

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 10159

(13) U

(46) 2014.06.30

(51) МПК

C 21C 5/52 (2006.01)

B 22D 19/00 (2006.01)

(54)

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ ПЕЧЬ ЛИТЕЙНОГО КЛАССА

(21) Номер заявки: u 20130624

(22) 2013.07.25

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Корнеев Сергей Владимирович; Кабишов Сергей Михайлович; Хлебцевич Всеволод Алексеевич; Синькевич Елена Леонидовна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

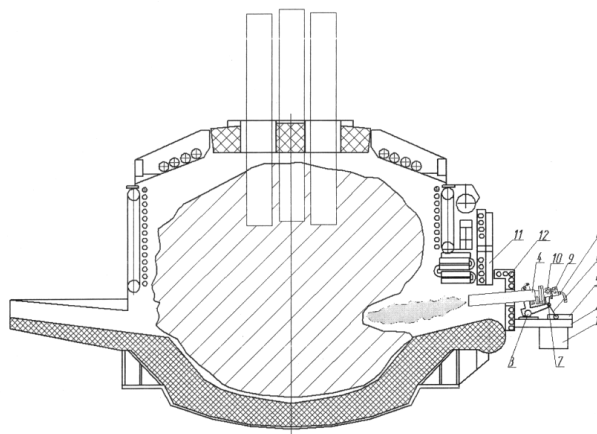
Электродуговая печь литейного класса, содержащая средство для интенсификации плавки металлошихты в виде установленной в рабочем пространстве печи газовой горелки, смонтированной на поворотном манипуляторе для воздействия на металлошихту на различном расстоянии, отличающаяся тем, что газовоздушная горелка снабжена дополнительным подводом кислорода и выполнена поворотной в горизонтальной и вертикальной плоскостях для распределения времени работы в дискретном режиме с возможностью совершения осциллирующего движения на угол (8-12°) в вертикальной плоскости в каждую сторону и для совершения осциллирующего движения на угол (90-140°) в горизонтальной плоскости в каждую сторону.

(56)

1. Азиков Б.А. Зинуров И.Ю. Механизация работ в электросталеплавильных цехах. - М.: Металлургия, 1982. - С. 66.

2. А.с. СССР 1447870, МПК С 21С 5/52, 1988.

3. А.с. СССР 253826, МПК С 21С 5/52, 1969.



Фиг. 1

ВУ 10159 U 2014.06.30

ВУ 10159 U 2014.06.30

Полезная модель относится к металлургии, к конструированию в дуговых сталеплавильных печах вспомогательного оборудования для выплавки стали.

Для интенсификации плавки в дуговых сталеплавильных печах широко применяется кислород. На большинстве заводов кислород в ванну электропечи вводят через рабочее окно с помощью трубок диаметром 1/2-1" или через водоохлаждаемую фурму [1, с. 66].

Кроме окисления примесей ванны, кислород применяют для ускорения плавления шихты и предотвращения образования мостов. В процессе плавления электроды проплавляют в шихте колодцы, затем в нижней части шихта подплавляется и в печи образуется мост. Если при этом не принять своевременных мер, то происходит самопроизвольное обрушение шихты и куски скрапа касаются электродов.

Эффективным путем предотвращения образования мостов и устранения необходимости сталкивания шихты с откосов является подплавление шихты струей кислорода или газокислородной горелкой. Для этого через рабочее окно в печь вводится нефутерованная металлическая трубка длиной 5-7 м, диаметром 1/2-3/4", по которой кислород подается к месту образования моста, происходит его подплавление параллельно с плавлением шихты дугами.

Продувку кислородом через рабочее окно производят через стационарный или переносной щиток, который устанавливают перед рабочим окном на период продувки.

Известно устройство для кислородной продувки стали в дуговой печи, содержащее водоохлаждаемую фурму, кронштейн, опорно-поворотный узел, на валу которого установлено тормозное устройство, а сам вал размещен под углом 5-15° к вертикали с наклоном в сторону, противоположную от рабочего окна дуговой печи [2].

Известно также устройство, выбранное в качестве прототипа, для установки газокислородной горелки в рабочее окно электропечи, содержащее щит с горелкой, поворотный кронштейн, выполненный из двух рычагов, один из которых шарнирно закреплен на стационарной колонне, а на другом установлена газокислородная горелка [3].

Недостатком рассмотренных способов и оборудования является то, что указанные объекты применяют на высокомоощных печах, относящихся к металлургическому производству, где кислород получают на крупных газокислородных станциях.

При отсутствии достаточного количества технического кислорода эффект от интенсификации процесса плавки можно получить используя в качестве окислителя для горения природного газа воздух.

Решаемой задачей полезной модели является повышение эффективности и надежности работы горелочных устройств, предназначенных для интенсификации процесса расплавления металлошихты в электродуговых печах малой емкости путем оперативного разрушения мостов, образующихся при сваривании металлошихты за счет обогащения воздуха кислородом на время прожигания, а также согласование расхода природного газа и положения факела в рабочем пространстве печи с временем, прошедшим от начала плавки.

Техническая задача достигается тем, что в электродуговой печи литейного класса, содержащей средство для интенсификации плавки металлошихты в виде установленной в рабочем пространстве печи газовоздушной горелки, смонтированной на поворотном манипуляторе для воздействия на металлошихту на различном расстоянии, согласно полезной модели, газовоздушная горелка снабжена дополнительным подводом кислорода и выполнена поворотной в горизонтальной и вертикальной плоскостях для распределения времени работы в дискретном режиме с возможностью совершения осциллирующего движения на угол (8-12°) в вертикальной плоскости в каждую сторону и для совершения осциллирующего движения на угол (90-140°) в горизонтальной плоскости в каждую сторону. Технический результат реализован отсутствием отражения факела горелки от металлошихты.

Для лучшего восприятия конструкция печи поясняется фигурами, где

фиг. 1 - электродуговая печь литейного класса, вид сбоку;

фиг. 2 - электродуговая печь в исходной позиции, вид сверху;

фиг. 3 - электродуговая печь в рабочей позиции, вид сверху;

фиг. 4 - электродуговая печь, расположение элементов на манипуляторе;

фиг. 5 - экономический эффект применения в электродуговой печи природного газа.

Электродуговая печь литейного класса и реализующий ее способ для интенсификации плавки в электродуговых печах литейного класса содержит манипулятор 1, на котором установлен портал 2, к которому через шарнир 3 крепится горелка 4. Для обеспечения поворота горелки в вертикальной и горизонтальной плоскости на портале 2 установлены две электромеханические рейки 5, соединенные тягами 6 с рычагами 7, закрепленными на горелке. На горелке имеется подвод топлива - природного газа 8, подвод воздуха для горения 9, а также подвод кислорода 10 для прожигания металла и повышения температуры горения. Горелка имеет подвод и отвод охлаждающей воды. Рабочее окно печи имеет водоохлаждаемую заслонку 11. Для защиты от брызг металла, искр и газов имеется водоохлаждаемый либо футерованный волокнистыми высокоогнеупорными материалами щиток 12.

Печь работает следующим образом: после загрузки печи металлошихтой поворотный манипулятор 1 занимает рабочее положение, закрывая щитком 12 проем рабочего окна. Включается подача природного газа и воздуха, и запускается процесс горения. Горелка выполнена поворотной с распределением времени по периодам дискретной работы в следующем соотношении: $\frac{1}{4}$ времени работы горелка располагается в центре рабочего окна печи, совершает качающиеся осциллирующие движения на небольшой угол около 10° -($8-12^\circ$) в вертикальной плоскости каждую сторону; расход газа при этом максимальный, ток в печи выключен. При необходимости происходит использование кислорода для прожигания необходимой зоны возле рабочего окна или прожигания металлошихты, от которой отражается факел; $\frac{2}{4}$ времени горелка совершает осциллирующие движения в горизонтальной плоскости на угол ($90-140^\circ$) в каждую сторону - максимальный угол для прогрева максимальной площади металлошихты с расходом 80 % от максимального с постепенным уменьшением по ходу плавки до 40 % от максимального одновременно с плавкой электрическими дугами; заключительные $\frac{1}{4}$ времени горелка работает с минимальным расходом газа и максимальным обогащением дутья кислородом, а далее отключается, убирается из проема рабочего окна, которое закрывается заслонкой.

Использование полезной работы позволит интенсифицировать процесс плавки.

Указанные преимущества достигаются за счет повышения коэффициента использования топлива, так как обеспечивается минимальная температура продуктов сгорания, покидающих печь при одновременно высокой скорости нагрева металлошихты.

Экономический эффект от применения топливных горелок в электродуговых печах можно определить, используя выражение (1)

$$\mathcal{E} = \Delta Z_{\mathcal{E}} - Z_T - Z_O - Z_{a.o.} + \Delta Z_{в.м.} + \Delta\Pi, \quad (1)$$

где \mathcal{E} - годовой экономический эффект, у.е.; $\Delta Z_{\mathcal{E}}$ - экономия затрат на электрическую энергию при использовании топливных горелок, у.е.; Z_T - затраты на топливо, у.е.; Z_O - затраты на производство и доставку окислителя топлива, у.е.; $Z_{a.o.}$ - затраты на амортизацию газового оборудования, у.е.; $\Delta Z_{в.м.}$ - экономия вспомогательных материалов, у.е.; $\Delta\Pi$ - дополнительная прибыль, полученная в результате увеличения производительности агрегата, у.е.

Далее будем оперировать удельными величинами, отнесенными к тонне жидкой стали.

$$\mathcal{E}_1 = \frac{G_{газ} \cdot Q_n^p}{3,6} \cdot \frac{\eta_{газ}}{\eta_{эл}} \cdot C_{эл} - G_{газ} \cdot C_{газ} - G_{ок} \cdot C_{ок} - \frac{\%A \cdot C_o \cdot 1,1}{100 \cdot M} + \sum(m_{mi} \cdot C_{mi}) + \frac{\Delta\Pi}{M}, \quad (2)$$

где $G_{газ}$ - удельный расход природного газа, m^3/t ; Q_n^p - низшая рабочая теплота сгорания природного газа, $MДж/m^3$; 3,6 - коэффициент перевода $MДж$ в $кВт \cdot ч$; $\eta_{газ}$ - коэффициент

ВУ 10159 U 2014.06.30

полезного использования газа; $\eta_{эл}$ - коэффициент полезного использования электрической энергии; $C_{эл}$ - стоимость электрической энергии, у.е./кВт·ч; $C_{газ}$ - стоимость природного газа, у.е./м³; $G_{ок}$ - удельный расход окислителя, м³/т; $C_{ок}$ - стоимость окислителя, у.е./м³; %А - процент амортизации газового оборудования; М - годовой выпуск жидкой стали, т; m_{mi} - масса сэкономленного i-го материала, кг/т; C_{mi} - стоимость i-го материала, у.е./кг;

$$\eta_{газ} = \left(1 - \frac{(V_{п.с} \cdot c_{п.с} \cdot t_{п.с} + q_{хим})}{Q_H^p} \right), \quad (3)$$

где $V_{п.с}$ - объем продуктов сгорания, м³/м³; $c_{п.с}$ - теплоемкость продуктов сгорания, МДж/(м³·К); $t_{п.с}$ - температура продуктов сгорания, °С; $q_{хим}$ - химический недожог, МДж/м³.

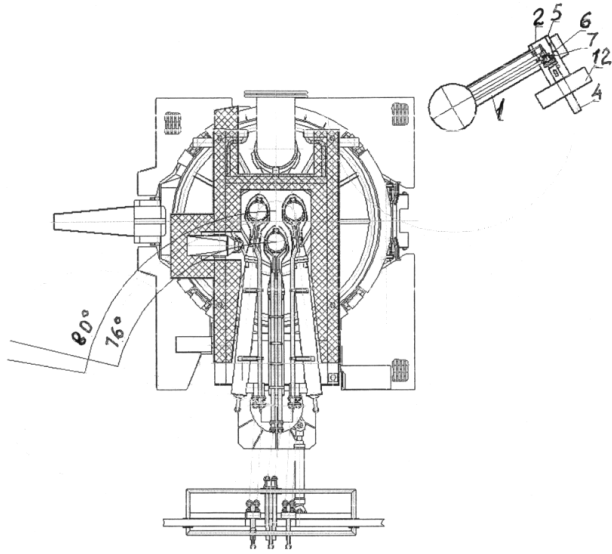
Коэффициент полезного использования газа и коэффициент полезного использования электрической энергии содержат только потери, индивидуальные для данных источников теплоты. Для сжигаемого газа это потери с продуктами сгорания, а для электрической энергии - потери в короткой сети. Тепловые потери через подину, футеровку, водоохлаждаемые элементы печи с газами, образующимися в результате окисления элементов металлошихты и т.д., будем относить к тепловому КПД процесса плавки η_m , который присутствует в обоих случаях, а, следовательно, в формуле (2) сокращается.

Рассмотрим три случая применения природного газа в электродуговых печах: сжигание газа с использованием кислорода, сжигание газа в высокоскоростных горелках с использованием воздуха, сжигание газа в рекуперативных горелках с использованием воздуха. Будем считать, что выбранный коэффициент избытка окислителя обеспечивает полное сгорание, и химический недожог в формуле (3) в дальнейшем будем принимать равным нулю.

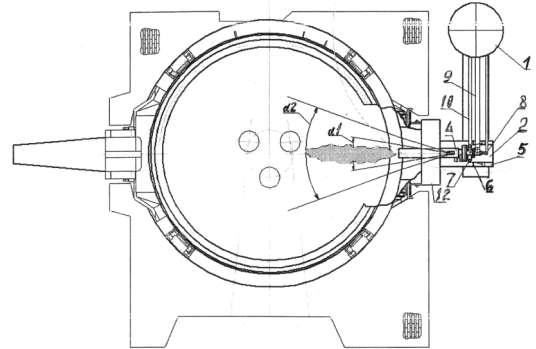
Для анализа технико-экономических показателей в расчетах использованы следующие данные: стоимость 1 кВт·ч электрической энергии - 0,133 у.е.; стоимость 1 м³ природного газа - 0,208 у.е.; стоимость 1 м³ технического кислорода - 0,134 у.е.; затраты на установку горелок и газовой обвязки печи принимались в зависимости от емкости печи (например для печи с годовым выпуском 500 тыс. тонн стали - 500 тыс. у.е., а для печи с годовым выпуском 100 тыс. тонн - 200 тыс. у.е.); температура продуктов сгорания принята на 200 °С выше температуры поверхности металлошихты; коэффициент рекуперации в рекуперативных горелках равен 0,65 (т.е. при температуре продуктов сгорания, равной 1000 °С, температура подогретого воздуха равна 650 °С); коэффициент полезного использования электрической энергии $\eta_{эл}$ - 0,93.

На фиг. 5 представлены результаты расчета экономического эффекта при использовании топливных горелок в зависимости от температуры металлошихты.

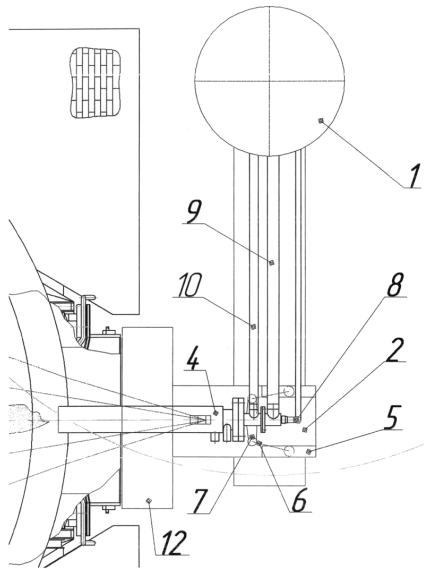
Таким образом, дискретно осциллирующий режим работы горелки позволяет устранить локальный перегрев металлошихты и, следовательно, снизить температуру продуктов сгорания, покидающих печь, что, в свою очередь, позволяет обеспечить большую эффективность работы газовой горелки и получить больший экономический эффект.



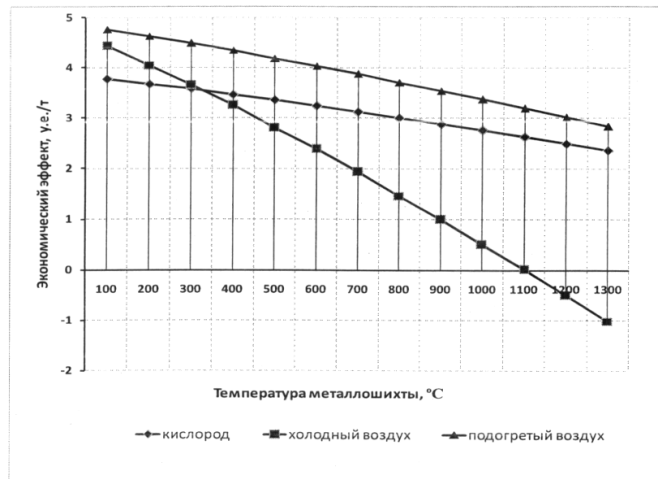
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5