



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104823028 B

(45)授权公告日 2017. 10. 10

(21)申请号 201380047667.0

(22)申请日 2013.07.09

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104823028 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(30)优先权数据
2012/0493 2012.07.13 BE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.03.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2013/064482 2013.07.09

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/009367 FR 2014.01.16

(73)专利权人 冶金研究ASBL中心
地址 比利时布鲁塞尔

(72)发明人 克劳迪奥·奥赫达 阿罗约
弗雷德里克·迪里厄
埃里克·埃塞尔

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 李静 马强

(51)Int.Cl.
G01F 23/22(2006.01)
G01F 23/14(2006.01)
B22D 11/18(2006.01)
G21B 7/24(2006.01)
G21C 5/46(2006.01)

(56)对比文件
TW 201219127 A1,2012.05.16,
TW 253023 B,1995.01.17,
US 3245018 A,1966.04.05,
CN 1491185 A,2004.04.21,
DE 3436331 A1,1986.04.17,
CN 102574200 A,2012.07.11,
JP 特开昭54-130958 A,1979.10.11,
JP 特开昭60-110821 A,1985.06.17, (续)

审查员 饶红

权利要求书3页 说明书8页 附图4页

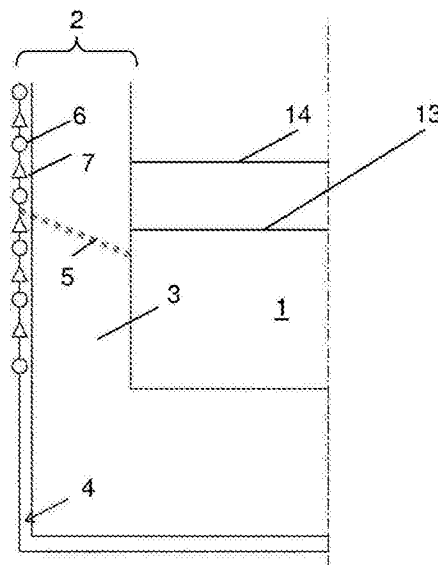
(54)发明名称

测量鼓风机中的铸铁和熔渣的水平的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及一种测量冶金竖炉的炉缸(1)中的液态金属的液面水平(13)和熔渣的液面水平(14)的方法,该方法包括以下步骤:在炉缸的外壁(2)的一个或多个点处测量以下变量:所述外壁(2)中的周向应变,借助于固定至炉缸的外壁(2)的防护件(4)的多个应变仪传感器(6)而测量;所述外壁(2)的温度,借助于固定至炉缸的外壁(2)的防护件(4)的一个或多个温度传感器(7)而测量;将在炉缸的外壁上的多个点处测量的变量引入到调整周向应变的一般方程式中,该一般方程式的解是能解析的,并且该一般方程式包括两个未知量,即液态金属的水平(13)和液态金属/熔渣的整体水平;以及求解所述方程式并获取给出

炉缸(1)中的液态金属液面水平(13)和熔渣液面水平(14)的解析解。



CN 104823028 B

[接上页]

(56)对比文件

US 5493903 A,1996.02.27,

US 2004/0159161 A1,2004.08.19,

US 7832367 B2,2010.11.16,

CN 101815933 A,2010.08.25,

1. 一种测量在冶金竖炉的炉缸(1)中的液态金属的液面水平(13)和熔渣的液面水平(14)的方法,所述炉缸具有外壁(2),所述外壁设置有由钢制成的防护件(4)以及流出孔和热鼓风的喷嘴,所述外壁的所述防护件(4)围绕与所述液态金属接触的具有厚度的耐火材料(3),所述防护件(4)的外表面上设置有多个应变仪传感器(6)并设置有一个或多个热传感器(7),这些传感器(6、7)安装成以便在竖直平面中在所述流出孔的任意侧上对齐,并使得两种类型的传感器在所述竖直平面中交替地布置,所述方法包括以下步骤:

-在所述炉缸的所述外壁(2)的多个点处测量以下变量:

-所述外壁(2)的周向应变,借助于附接至所述防护件(4)上的所述应变仪传感器(6)测量所述周向应变;

-所述外壁(2)的温度,借助于附接至所述防护件(4)上的所述热传感器(7)测量所述温度;

-选择性地测量在所述竖炉中的热鼓风的循环压力或静态压力;

-将以下确定的参数考虑在内:所述竖炉的几何结构、表示所述竖炉的组成材料的性质的参数、所述竖炉的所述外壁在每个测量点处的厚度、所述液态金属和所述熔渣的密度,在调整连续周向应变的一般方程式中代入在所述炉缸的所述外壁上的多个点处测量的所述变量,所述一般方程式的解是能解析的,并且所述一般方程式包括两个未知的值,即液态金属的水平以及液态金属和熔渣的整体水平;以及

-求解所述方程式并获取在所述炉缸(1)中的所述液态金属的液面水平(13)和所述熔渣的液面水平(14),其特征在于,在鼓风机(1)的情况下,调整所述外壁的所述连续周向应变的所述一般方程式如下:

$$y = y_0 F_1 + \frac{\Psi}{2\lambda} F_2 + LT \quad (1)$$

其中, F_1 和 F_2 是在每个测量高度处用于给定的鼓风炉的常量:

$$F_1 = \cosh(\lambda x) \cos(\lambda x) \quad (2)$$

$$F_2 = \cosh(\lambda x) \sin(\lambda x) + \sinh(\lambda x) \cos(\lambda x) \quad (3)$$

以及

$$\lambda = \left[\frac{3(1-\nu^2)}{R^2 t^2} \right]^{1/4} \quad (4)$$

其中, y 是测量的并根据所测量的温度校准的水平偏移或位移, x 是竖直位置, R 是在每个高度处的平均半径, t 是在每个高度处的所述外壁的厚度以及 ν 是所述外壁的泊松比;

基于施加到所述鼓风炉的所述外壁的压力项的其他项:

- y_0 是在所述喷嘴的高度处的偏移或位移;

- ψ 是应变的所述外壁在所述喷嘴的高度处的角度;

- LT 是与施加到所述鼓风炉的所述外壁(2)上的力成比例的载荷项;

在压力 P 下进行最后的变换以便将所述鼓风炉的所述炉缸是由具有不同机械特性的材料、耐火材料以及钢壳构造的事实考虑在内,并将构造成根据高度而具有变化的厚度差考虑在内, E_x =材料 x 的杨氏模量:

$$P_{\text{横贯钢壳}} =$$

$$P_{\text{贯穿耐火材料内部}} \frac{E_{\text{厚度}}}{E_{\text{厚度}} + E_{\text{厚度}}} \quad (5);$$

其中,由关系式 $P=\rho \cdot g \cdot h$ 确定横贯所述钢壳的静态压力 P 与所述液态金属或所述熔渣的高度 h 之间的关系,其中, ρ 是所述液态金属或所述熔渣的平均密度并且 g 是重力加速度。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,连续地和/或实时地进行周向应变和温度的测量。

3.一种冶金竖炉的炉缸的外壁(2),所述外壁包括钢的防护件(4)以及流出孔和热鼓风的喷嘴,所述防护件(4)设置有用于测量在所述竖炉的炉缸(1)中的液态金属的液面水平(13)和熔渣的液面水平(14)的测量装置,以用于执行测量在所述炉缸中的液态金属的液面水平(13)和熔渣的液面水平(14)的方法,所述测量装置包括附接至所述防护件(4)的外表面的多个应变仪传感器(6)和一个或多个热传感器(7),这些传感器(6、7)安装成在竖直平面中在所述流出孔的任意侧上对齐,并且这两种类型的传感器以这样一种方式在所述竖直平面中交替地布置,这种方式为,所述应变仪传感器(6)能在所述外壁的多个点处测量第一变量,所述第一变量为所述外壁(2)的周向应变,并且所述热传感器被构造为在所述外壁(2)的一个或多个点处测量第二变量,所述第二变量为所述外壁(2)的温度,以能够在基于以下确定的参数的情况下:所述竖炉的几何结构、表示所述竖炉的组成材料的性质的参数、所述竖炉的所述外壁在每个测量点处的厚度、所述液态金属和所述熔渣的密度,在调整连续周向应变的一般方程式中代入在所述炉缸的所述外壁上的多个点处测量的所述第一变量和所述第二变量,所述一般方程式的解是能解析的,并且所述一般方程式包括两个未知的值,即液态金属的水平以及液态金属和熔渣的整体水平;并且最终求解所述一般方程式并获得在所述炉缸(1)中的所述液态金属的液面水平(13)和所述熔渣的液面水平(14)的值,其特征在于,在鼓风机炉的情况下,调整所述外壁的所述连续周向应变的所述一般方程式如下:

$$y = y_0 F_1 + \frac{\Psi}{2\lambda} F_2 + LT \quad (1)$$

其中, F_1 和 F_2 是在每个测量高度处用于给定的鼓风机炉的常量:

$$F_1 = \cosh(\lambda x) \cos(\lambda x) \quad (2)$$

$$F_2 = \cosh(\lambda x) \sin(\lambda x) + \sinh(\lambda x) \cos(\lambda x) \quad (3)$$

以及

$$\lambda = \left[\frac{3(1-\nu^2)}{R^2 t^2} \right]^{1/4} \quad (4)$$

其中, y 是测量的并根据所测量的温度校准的水平偏移或位移, x 是竖直位置, R 是在每个高度处的平均半径, t 是在每个高度处的所述外壁的厚度以及 ν 是所述外壁的泊松比;基于施加到所述鼓风机炉的所述外壁的压力项:

- y₀是在所述喷嘴的高度处的偏移或位移;
- ψ是应变的所述外壁在所述喷嘴的高度处的角度;
- LT是与施加到所述鼓风炉的所述外壁上的力成比例的载荷项;

在压力P下进行最后的变换以便将所述鼓风炉的所述炉缸是由具有不同机械特性的材料、耐火材料以及钢壳构造的事实考虑在内,并将构造成根据高度而具有变化的厚度差考虑在内, E_x=材料x的杨氏模量:

$$P_{\text{横贯钢壳}} =$$

$$P_{\text{贯穿耐火材料内部}} \frac{E_{\text{钢壳}} \cdot \text{厚度}_{\text{钢壳}}}{E_{\text{耐火材料}} \cdot \text{厚度}_{\text{耐火材料}} + E_{\text{钢壳}} \cdot \text{厚度}_{\text{钢壳}}} \quad (5);$$

其中,由关系式P=ρ.g.h确定横贯所述钢壳的静态压力P与所述液态金属或所述熔渣的高度h之间的关系,其中,ρ是所述液态金属或所述熔渣的平均密度并且g是重力加速度。

4. 根据权利要求3所述的外壁,其特征在于,应变仪(10)焊接至所述防护件(4)本身,并且其中所述应变仪传感器(6)包括保护罩(11),所述保护罩机械地附接在所述防护件(4)上,通过弹性密封垫片确保所述保护罩相对于所述防护件的密封。

5. 根据权利要求3所述的外壁,其特征在于,每个所述应变仪传感器(6)包括四个应变仪(10)。

6. 根据权利要求5所述的外壁,其特征在于,所述应变仪(10)中的两个完全地焊接在所述防护件上并且另外两个应变仪未完全地焊接在所述防护件上,所述另外两个应变仪允许在所述另外两个应变仪的自由端膨胀之后进行温度校准。

7. 根据权利要求3所述的外壁,其特征在于,每个所述热传感器(7)均是铂电阻温度计。

8. 根据权利要求3所述的外壁,其特征在于,所述测量装置布置在槽式冷却回路的槽(9)之间,所述槽式冷却回路安装至所述外壁上或安装在所述外壁中。

9. 一种鼓风炉,所述鼓风炉包括炉缸,所述炉缸设置有根据权利要求3至8中任一项所述的外壁(2),所述外壁包括防护件(4),所述防护件设置有测量在所述炉缸(1)中的铸铁的液面水平(13)和熔渣的液面水平(14)的测量装置。

测量鼓风炉中的铸铁和熔渣的水平的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及精确测量冶金竖炉 (metallurgical shaft furnace) 的炉缸 (crucible, 坩埚) 内的液态金属的水平 (level) 以及漂浮在液态金属的表面上的浮渣或熔渣的水平的方法, 特别地是用于测量鼓风炉 (blast furnace, 高炉) 中的铸铁的水平 (level) 和熔渣 (slag) 的水平。特别地, 本方法包括使用安装在鼓风炉的外壁上的一个或多个应变仪传感器 (strain gauge sensor)。

[0002] 本发明还涉及在该方法中使用的特定的应变仪传感器。

背景技术

[0003] 已知的是鼓风炉是设计成从铁矿石冶炼铸铁的碳热还原炉。为实现生产铸铁, 固体焦炭和铁矿石通过炉的顶部被充填到被称为喉部的区段。在炉的底部吹入的热空气 (1200°C) 引起焦炭燃烧。来自焦炭的碳因此被氧化。一氧化碳将减少铁氧化物, 并使得分离金属铁。然而, 在金属铁下降到鼓风炉中并因此转化成铸铁时, 金属铁逐渐地掺入了碳。在鼓风炉的出口处, 浮渣 (在这种情况下指的是熔渣) 在铸铁之外也恢复成液体状态; 浮渣由铁矿石的矽石 (earthy gangue)、灰分以及助溶剂组成。浮渣的密度比铸铁的密度小 (分别近似于 3000kg/m^3 和 7000kg/m^3), 使得浮渣漂浮于铸铁的上方。这些残余物因此被视为在通过流出孔排放后应该从铸铁中分离的副产物。

[0004] 为了改善鼓风炉和铸造操作的管理, 在任何时间都应当获悉铸铁的水平以及熔渣的水平。

[0005] 为了测量在液态熔渣层下面发现的铸铁的液面水平, 已知的实际应用是采用在铸铁与熔渣之间导电性上的差异。美国专利 4,413,810 号通过使用浸没在金属浴中的测量探针来利用这种原理。然而, 由于熔化的金属的高温 (1000°C 以上) 可能干扰读数, 这种装置不允许提供熔渣层的厚度的可靠的表征。

[0006] 文献 JP-11281467 采用铸铁与熔渣之间的密度上的差异来测量它们交界处的水平。该测量装置包括容积密度比铸铁的容积密度小的砝码 (weight, 配重)。该砝码通过悬挂件连接至滑轮并连接至绕线装置。滑轮连接至弹性元件, 该弹性元件的位移允许测量悬挂件中的砝码的长度, 并且因此测量铸铁的液面水平。然而, 这种技术不允许测量熔渣的液面水平。

[0007] 文献 JP 2003-344142 提出了该问题的解决方案。该文献描述了一种精确测量铸铁的水平 (level) 和熔渣层的厚度的方法和装置, 甚至在熔渣层变化的情况下测量。该方法使用在漂浮着熔渣的铸铁的表面处的入射微波。根据时间记录反射波的强度。该方法包括观测最大反射的波峰 A, 在时间上连续地跟随着该波峰的是较低强度的波峰 B。通过测量在包括在波发射的时刻与波峰 B 的时刻之间的时间段中的微波的位移距离来确定铸铁的液面水平。至于熔渣层的厚度, 通过测量在包括在峰值 A 的时刻与波峰 B 的时刻之间的时间段中的微波的位移距离来确定熔渣层的厚度。

[0008] 炉缸内的大于 1000°C 的温度因此成为研发精确测量液体水平的方法的主要阻碍。

[0009] 顺着这种思路,文献JP06-271916提出了使用一种定位在炉缸外部的测量装置。该文献描述了一种借助于使用冲击波测量熔渣层的顶部水平的方法。冲击波的检测器布置在炉的外部的不同竖直位置处。朝向炉缸的内部发射并引导冲击波并且通过波检测器检测反射波的强度。当反射波的强度在检测器中的一个的高度处改变时,测量熔渣的上部水平。然而,该技术不允许测量铸铁与熔渣交界处的水平,为了从熔渣分离铸铁,精确地获悉铸铁与熔渣交界处的水平是非常关键的。

[0010] 文献W0 2011/038875公开了一种用于转化熔化的金属形状的模具,该模具包括壁,在该壁中布置了用于检测模具的至少一个部分的温度和/或膨胀(expansion)的至少一个传感器。

[0011] 为了允许有效率地并有效地监控模具,该传感器包括至少一个光波引导件,该光波引导件布置在形成在模具的壁中的槽中。

[0012] 光波引导件布置成抵靠槽的底部并且槽的没有被光波引导件填充的空间至少大部分被填充材料封闭。由于会削弱炉缸的防护的风险,而不能在鼓风机中使用壁中形成有槽的这种装置。

[0013] 文献JP60110821描述了一种设备,该设备包括用于生产粗铜的多个炉(用于熔渣的熔炼、分离等)。借助于与每个炉关联的一系列温度计和应变仪来控制该设备。

[0014] 文献JP54130958描述了一种用于液态金属的容器,在该容器的壁中沿竖直方向布置了压力传感器(例如应变仪),该压力传感器连接至计算单元。在逻辑电路中以多个预定的值计算并比较被成对考虑的相邻的压力传感器之间的压力差,逻辑电路允许定位在两个相邻的检测器之间的液体水平。这种测量大体上并不精确并且不允许测量任何可能的熔渣的水平。这种方法不能应用至鼓风炉的厚壁,因为应变此外会影响所有的仪表。

[0015] 美国文献2002/0134794描述了一种柱形的容器,该柱形的容器旨在保持加压流体并包括用于监控压力的系统,该系统装配有布置在容器外表面上的应变传感器,并具有观察器(view)以产生压力的与容器中的流体的压力相关联的响应特性。压力的响应特性与容器的壁中的由流体的压力而引起的应变相连,通过使用方程该应变在数量上确定与柱形体的尺寸(平均半径、壁的厚度)并与使用的材料的特性关联的轴向应变和径向应变(双轴应变)。这些应变的应用在弹性材料中分别引起轴向应变和径向应变,这些应变可根据胡克定律计算。

[0016] 发明目的

[0017] 本发明旨在提供一种在现有技术中还没有公开的并且没有现有技术的缺点的解决方案。

[0018] 具体地,本发明旨在提供一种允许借助于定位在鼓风机外部的一个或多个应变仪传感器而精确测量铸铁的液面水平和熔渣的液面水平的方法。

发明内容

[0019] 本发明的第一方面涉及一种测量在冶金竖炉的炉缸中液态金属的液面水平和熔渣的液面水平的方法,该冶金竖炉具有设置有钢防护件以及流出孔(tap hole,出铁口)的外壁,外壁的防护件围绕与液态金属接触的耐火厚度而定位,防护件在其外表面上设置有多个应变仪传感器并设置有一个或多个热传感器,上述传感器安装成以便在竖直平面中在

流出孔的任何侧上对齐,并使得两种类型的传感器在该垂直平面中交替布置,所述方法包括以下步骤:

[0020] -在炉缸的外壁的一个或多个点处测量以下变量:

[0021] -所述外壁的周向应变,借助于附接至所述防护件上的应变仪传感器来测量所述外壁的周向应变;

[0022] -所述外壁的温度,借助于附接至所述防护件上的热传感器来测量所述外壁的温度;

[0023] -选择性地测量炉中热鼓风(hot blast)的循环压力或静态压力;

[0024] -在调整连续的周向应变的一般方程式中引入在炉缸外壁上的多个点处测量的变量,该方程式的解是能够解析的并且该方程式包括两个未知的值,即液态金属的水平和液态金属/熔渣的整体水平,将以下已建立的参数代入:竖炉的几何结构、代表竖炉的组成材料的性质的参数、竖炉的外壁在每个测量点处的厚度、液态金属和熔渣的密度;以及

[0025] -求解所述方程式并获取炉缸中的液态金属的液面水平和熔渣的液面水平。

[0026] 由于特定的冶金竖炉(例如电炉或转换器)不能在超压下操作,所以不必测量压力。

[0027] 本发明的第二方面涉及一种冶金竖炉的炉缸的外壁,所述外壁包括防护件并且设置有用于测量在炉的炉缸中的液态金属的液面水平和熔渣的液面水平的装置,其中,所述装置包括附接至所述防护件上的多个应变仪传感器和一个或多个热传感器,其中,传感器安装成以便在垂直平面中对齐,并且其中,两种类型的传感器在垂直平面中交替布置。

[0028] 本发明的第三方面涉及一种鼓风机,该鼓风机包括具有外壁的炉缸,所述外壁包括设置有如上所述的用于测量炉缸中的铸铁的液面水平和熔渣的液面水平的装置。

[0029] 根据优选的实施方式,本发明将由以下特性特征中的一个或适当的组合来限定:

[0030] -在鼓风机(例如电炉或转换器)的情况下,调整外壁连续的周向应变的一般方程式是:

$$[0031] \quad y = y_0 F_1 + \frac{\Psi}{2\lambda} F_2 + LT \quad (1)$$

[0032] 其中, F_1 和 F_2 是给定的鼓风机在每个测量高度处的常量:

$$[0033] \quad F_1 = \cosh(\lambda x) \cos(\lambda x) \quad (2)$$

$$[0034] \quad F_2 = \cosh(\lambda x) \sin(\lambda x) + \sinh(\lambda x) \cos(\lambda x) \quad (3)$$

[0035] 以及

$$[0036] \quad \lambda = \left[\frac{3(1-\nu^2)}{R^2 t^2} \right]^{1/4} \quad (4)$$

[0037] 其中, y 是测量的并根据所测量的温度校准的水平偏移(或位移), x 是竖直位置, R 是每个高度处的平均半径, t 是在每个高度处的壁的厚度以及 ν 是泊松比;

[0038] - y_0 是在喷嘴的高度处的偏移或位移;

[0039] - ψ 是应变壁在喷嘴的高度处的角度;

[0040] - LT 是与施加到结构上的力成比例的载荷项(load term);

[0041] 在压力 P 下进行最后的变换以便将鼓风炉的炉缸是由具有不同机械特性的材料、

耐火材料以及钢壳 (steel shell) 构造的事实考虑在内, 并将构造成根据高度而具有变化的厚度差考虑在内 ($E_x =$ 材料x的杨氏模量):

[0042] $P_{\text{横贯钢壳}} =$

$$[0043] \quad P_{\text{贯穿耐火材料内部}} \frac{E_1 \cdot \text{厚度}_1}{E_2 \cdot \text{厚度}_2 + E_3 \cdot \text{厚度}_3} \quad (5);$$

[0044] 其中, 由关系式 $P = \rho \cdot g \cdot h$ 确定静态压力 P 与液态金属或熔渣的水平 h 之间的关系, 其中, ρ 是平均密度并且 g 是重力加速度;

[0045] -对周向应变和温度进行连续地和/或实时地测量;

[0046] -应变仪自身至少部分地焊接至所述防护件;

[0047] -应变仪传感器包括保护罩, 该保护罩机械地附接至防护件上, 借助于弹性密封垫片来确保保护罩相对于防护件的密封;

[0048] -应变仪传感器包括四个应变仪, 四个应变仪中的两个应变仪并没有完全附接至防护件; 以及

[0049] -每个热传感器都是铂电阻温度计;

[0050] -测量装置布置在安装在壁上或在壁中的槽基式冷却回路的槽之间。

[0051] 本发明并不限于在鼓风炉中使用, 并且也可在容纳液态金属的任意类型的炉或冶金容器 (电炉、转化炉等) 中使用。

附图说明

[0052] 图1是鼓风炉的炉缸的竖直截面的示意性视图。

[0053] 图2和图3是装配有根据本发明的测量装置的鼓风炉的炉缸的外部钢防护件的两个变型的正视图, 并且这两个变型在它们的冷却系统上彼此不同。

[0054] 图4是根据本发明的方法获得的对铸铁的液面水平以及熔渣的液面水平进行长时间测量的图形表示。

[0055] 图5是根据本发明的焊接至鼓风炉的炉缸的钢防护件上的应变仪传感器的细节视图。

具体实施方式

[0056] 图1是鼓风炉的炉缸1的壁2的竖直截面的示意性视图。壁由耐火性材料3和钢防护件4组成。根据本发明的该装置的优选实施方式, 外壁的钢防护件装配有由圆形表示的应变仪传感器6, 该应变仪传感器与由三角形表示的热传感器7交替地布置。图1示出了具有附接至钢防护件4的外表面上的六个应变仪传感器6和五个热传感器7的非限制性实例。也示出了流出孔5的位置。

[0057] 在炉缸1内的高温下, 耐火材料3可能软化和/或受到侵蚀和腐蚀。在没有冷却系统的情况下, 它们的使用寿命很有限。通过包围在鼓风炉的壁中的板和管道使水进行循环而实现冷却。可使水流动通过炉缸的壁内的冷却板或通过使水沿外壁在开放的空气中流动而冷却鼓风炉的炉缸1。

[0058] 图2中, 利用了基于使用水槽 (water channel, 水槽道) 的冷却系统, 用竖直的线示

意性地表示槽9。

[0059] 图3中,借助于沿外壁在开放的空气中流动的水实现了冷却。

[0060] 在图2和图3中,根据本发明的装置,以示意图的方式,提供了炉缸1的外壁2的钢防护件4,其中该钢防护件具有由“十字”的形式表示的两个应变仪传感器6和由矩形表示的一个热传感器7。箭头表示传感器与用于记录并存储数据的装置之间的接线8。

[0061] 图4是根据本发明,基于时间测量的熔渣的液面水平14(表示铸铁和熔渣的总共水平的上曲线)以及铸铁的液面水平13(下曲线)的图形表示,该测量相对于流出孔5来测量这些水平的距离。

[0062] 图5是基于衔接至炉缸1的外壁2的钢防护件4上的应力仪或应变仪6的传感器的细节图。传感器包括由矩形表示的四个单独的测量仪表10。优选地,两个仪表完全焊接至防护件4上,而另外两个仪表并不完全焊接至壁上以允许温度校准(仪表的膨胀)。仪表包括罩11,该罩借助于螺母和螺栓系统12紧固至防护件4上。冷却系统的槽9由竖直的线表示。借助于例如由硅树脂制成的弹性密封垫片(未示出)确保罩11相对于防护件的密封。图中十字形式的传感器是大体竖直形式的罩11和大体水平的十字件将罩紧固至防护件上而导致的。因此,仪表被牢固地固定至防护件上而不是固定至罩上。

[0063] 以下是该方法的原理:铸铁和熔渣在炉缸1内的耐火材料3的壁上施加不同的压力,该压力将被传递至外部钢壁2的防护件4。

[0064] 由铸铁的液面水平13和熔渣的液面水平14的变化引起的鼓风机中的静态压力的变化将引起防护件4的应变的变化。

[0065] 对防护件的应变和温度的直接测量以及对循环压力(“热鼓风”的静态压力,即,鼓风机中的循环气体的静态压力)的测量是方程式系统的输入数据,该方程式的解析解将给出炉缸1中的铸铁的液面水平13和熔渣的液面水平14。

[0066] 方程式系统考虑到以下已建立的参数:

[0067] -鼓风炉的几何结构;

[0068] -鼓风炉的组成材料的性质(钢和耐火材料的杨氏模量、泊松比等);

[0069] -铸铁和熔渣的密度。

[0070] 值得注意的是,在安装在防护件的外表面上的热传感器的高度处测量的温度值允许根据以下方程式进行所测量的应变的温度校准:

[0071] 校准应变=所测量的应变 $-\alpha \cdot \Delta T$,

[0072] 其中, α 是热膨胀系数并且 ΔT 是所测量的温度与参考温度之间的差。

[0073] 图4中提供了用多个测量的点计算的结果(实线:熔渣和铸铁整体水平;点划线:铸铁水平)。

[0074] 图4还示出了铸造的不同步骤:打开流出孔(铸造开始),流入熔化的铸铁,熔渣可能仍在积聚,流入熔化的铸铁和熔渣(流入熔渣),达到低水平并且排出气体,重新塞住流出孔(铸造结束)。

[0075] 优选地,在连续基础上和/或实时进行周向应变和温度的测量。

[0076] 在变型实施方式中,其中,仅具有一个应变测量点,该测量点在流出孔的水平附近(例如在一米的距离处)并只允许计算铸铁和熔渣的整体水平。在这种情况下,从流出孔处的静态压力值获得整体水平。该整体水平作为未知数从方程式中解得,其中,由应变仪给出

的测量值是静态压力、循环压力、炉缸的几何结构(半径)、壁(钢、耐火材料)的厚度以及相应的杨氏模量(钢、耐火材料)的函数。为根据静态压力获得水平,采用 $3300\text{kg}/\text{m}^3$ 的密度值,该密度值是铸铁的密度与纯熔渣的密度之间的中间值。来自应变仪的信号被过滤以消除与温度的变化有关的中期的(medium-term)波动。这给出了数字模式的结果的校准。

[0077] 在变型实施方式中,具有布置在炉的母线(generatrix,柱线)上并在流出孔的任意侧上在合适的高度处的多个应变仪传感器。通过使用叠加方法简化了问题。方程式中应用了三个假设:对于所涉及的所有材料胡克定律是有效的,相对于结构的尺寸来说应变很小,以及偏移不会改变施加的力的作用。作用于炉上的力是以下力:

[0078] -气体作用在内表面上的压力;

[0079] -作用于内壁上、直到液态金属-熔渣交界处的静态压力;

[0080] -液态金属-熔渣交界处在炉底上的静态压力;

[0081] -底部上的应力;

[0082] -喷嘴的高度处的应力。

[0083] 问题的两个未知数始终是液态金属的水平 and 液态金属-熔渣的整体水平。通过在单个母线上布置多个传感器解决了该问题。

[0084] 调整外壁(防护件)的连续周向应变的一般方程式考虑到了材料的连续性并取决于喷嘴处的偏移、取决于由应变壁和喷嘴形成的角度并取决于通过施加至结构的力的载荷项。方程式的参数是常数,该常数取决于组成壁的材料(钢防护件和耐火材料)的杨氏模量和泊松比、取决于壁在每个高度处的厚度并取决于在每个高度处的平均半径。还考虑的是耐火材料的随高度而变化的厚度(一般参考:应力和应变罗克(Roark's)公式;材料的铁木辛柯(S.Timoshenko)强度)。

[0085] 更精确地,调整外壁的连续周向应变的一般方程式是:

$$[0086] \quad y = y_0 F_1 + \frac{\Psi}{2\lambda} F_2 + LT \quad (1)$$

[0087] 其中, F_1 和 F_2 是给定的鼓风机在每个测量高度处的常量:

$$[0088] \quad F_1 = \cosh(\lambda x) \cos(\lambda x) \quad (2)$$

$$[0089] \quad F_2 = \cosh(\lambda x) \sin(\lambda x) + \sinh(\lambda x) \cos(\lambda x) \quad (3)$$

[0090] 以及

$$[0091] \quad \lambda = \left[\frac{3(1-\nu^2)}{R^2 t^2} \right]^{1/4} \quad (4)$$

[0092] 其中, y 是测量的水平偏移(或位移), x 是竖直位置, R 是每个高度处的平均半径, t 是在每个高度处壁的厚度以及 ν 是泊松比。

[0093] 取决于施加至鼓风机壁的压力的其他项:

[0094] - y_0 是在喷嘴的水平处的偏移或位移;

[0095] - ψ 是应变壁在喷嘴的水平处形成的角度;

[0096] - LT 是与施加到结构上的力成正比的载荷项;

[0097] 进行最后的变换以便将鼓风机的炉缸由具有不同机械特性的材料(耐火材料以及

钢壳) 构成的事实考虑在内, 并将构造成根据高度而具有变化的厚度差考虑在内 (E_x = 材料 x 的杨氏模量):

[0098] $P_{\text{贯穿钢壳}} =$

[0099] $P_{\text{贯穿耐火材料内部}} = \frac{E_1 \cdot \text{厚度}_1 + E_2 \cdot \text{厚度}_2 + \dots + E_n \cdot \text{厚度}_n}{E_1 \cdot \text{厚度}_1 + E_2 \cdot \text{厚度}_2 + \dots + E_n \cdot \text{厚度}_n} \quad (5);$

[0100] 最后, 由关系式 $P = \rho \cdot g \cdot h$ 确定静态压力 P 与液态金属或熔渣的水平 h 之间的关系, 其中, ρ 是平均密度并且 g 是重力加速度。

[0101] 应变仪或应变仪的作用是由检测主体 (这里为大体柱形的主体) 将承受的应变转化成电阻的改变。更准确地, 这种仪表的电阻的改变与其应变成比例 (压电阻器)。根据以下关系式, 系数或测量因数 k 转化这种比例:

[0102] $\Delta R/R = k \cdot \Delta L/L,$

[0103] 其中, k 是取决于所考虑的材料并取决于温度的常数。 k 体现了仪表的灵敏度。

[0104] 每个仪表都由一组密集的电阻线的匝组成, 该电阻线由粘合至柔性并绝缘的支撑架上的薄金属片制成, 借助于根据用于印刷电路的技术的凹版印刷而获得该电阻丝。

[0105] 应变仪可由不同的材料制成: 合金钢、不锈钢、铝、半导体等。

[0106] 不同类型的应变仪传感器及其安装对于本技术领域的技术人员是众所周知的并且并不限于本发明的范围。

[0107] 根据本发明的热传感器优选为铂电阻温度计, 并且更优选地为 Pt100 温度计 (在 0 °C 时为 100 欧姆并在 100 °C 时为 138.5 欧姆的电阻)。

[0108] 本发明的装置具有以下优点。该装置安装简单且成本低廉。由于该装置布置在鼓风炉的外壁上并不会被加热至很高的温度, 该装置允许简便而快速地安装, 并且可能的替换也是简单而快速的。

[0109] 测量系统在炉缸上产生良好的结果, 即, 既能借助于开放至空气的喷头 (喷射冷却) 冷却也能借助于水槽回路 (槽式冷却) 冷却。然而, 在实施过程中, 对于喷射冷却, 必须暂时中断对所冷却的区段 (安装仪表处), 这包括暂时关闭鼓风炉。如果测量装置例如安装在两个槽之间的空间中, 该问题就不会存在于具有 “槽式冷却” 型系统的鼓风炉中, 并且在鼓风炉的常规操作过程中能进行安装。

[0110] 传感器不必在母线上等距地间隔。如果传感器在流出孔附近更密集, 将获得更精确的计算结果。

[0111] 关键词

[0112] 1. 鼓风炉炉缸

[0113] 2. 炉缸壁

[0114] 3. 耐火材料

[0115] 4. 钢防护件

[0116] 5. 流出孔

[0117] 6. 应变仪传感器

[0118] 7. 热传感器

[0119] 8. 接线

- [0120] 9.冷却槽
- [0121] 10.应变仪
- [0122] 11.罩
- [0123] 12.螺栓
- [0124] 13.铸铁的液面水平
- [0125] 14.熔渣的液面水平

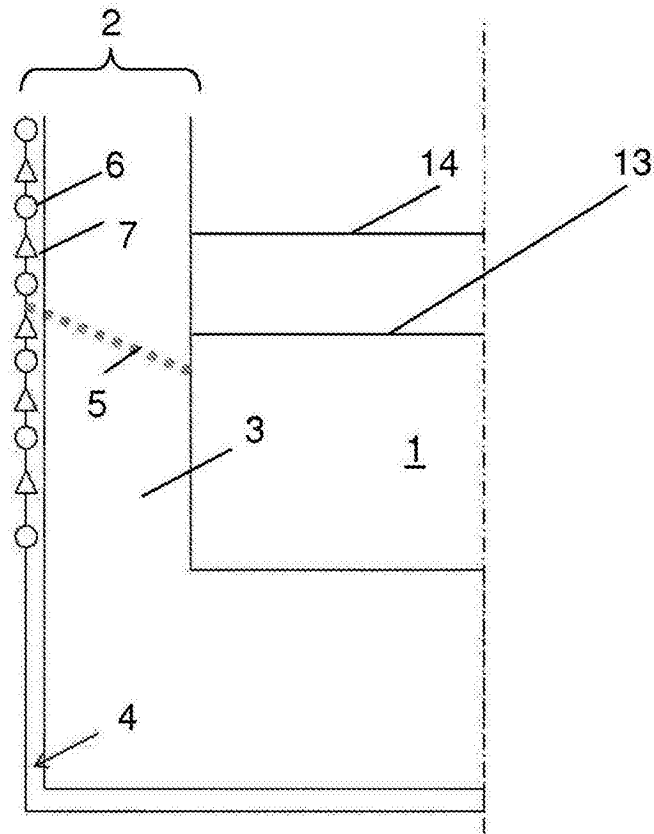


图1

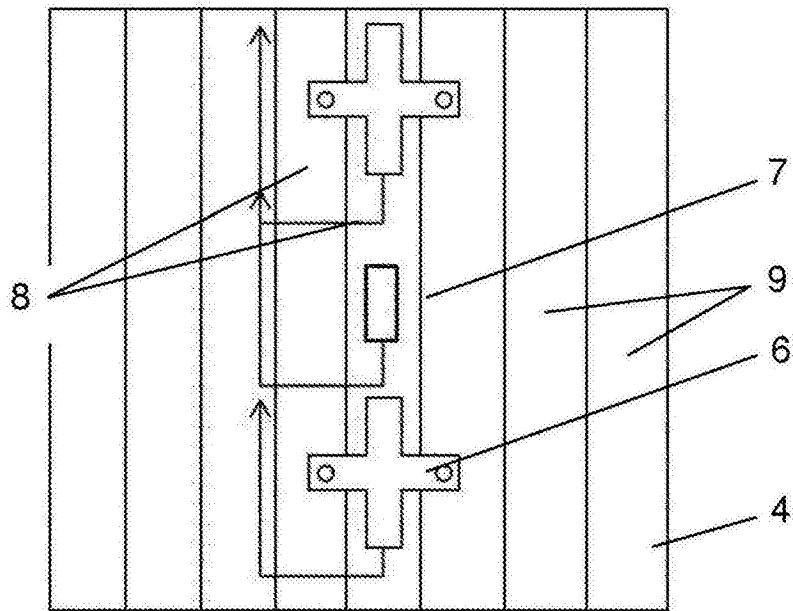


图2

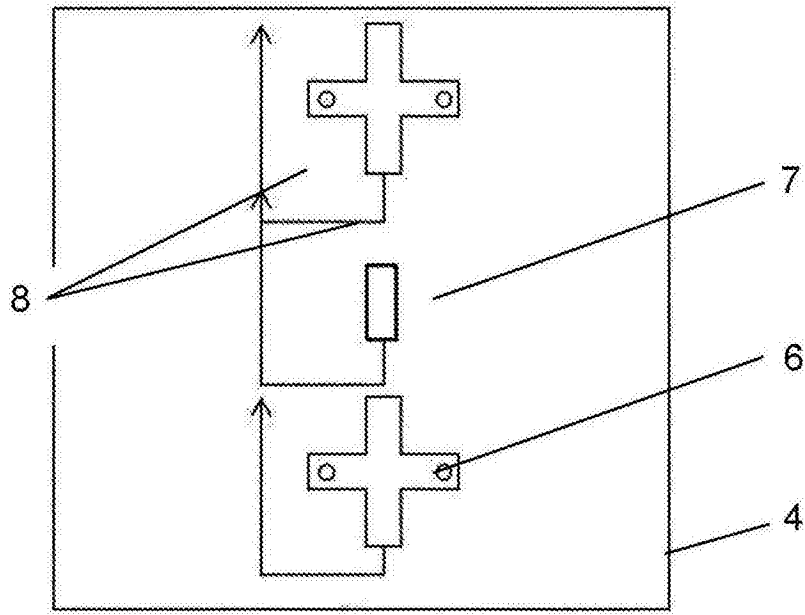


图3

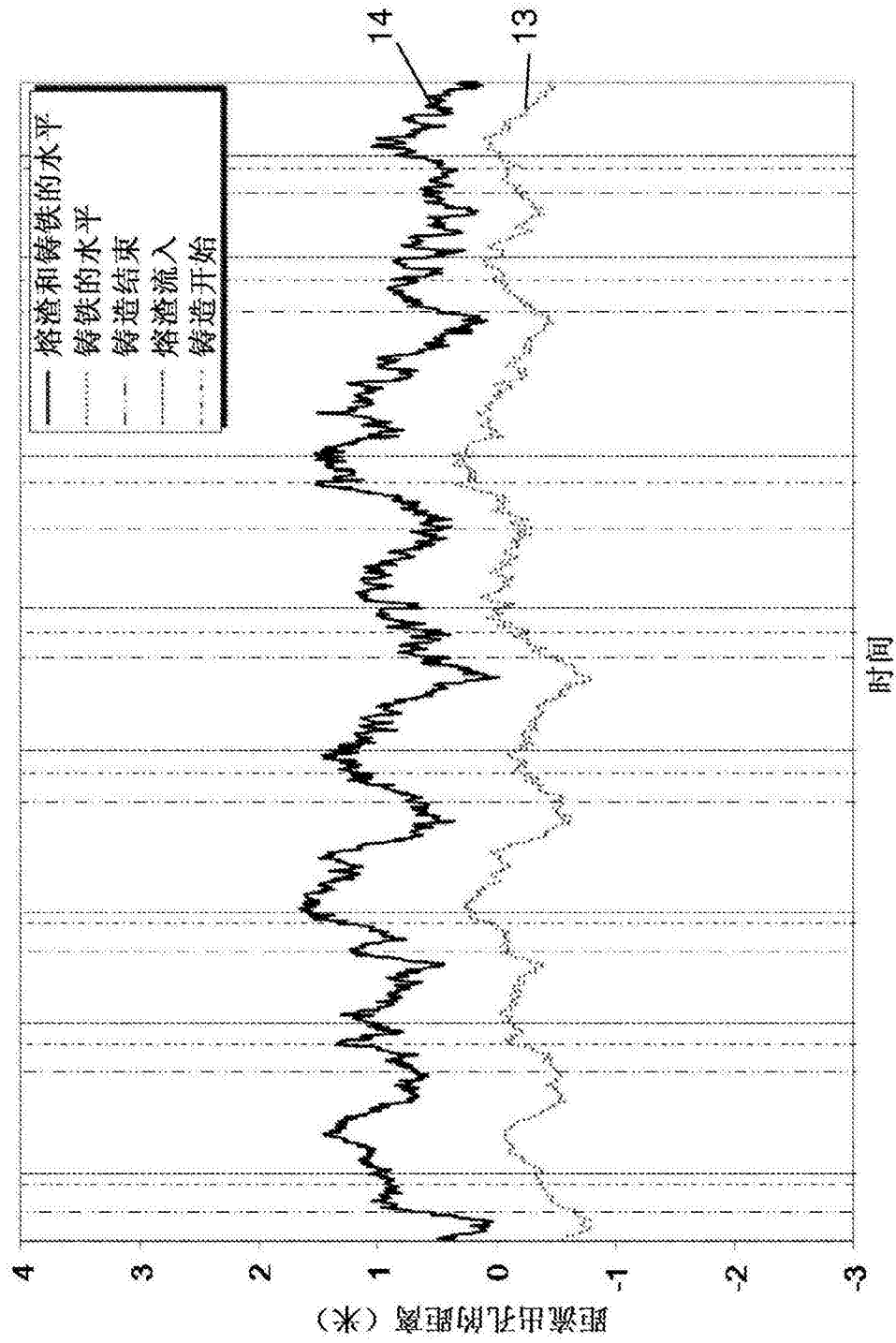


图4

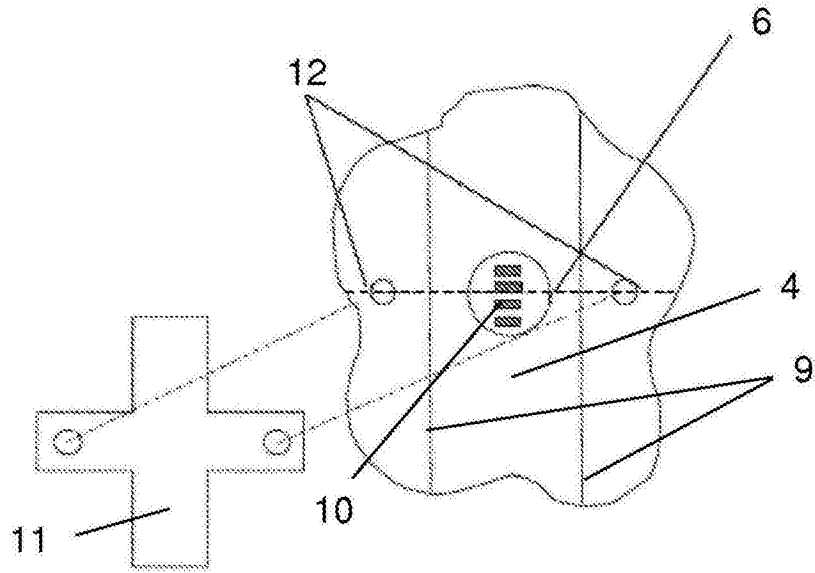


图5