхода потока кислорода.

На фиг.4, начиная с 8-ого изображения (второй ряд сверху, правое изображение), уже различимы пиксели, достигшие насыщения. С этого момента, однако не позже 11-ого изображения, может быть зафиксировано фактическое зажигание.

Из каждого снятого изображения вычислительным устройством 20 из интересующей области 15 изображения для всех изображений, состоящей из одинаковых точек изображения, выбирается та сотня точек изображения или, соответственно, пикселей, которые являются самым светлыми. Значения их интенсивности излучения или, соответственно, градации серого цвета усредняются, и среднее значение их интенсивности излучения или, соответственно, градации серого цвета регистрируется как первоначальное значение серого цвета зазора в момент съемки изображения. Эта первоначальная интенсивность излучения или, соответственно, это значение серого цвета усредняется с первоначальными интенсивностями излучения или, соответственно, значениями серого цвета четырех предшествующих во времени изображений. Также проводится усреднение по пяти следующим друг за другом изображениям, что при 10 изображениях в секунду соответствует усреднению в течение полусекундного периода времени. Рассчитанное из усреднения пяти изображений значение фиксируется и сохраняется как окончательная интенсивность излучения или как окончательное значение серого цвета зазора на момент съемки изображения.

Эти расчеты выполняются в поточном режиме во время реального процесса дутья. Полученные соответствующим изобретению способом изображения зазора между горловиной конвертера и вытяжным колпаком, а также временной профиль кривой значений серого цвета также могут непрерывно и в режиме реального времени выводиться на монитор на пульте управления. Благодаря этому оператор также может с помощью изображений и, соответственно, явного возрастания значения серого цвета распознать момент зажигания. Результат является более точным, чем при непосредственном наблюдении зазора оператором, так как датчик находится ближе к сталеплавильному конвертеру, чем мог бы располагаться оператор, и к тому же кривая значений серого цвета позволяет производить общий обзор хода процесса в этом решающем промежутке времени.

Чтобы иметь возможность определить момент зажигания с помощью соответствующего изобретению способа, датчик и, соответственно, образованная им камера должны быть однажды откалиброваны: при этом с использованием камеры снимаются изображения и, как описано выше, определяются окончательные интенсивности излучения. При этом принимается во внимание то, что окончательные интенсивности излучения перед зажиганием имеют почти нулевое значение (это соответствует почти черному изображению) и после зажигания, по меньшей мере частично, достигают насыщения. Также возможно непрерывное проведение тонкой калибровки по ходу процесса, для чего корректируется чувствительность (затемнение) в зависимости от температуры отходящих газов в дымоходе 4 для отходящих газов. В зависимости от состава фактической загрузки сталеплавильного конвертера и, соответственно, скрапа многие загрузки загораются сразу после того, как был загружен чугун. При использовании влажного скрапа дополнительно выделяется водород, который легко воспламеняется или даже может вызвать взрывы.

Если известна та интенсивность излучения или, соответственно, наклон кривой интенсивности, которая соответствует как раз моменту зажигания, то при текущем исполнении соответствующего изобретению способа изображения должны сниматься так долго, пока не будет получено изображение, окончательная интенсивность излучения в котором соответствует интенсивности излучения при зажигании или превышает ее,

или, соответственно, окончательная интенсивность излучения в котором находится в определенном соотношении с предшествующими изображениями (согласно выявленному наклону кривой при произошедшем зажигании), или же превышает это соотношение. Еще лучше было бы также сверх того сделать дополнительные изображения, чтобы

5 определенно удостовериться, что интенсивности излучения не снизились опять, или наклон опять не уменьшился. При этом могут быть оставлены без внимания кратковременные преходящие резкие понижения интенсивности, обусловленные сильным выделением дыма.

На фиг.5, помимо всего прочего, представлено изменение во времени измеренных датчиком 14 и определенных соответствующим изобретению способом значений

10 интенсивности излучения, правда, при иной загрузке, нежели указанная на фиг.4 и тем самым не подлежащей непосредственному сравнению с ней. Основополагающие изображения были сняты через равные промежутки времени (10 изображений в секунду). С вертикальной осью (0...1000) соотнесены многие дополнительные измеренные

15 значения, все из которых получены от уже описанных измерительных устройств установки, и должны быть предоставлены в распоряжение эксплуатационнику установки (по меньшей мере величина расхода потока кислорода и температура отходящих газов), чтобы автоматически начинать съемку, а также выявлять зажигание, и иметь возможность останавливать съемку.

Кривая 16 представляет, как описано выше, выявленную первоначальную интенсивность излучения отдельных изображений (интенсивности и, соответственно, значения серого цвета, усредненные по 100 самым светлым пикселям интересующей области 15 изображения). Съемка изображений и тем самым также расчет значений для этой кривой в этом случае начинается при величине расхода потока кислорода

25 $>100 \text{ Нм}^3/\text{мин}$. После начала съемки засветка датчика поначалу является еще очень высокой, вследствие чего в этот момент времени проявляется пик на кривой. Однако во время съемки первых изображений засветка снижается. Хорошо видно, что кривая в области возрастания имеет высокие всплески, которые доходят до половины области значений серого цвета. Поэтому первоначальные интенсивности излучения и,

30 соответственно, значения серого цвета изображения усредняют с соседними по времени изображениями, как описано выше. Полученные при этом (выше обозначенные как «окончательные» интенсивности излучения) значения интенсивности излучения представлены в кривой 17. Она имеет более равномерный профиль, и при превышении порогового значения (например, 70%) при данных дополнительных условиях (в том

35 числе минимальной величине расхода потока кислорода) фиксирует сигнал о зажигании. Положение вытяжного колпака 5 представлено кривой 35, в этом случае, согласно фиг.5, вытяжной колпак начинает опускаться примерно на 18 секунд позже, в момент времени около 8:48:16. При выявлении зажигания по соответствующему изобретению способу он мог бы быть опущен уже 18 секундами ранее, что, в свою очередь,

40 обеспечивало бы преимущество в том, что уже в этот момент времени газообразный СО, который в противном случае выгорал в подсасываемом через зазор воздухе, мог бы быть получен обратно как горючий газ для другого процесса (максимальная регенерация газообразного СО).

На фиг.6 представлена только интенсивность излучения из фиг.5 для того момента времени, где происходит зажигание.

СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

1 Сталеплавильный конвертер

2 Скрап и кусковой чугуна

- 3 Жидкий чугун
 4 Дымоход для отходящих газов
 5 Вытяжной колпак
 6 Направление опускания и, соответственно, подъема вытяжного колпака 5
 7 Фурма
 8 Отверстие для фурмы 7
 9 Кислород
 10 Реакционные газы
 11 Подсос воздуха
 12 Оптическая ось
 13 Объектив
 14 Датчик
 15 Интересующая область изображения
 16 Кривая интенсивности излучения
 17 Кривая усредненной интенсивности излучения
 18 Провод для управляющих сигналов от вычислительного устройства 20
 19 Провод для видеосигналов к вычислительному устройству 20
 20 Вычислительное устройство
 21 Электропитание
 22 Электропитание
 23 Корпус
 24 Подача охлаждающего средства
 25 Отведение охлаждающего средства
 26 Заслонка
 27
 28 Расстояние оптической оси 12 от горловины конвертера
 29 Защитное ограждение (кессон)
 30 Ворота кессона 29
 31 Платформа
 32 Положение фурмы 7
 33 Температура отходящих газов (°C)
 34 Расход потока кислорода (Нм³/мин)
 35 Положение вытяжного колпака 5
 Н₁ Рабочее положение фурмы 7
 Н₂ Положение фурмы 7 перед началом подачи кислорода

Формула изобретения

1. Способ определения момента зажигания при продувке сверху в сталеплавильном конвертере (1), в частности в LD-процессе, причем детектируют возникающее при
 40 зажигании излучение между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (5), отличающийся тем, что с началом кислородного дутья делают многочисленные, следующие друг за другом во времени, снимки одной и той же области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (5) с помощью датчика (14), который содержит
 45 многочисленные, в каждом случае соответствующие одной точке изображения, фотодиоды, предпочтительно с помощью CCD-формирователя видеосигналов, причем на основе измеренной фотодиодами интенсивности излучения определяют профиль изменения интенсивности излучения во времени и тот момент, в который достигается предварительно заданное повышение интенсивности излучения, регистрируют как

момент зажигания, причем на одно изображение выбирают определенное число самых светлых точек изображения области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (5), соответствующей 0,1-1%-ной доле указанной области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (5), и по нему путем усреднения определяют

5 интенсивность излучения между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (5), причем интенсивность излучения усредняют по многочисленным, следующим друг за другом, изображениям, в частности по меньшей мере по пяти изображениям, или по промежутку времени, составляющему максимум две секунды.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что датчик (14) преимущественно регистрирует

10 видимый свет.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что изображения охватывают весь зазор между краем горловины конвертера и краем вытяжного колпака (5).

4. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что изображения включают по меньшей мере 50% площади, предпочтительно от середины, зазора между краем горловины

15 конвертера и краем вытяжного колпака (5).

5. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что чувствительность датчика (14) устанавливают так, что снятые перед кислородным дутьем изображения по возможности не имеют никакой засветки.

6. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что датчик (14) имеет точки изображения

20 числом по меньшей мере 10000.

7. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что съемку изображений завершают, когда вытяжной колпак (5) опускается на горловину конвертера.

8. Устройство для определения момента зажигания при продувке сверху в сталеплавильном конвертере, в частности в LD-процессе, способом по одному из пп. 1-7, содержащее камеру (13, 14) с датчиком (14), который содержит многочисленные фотодиоды, предпочтительно с CCD-формирователем видеосигналов, причем камера (13, 14) своей оптической осью направлена на зазор между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (5), а также вычислительное устройство для обработки

25 изображений с камеры, причем вычислительное устройство запрограммировано так, что оно на основе зарегистрированной датчиком интенсивности излучения определяет профиль изменения интенсивности излучения во времени и тот момент времени, в который достигается предварительно заданное повышение интенсивности излучения, регистрирует как момент зажигания, причем на одно изображение выбирается только определенное число самых светлых точек изображения области между горловиной

35 конвертера и вытяжным колпаком (5), соответствующей 0,1-1%-ной доле указанной области между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (5), и по нему путем усреднения определяется интенсивность излучения между горловиной конвертера и вытяжным колпаком (5), причем интенсивность излучения усредняется по многочисленным, следующим друг за другом, изображениям, в частности по меньшей

40 мере по пяти изображениям, или по промежутку времени, составляющему максимум две секунды.

9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что камера (13, 14) закреплена на защитном ограждении сталеплавильного конвертера (1).

10. Устройство по п.8, отличающееся тем, что камера (13, 14) заключена в

45 охлаждаемый корпус (23).

11. Устройство по п.8 или 9, отличающееся тем, что обзорное отверстие для объектива камеры (13, 14) имеет диаметр менее 6 мм.

12. Устройство по п.8 или 9, отличающееся тем, что используется объектив типа

«игольное ушко».

13. Устройство по п.10, отличающееся тем, что предусмотрено устройство, с помощью которого обзорное отверстие в корпусе (23) может поддерживаться в чистоте путем продувания азотом или воздухом.

5 14. Устройство по п.10, отличающееся тем, что корпус (23) перед объективом (13) камеры имеет крышку с пневматическим или ручным приводом в форме заслонки (26) или задвижки.

10

15

20

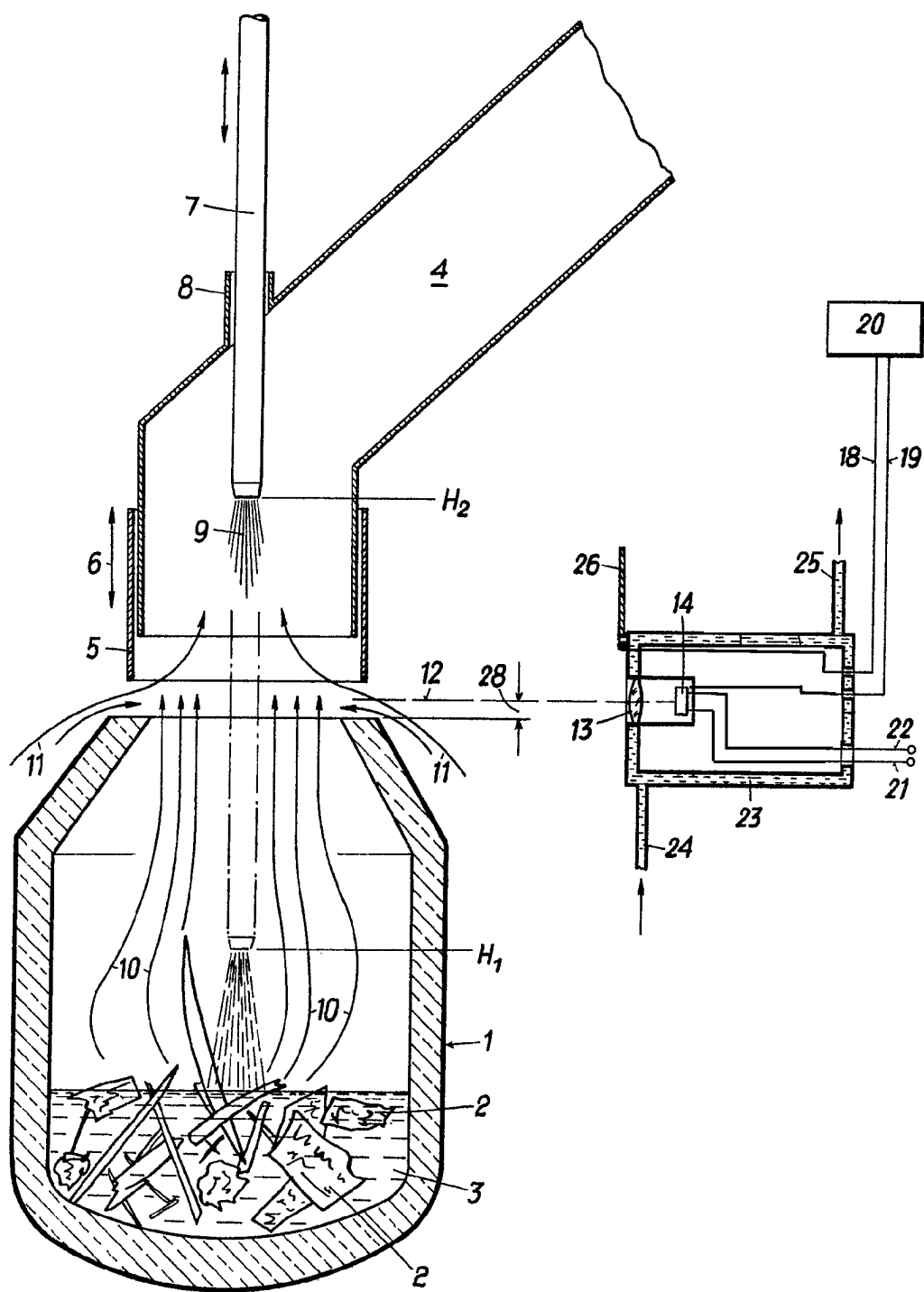
25

30

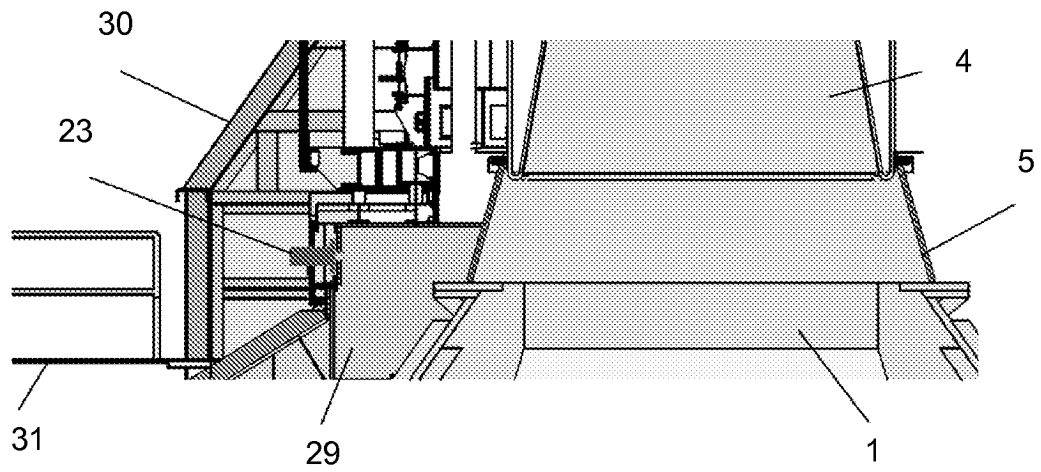
35

40

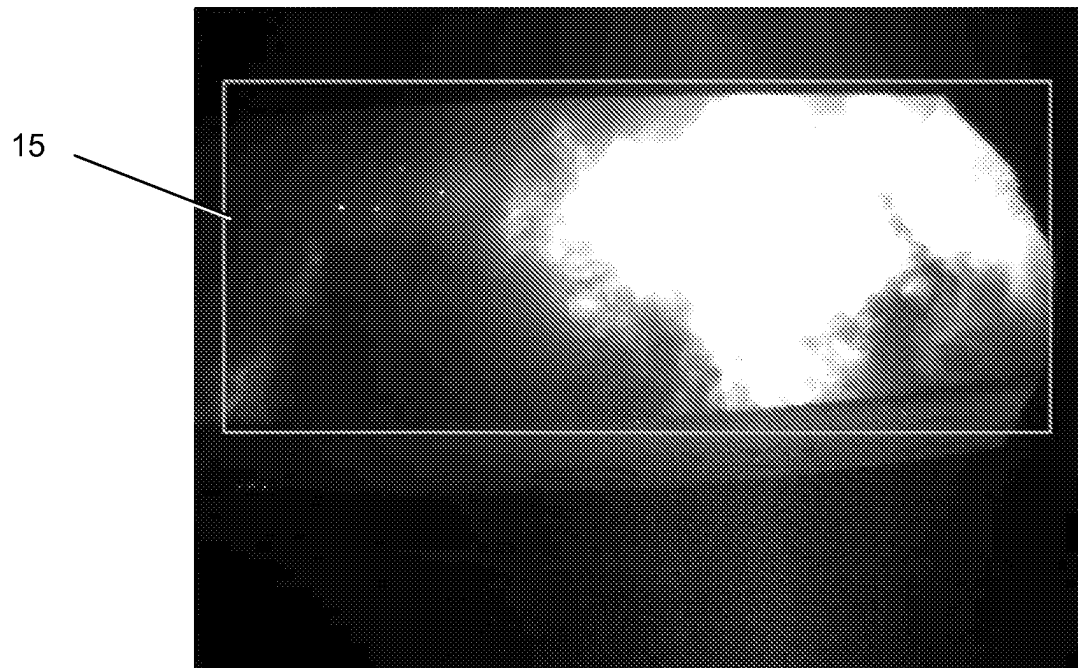
45



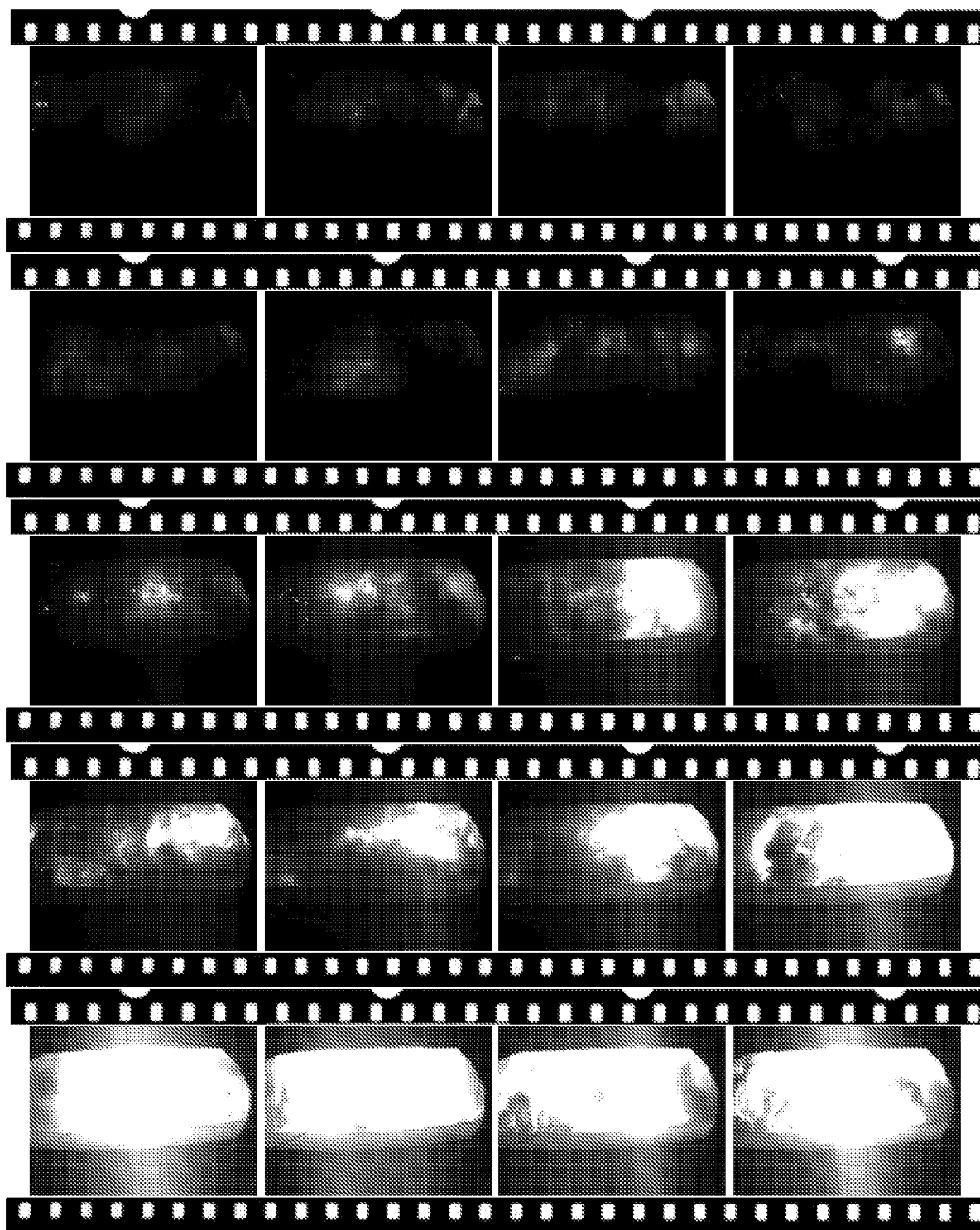
Фиг. 1



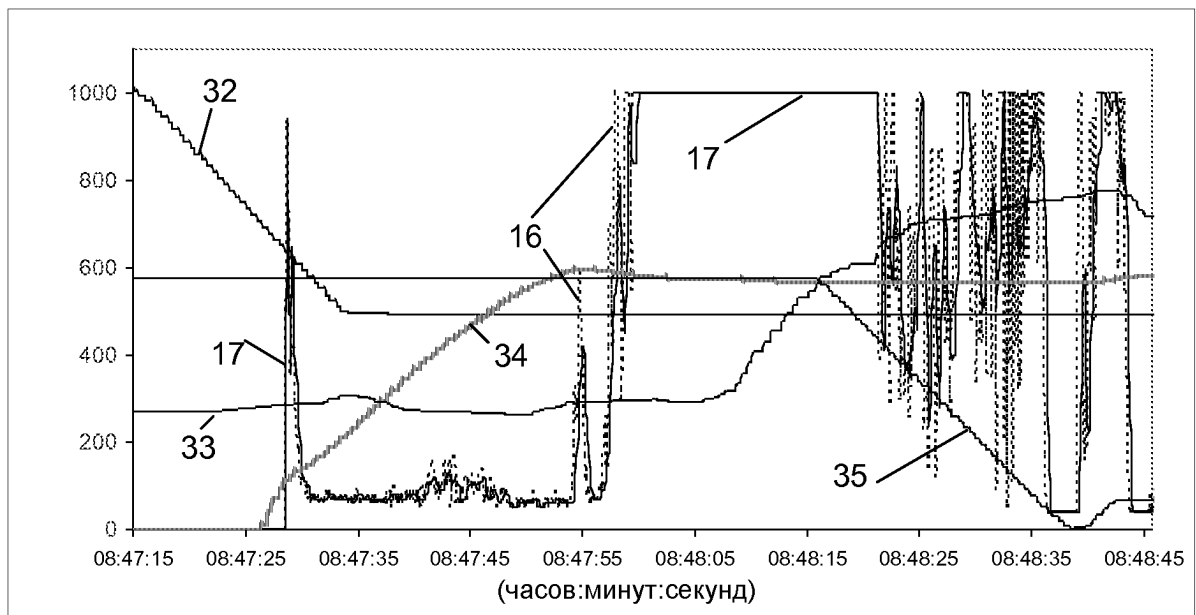
ФИГ.2



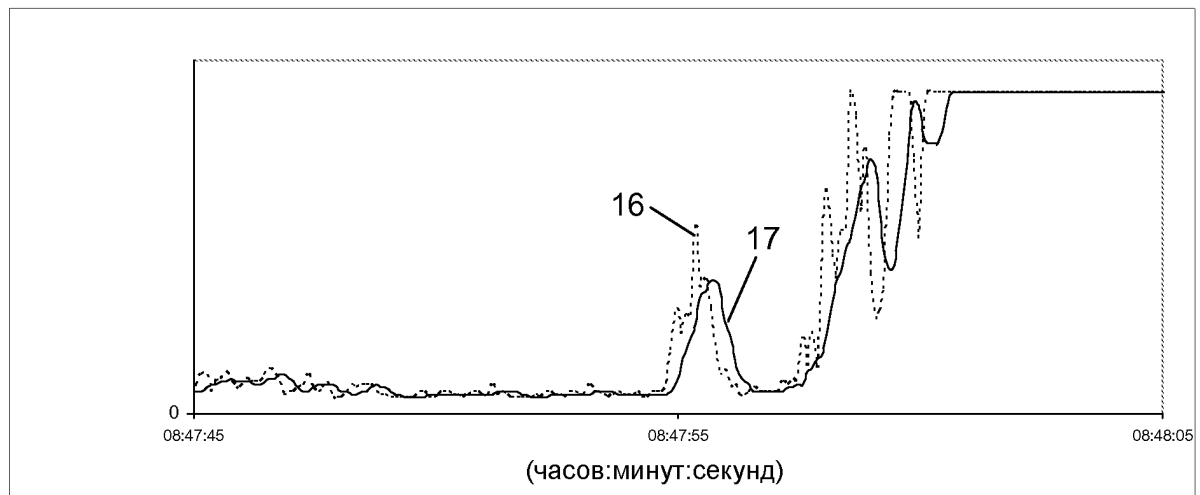
ФИГ.3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6