



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101921884 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 27

(21) 申请号 200910086405. 0

(22) 申请日 2009. 06. 12

(73) 专利权人 中国科学院过程工程研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村北二条 1 号

(72) 发明人 魏连启 叶树峰 谢裕生 陈运法

(51) Int. Cl.

C21B 3/06 (2006. 01)

审查员 王涛

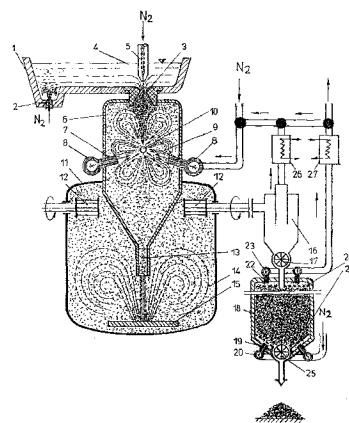
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种高炉熔渣干式显热回收系统和生产工艺

(57) 摘要

本发明提供一种高炉熔渣干式显热回收系统和生产工艺。整个系统和生产工艺包括熔渣中间包保温工艺、喷枪熔渣带出工艺、熔渣多股射流粒化换热工艺、冲击磨粉碎工艺和二冷流化床热回收工艺五项关键部分。高炉熔渣在中间包内通过吹氮饱和和处理后,高速气流喷枪将其带出,途经射流磨高速气流渣粒互相撞击粒化,强化换热,渣粒下行经过平板冲击磨反弹破碎换热冷却;二冷流化床对渣粒热量二次回收,一次回收与二次回收的热量通过换热器转换成热能或电能。应用本发明提供的系统和生产工艺,高炉熔渣的热回收效率可达到 80% 以上;成品渣收得率 > 90%,且粒度小于 5mm;系统全过程不使用冷却水,干式处理节约大量用水。



1. 一种高炉熔渣干式显热回收系统,它是由熔渣中间包、粒化换热室、粉碎室、二冷流化床和换热器五部分组成,其特征在于,采用高速气流将中间包内高温液态高炉渣带出,在粒化换热室内被高速射流撞击实现熔渣颗粒化并气固强化换热,渣粒进一步在粉碎室内被冲击破碎后进入二冷流化床进行二次换热,两次换热后热气通过换热器实现显热回收,并获得均匀微细成品渣。

2. 一种如权利要求 1 所述的高炉熔渣干式显热回收系统进行高炉熔渣干式显热回收工艺,其特征在于,整个生产工艺包括含有熔渣吹氮饱和步骤的熔渣中间包保温工艺,将喷枪没入熔渣液面,通过喷嘴与底部出口的高度调节控制出渣量,喷枪内通以 N_2 或空气超音速射流,将熔渣带出同时吹射粒化的喷枪熔渣带出工艺,在粒化换热室插入上下各三支以上的对称环形放射状布置的高速气流喷枪形成射流磨,利用多股射流将熔渣全部粒化,并迅速冷却至 950°C 以下的熔渣多股射流粒化换热工艺,在粉碎区将粒化的高温渣粒二次粒化换热,在粒化换热室内渣粒均由粒化换热室出口经高压加速两相流喷嘴形成高速射流冲击设在粉碎室下部的冲击板形成冲击磨的冲击磨粉碎工艺,对粉碎区出来的 $400\text{--}600^{\circ}\text{C}$ 的渣粒进行二次热量回收的二冷流化床热回收工艺。

3. 如权利要求 2 所述的高炉熔渣干式显热回收系统进行高炉熔渣干式显热回收工艺,其特征在于,喷枪熔渣带出工艺中的中间包下渣出口为拉瓦尔内形。

4. 如权利要求 2 所述的高炉熔渣干式显热回收系统进行高炉熔渣干式显热回收工艺,其特征在于,熔渣多股射流粒化换热工艺中,在粒化换热室插入上下各三支以上的对称环形放射状布置的高速气流喷枪形成射流磨。

5. 如权利要求 2 所述的高炉熔渣干式显热回收系统进行高炉熔渣干式显热回收工艺,其特征在于,冲击磨粉碎工艺中,在粒化换热室内渣粒均由粒化换热室出口经高压加速两相流喷嘴形成高速射流冲击设在粉碎室下部的冲击板形成冲击磨。

一种高炉熔渣干式显热回收系统和生产工艺

技术领域：

[0001] 本发明属于余热余能回收技术领域，特别涉及一种高炉熔渣干式显热回收系统及生产工艺。

背景技术：

[0002] 高炉熔渣显热为高品位余热资源，具有很高的回收价值。目前大多数钢铁企业采用水淬工艺处理高炉渣，炉渣显热基本没有得到回收。随着国际竞争的日益加剧和能源的持续紧缺，钢铁行业面临着维系可持续发展战略的多项环境友好型课题。其中，高效高品位地回收高炉熔渣显热已成为亟待突破的技术难题。

[0003] 美国专利 US5255900 报道了用于熔渣余热回收的粒化器和流化床的相关设计方法。流化床内渣粒的温度可通过循环风量的调节来控制，一般为 500 ~ 800℃。该装置的热量回收率约为 64%，但有效能利用率偏低。

[0004] 鞍钢集团申请的专利 200510047090.0 公开了一种高炉渣显热回收系统及生产工艺，它是由初冷 - 破碎单元、气 - 渣热交换单元、余热锅炉组成，在高炉的出渣口设置初冷 - 破碎单元，该单元采用两种方式，一种是由渣分配器、碎渣齿轮、冷却喷管以及挡渣板组成；另一种方式为直接喷管式，由流渣槽、渣分配器、冷却喷管以及挡渣板组成。在该单元渣被冷却到凝固点 1200℃ - 1300℃ 以下，破碎成直径小于 100mm 的渣粒，初冷 - 破碎单元后面接连续运输装置，然后接气 - 渣热交换单元，该单元可采用两种不同的方式，一种采用的是链蓖机，另一种方式是渣罐结构。该单元内空气被加热到 700℃ - 800℃，渣被冷却到 150℃ 以下，加热后的空气被输送到余热锅炉，锅炉加热管内的水吸收气体的热量，产生压力为 0.3 - 0.4MPa，温度为 260 - 350℃ 的蒸汽。本发明实现了液态高炉渣显热的有效回收，综合能量回收率达到 70% 以上，降低钢铁生产的能源消耗，减少炉渣冷却用水的消耗，以及由此带来的环境污染。然而，由于本工艺相对简易，炉渣粉碎粒度较粗，制得的成品渣品位较差，很难实现高值化利用。同时较粗的渣粒与空气间的换热接触面积小，不利于热量的交换，换热效率低。

[0005] 20 世纪 80 年代在日本开发出风碎法高炉熔渣显热回收技术。将高炉排出的温度 1400℃ 以上的熔融炉渣导入风洞造粒部，采用 3 个均分渣流供渣，熔渣由喷嘴中出来的高速空气射流吹射粒化，喷嘴处空气流速可调，风洞尺寸为长 25m、宽 7m、高 13m（处理能力为 100t/h）。风洞内设有分散板使 1050℃ 左右的渣粒碰板落下，下落过程中由风洞下部吹入的空气冷却，渣粒约在 800℃ 左右排出风洞。排出的热渣粒经称量机、振动筛（除去大径颗粒）后，储存在热渣粒储仓中，再通过二次流化床热交换器冷却到 150℃ 左右排出，得到成品渣的品质通过风洞内的冷却速度来保证。试验中达到的平均热回收率为 48%，风洞出口风温达到 500℃，成品渣中粒径小于 5mm 部分占 95% 以上，渣粒整体玻璃化率大于 95%，粉碎性好，品质与水淬渣相当。日本开发的熔渣风碎工艺，直至目前仍然可以称之为风碎法所取得的最高成就，其熔渣的处理能力达到 100t/h 的大规模生产性试验结果表明，热回收效率和成品渣品质都可以达到工业化的要求。但是，由于设备系统庞大、占地面积大、投资费

用高以及系统过程能量损失过大等因素的限制,当时就终止了前进的步伐。

[0006] 根据对现有技术资料的分析,目前多数工艺均有换热效率低、成品渣粒径粒大、设备庞大等问题。本发明即针对这些方面的问题提出了新型的高炉熔渣显热回收系统和生产工艺。

发明内容:

[0007] 本发明提出了一种高炉熔渣干式显热回收系统和生产工艺,通过高速气流将液态高炉渣破碎,通过射流撞击实现气固强化传热,置换出高品位热空气,通过余热锅炉实现显热回收,同时获得均匀微细成品渣。

[0008] 本发明的技术方案如下:采用熔渣中间包技术对高炉熔渣进行集中处理,保证了操作工艺的连续性和高效性;利用喷枪来控制熔渣的带出和粒化,所用的气体介质可以采用钢铁厂内的富余氮气或空气,更容易实现熔渣的破碎和粒化;利用射流磨在强化传热、细化渣粒方面具有独特的优势来强化渣粒的破碎和迅速冷却;采用平板冲击磨,进一步促进高温渣粒的破碎和换热冷却;使用二冷流化床对熔渣热量进行二次回收,提高了整体热量回收效率。

[0009] 实施本发明的关键在于:以合适的渣气量比和气流速度使熔渣在粒化室内粒化并迅速冷却至 950℃ 以下,在该温度下渣粒之间将不会发生粘附而致重新粗大化的现象;粒化渣粒在射流磨的作用下被破碎成更细的颗粒(高炉熔渣在大于 1250℃ 时发生韧性断裂,低于 1250℃ 时发生脆性断裂),并在微粒化的同时,加快了渣粒与气体介质的换热速度;最后,在冲击磨的作用下,渣粒再次被细化,进一步强化换热效果。此外,本发明全系统中的渣粒都处在 < 950℃ 的温度条件下,渣粒也不可能发生与器壁之间的粘附作用(这一粘附温度为 1050℃)。因此,本方案真正可以同时获得很高的热回收效率(气体消耗量减少,热风温度提高)和高附加值的干渣制品(粒度更细,玻璃化程度更高)。

[0010] 鉴于高炉熔渣的特性,本发明的工艺系统包括五项关键工艺:熔渣中间包保温工艺、喷枪熔渣带出工艺、熔渣多股射流粒化换热工艺、冲击磨粉碎工艺和二冷流化床热回收工艺。

[0011] 本发明所提熔渣中间包保温工艺设计了熔渣吹氮饱和措施,促进了中间包内熔渣的混合和温度均匀分布,保证中间包内的熔渣温度保持在 1400℃ 以上,以防止熔渣早期凝固和高炉出口带出部分固体渣块对整个工艺系统的影响。

[0012] 本发明所提喷枪熔渣带出工艺以圆形或扁平单拉瓦尔喷嘴的喷枪没入熔渣液面,通过喷嘴与底部出口的高度调节来控制出渣量,喷枪内通以 N_2 或空气超音速射流,将熔渣带出同时吹射粒化。

[0013] 本发明所提熔渣多股射流粒化工艺是在极短的时间内将熔渣完全粒化,并迅速冷却至 950℃ 以下,得到的粒化和换热效果达到传统方法的十倍甚至几十倍。

[0014] 本发明所提冲击磨粉碎工艺是在粉碎区将粒化的高温渣粒进一步细化,以得到高附加值的渣制品,同时细化的过程进一步对渣粒进行移热和冷却。

[0015] 本发明所提二冷流化床热回收工艺是对粉碎区出来的 400-600℃ 的渣粒进行二次热量回收,保证得到合格的渣制品,同时提高整体的热量回收效率。

[0016] 本发明所提生产工艺具备以下特点:

[0017] (1) 中间包下渣出口设计成拉瓦尔内形 : 其优点在于上部顶枪正对渣口喷吹时, 渣口成为顶枪渣嘴的拉瓦尔形延伸段, 高压气流表面为熔渣所包围, 渣流和气流之间的速度差不断增大, 从而产生的强大剪切力使渣流变成细小的液滴。由于气流是超音速, 在气流使渣流加速的过程中, 两者之间几乎不发生热交换。因而, 渣口被熔渣冷凝粘附的危险性大大减小。

[0018] (2) 射流磨 : 粒化换热室插入上下各三支以上的对称环形放射状布置的高速气流喷枪形成射流磨, 将来自上方的速度已大为减小的液滴卷入旋回流动区, 在渣滴跟随旋回气流运动的历程中, 进行热交换, 到达射流磨中心磨碎区时则被进一步粒化。这种循环流动延长液滴或渣粒在粒化室内平均停留时间, 进一步的微粒化则大大增加总的换热面积, 从而强化换热效果。

[0019] (3) 冲击磨 : 在粒化换热室内完全固化了的渣粒和中心尚有液相存在的较为粗大的渣粒均由粒化换热室出口经高压加速两相流喷嘴形成具有强大动能的高速射流冲击设在粉碎室下部的冲击板形成冲击磨, 从而渣粒被再次微细化的同时, 又一次强化换热效果。

[0020] 这些特点是任何其他风碎风冷法无法比拟的。与前述日本开发的方法相比较, 装置传热效率高, 高速气流的剪切带动, 以及撞击区的高强度湍动振荡渗透, 大大提高气体与熔渣的传热效率; 换热室体积大大缩小、空间利用率高; 熔渣的初步资源化, 渣制品的粒度和品质将更细更好; 此外, 冷却气体介质也可以利用钢铁厂的富余氮气, 使用惰性气体预期能提高终态渣粒的性能。

[0021] 本发明所提工艺将达到如下效果 :

[0022] 高炉炉渣的热回收效率超过 80%, 热气温度能达到 700-800℃, 可转化成水蒸汽或电力使用; 渣制品收得率 > 90%, 且粒度小于 5mm、玻璃化率大于 95%, 可供作水泥熟料而高值化; 全过程不使用冷却水, 无需与此相关的设备与投资; 干式处理节约大量用水, 渣中碱性成分不造成水污染, 不产生 H₂S 等有害气体对大气的污染, 避免渣粒干燥过程的大量能耗。

附图说明 :

[0023] 下面对照附图对该发明作进一步描述 :

[0024] 附图 1 为高炉熔渣干式显热回收系统图

[0025] 附图中 : 1、熔渣中间包 ; 2、通气塞 ; 3、熔渣出口 ; 4、熔渣 ; 5、喷枪 ; 6、粒化换热室 ; 7、喷嘴 ; 8、环形管道 ; 9、射流磨 ; 10、磨碎区 ; 11、粉碎室 ; 12、气动捕集器 ; 13、喷嘴 ; 14、冲击磨 ; 15、冲击板 ; 16、旋风分离器 ; 17、热粒排出口 ; 18、二冷移动床 (流化床) ; 19、进气嘴 ; 20、环形管道 ; 21、多孔锥 ; 22、排气嘴 ; 23、环形管道 ; 24、多孔板 ; 25、渣砂出口 ; 26、换热器 ; 27, 换热器

具体实施方式 :

[0026] 实施例 1 : 如图 1 所示流程, 熔渣由渣沟或与渣沟连接的渣槽连续流入中间包 1 的凹坑部通气塞 2 的上方, 经 2 送入凹坑部的 N₂ 或空气在近于与熔渣乳化状态的条件使渣为气体所饱和, 气体饱和的熔渣 4 达到规定的液位后, 由头部为扁平形或椭圆形或圆形拉瓦尔喷嘴的喷枪 5 喷出的超音速气流携熔渣从出口 3 进入粒化换热室 6, 在熔渣出口 3 的

扩张部,渣气两相流股向下扩张膨胀,熔渣边被气流粒化,边向气相传热,并在粒化室上部形成高速向下的轴向主流,该主流与来自环形管道 8 经喷嘴 7 喷入的高速气流形成的射流磨 9,使渣粒在磨碎区 10 进一步粒化。热渣粒与热气体经加速喷嘴 13 造成两相混合射流高速冲击 11 粉碎室下部的冲击板 15 而形成冲击磨 14。渣粒被再次破碎细化,并进一步强化换热效果。用适当的渣气量比确保粒化室下部温度不高于 900℃是流程顺行的基本条件。伸入粉碎室上部的气动捕集器 12 捕集渣粒与气体的混合物经管道沿切线方向送入旋风分离器 16。分离掉渣粒的热风经管道送入换热器 26。经 26 冷却的气体送入环形管道循环使用。热渣粒则由 16 的热粒排出口排至二冷流化床 18。18 的下方经由环形管道 20、进气嘴 19 送入冷气通过多孔锥 21 均匀分流自下而上,18 的上部由出气多孔板 24 均匀分流,经热风出气嘴 22、环形管道 23 接直管送入换热器 27。经 27 冷却的气体返回至环形管道 8 循环使用。二冷流化床冷却后的渣粒经渣砂出口 25 排出。二冷流化床可能要采用 2 ~ 3 级低压损型多级方式。换热器 26、27 是否合二为一,取决于一冷和二冷所得热风的温差大小。

[0027] 实施例 2:如图 1 所示流程中,在保证较高换热效率的前提下,工艺中直接省掉 18-25、27 部分设备和内容,在 17 处直接获得粒化渣粒,26 处直接获得余热。

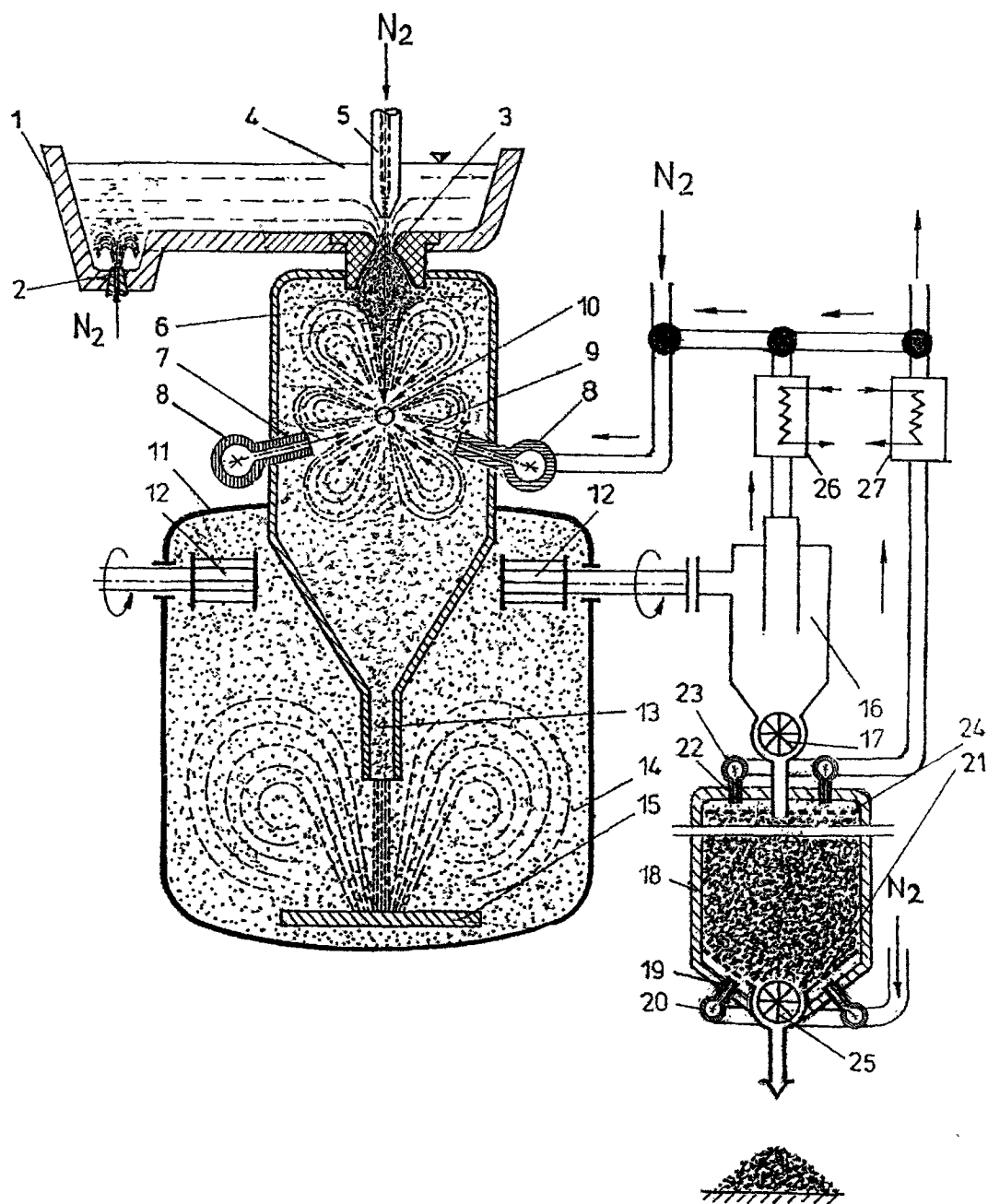


图 1