



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115389416 A

(43) 申请公布日 2022. 11. 25

(21) 申请号 202210970262.5

(22) 申请日 2022.08.12

(71) 申请人 北京金隅通达耐火技术有限公司  
地址 100085 北京市海淀区清河安宁庄东  
路1号院

申请人 巩义通达中原耐火技术有限公司  
北京通达耐火工程技术有限公司

(72) 发明人 周伟 马淑龙 马飞 席含博  
孟令汉 李智丰 刘淑焕 高东  
李燕京 罗华明

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限  
公司 11002

专利代理师 钱云

(51) Int. Cl.

G01N 19/04 (2006.01)

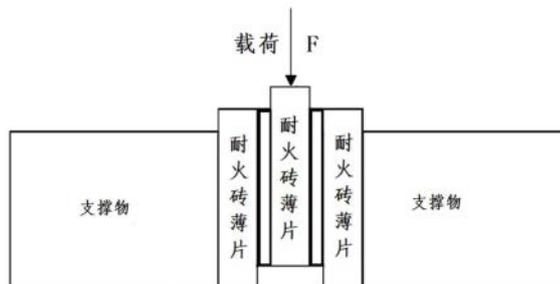
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法

(57) 摘要

本发明提供一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,包括:从待测耐火砖切出三片尺寸相同的耐火砖薄片;三片耐火砖薄片沿其厚度方向依次叠放组成耐火砖薄片粘结体,其中两侧的耐火砖薄片端面对齐,中间的耐火砖薄片突出一段距离,相邻耐火砖薄片接触面之间涂抹水泥生料浆,在耐火砖薄片粘结体上压重物,待料浆凝固后将耐火砖薄片粘结体和重物一起放入高温炉内烧结;取出的耐火砖薄片粘结体竖直放置,两边各放置支撑物,然后对突出的中部耐火砖薄片施加竖直向下载荷,测定中部耐火砖薄片与两侧耐火砖薄片分离时的压力F,该压力即为水泥窑用耐火砖挂窑皮性能的定量指标。本发明能够准确量化检测水泥窑用耐火砖的挂窑皮性能。



1. 一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 从待测耐火砖切出三片尺寸相同的耐火砖薄片,再从同样的被检测耐火砖上切出一块重物;

(2) 三片耐火砖薄片沿其厚度方向依次叠放组成耐火砖薄片粘结体,其中两侧的耐火砖薄片端面对齐,中间的耐火砖薄片突出一段距离,相邻耐火砖薄片接触面之间涂抹水泥生料浆,在所述耐火砖薄片粘结体上压步骤(1)所得重物,待料浆凝固后将耐火砖薄片粘结体和重物一起放入高温炉内烧结;

(3) 取出的耐火砖薄片粘结体竖直放置,两边各放置支撑物以固定所述耐火砖薄片粘结体,然后对突出的中部耐火砖薄片施加竖直向下载荷,测定中部耐火砖薄片与两侧耐火砖薄片分离时的压力 $F$ ,所述压力 $F$ 即为水泥窑用耐火砖挂窑皮性能的定量指标。

2. 根据权利要求1所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,步骤(1)中,所述耐火砖薄片的长 $\times$ 宽 $\times$ 厚为 $(114\pm 2)\text{mm}\times(65\pm 2)\text{mm}\times(10\pm 2)\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求2所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,步骤(1)中,所述重物的重量为3000-4000g。

4. 根据权利要求1所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,步骤(2)中,所述水泥生料浆的用量以满足相邻耐火砖薄片间的粘结缝厚度在 $2\pm 0.05\text{mm}$ 为准。

5. 根据权利要求4所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,步骤(2)中,所述水泥生料浆的配制包括:称取一定量的水泥生料,倒入研钵中研磨至全部通过0.088mm标准筛,再加入等量的丙三醇,混磨均匀后待用。

6. 根据权利要求5所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,所述水泥生料为在 $1050^{\circ}\text{C}$ - $1150^{\circ}\text{C}$ 预煅烧2-4h后的冷却水泥生料。

7. 根据权利要求5所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,所述丙三醇的纯度为化学纯。

8. 根据权利要求1所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,步骤(2)中,中间的耐火砖薄片突出的距离为10-20mm。

9. 根据权利要求1所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,步骤(2)中,所述高温炉内加热至 $1450^{\circ}\text{C}$ - $1550^{\circ}\text{C}$ ,保温3-5h,自然冷却至室温后将所述耐火砖薄片粘结体从高温炉中移出。

10. 根据权利要求1所述的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,其特征在于,步骤(3)中,对突出的中部耐火砖薄片以 $0.05\pm 0.005\text{MPa/s}$ 施加竖直向下载荷。

## 一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及耐火材料评价技术领域,尤其涉及一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法。

### 背景技术

[0002] 水泥回转窑耐火砖作为水泥窑中常用的窑衬材料,主要作用是保护窑筒体不受高温气体和高温物料的伤害,保证生产的正常进行。随着水泥窑生产工艺和机械性能的日益提高、产量的日益增大,对耐火材料要求也越来越苛刻。烧成带耐火砖使用区域是工艺温度最高区域,其服役过程中会经受熟料液相侵蚀、碱盐渗透、窑皮脱落带来的热震波动损伤和结构剥落等多重损伤。

[0003] 所谓的窑皮是附着在回转窑烧成带窑衬内表面的一层烧结熟料层,这种在耐火窑衬表面形成窑皮的能力,称为挂窑皮性能。任何一条水泥回转窑在正常生产过程中,烧成带耐火砖热面都需要粘着一层均匀、稳定且厚度适宜的窑皮,这对减少耐火砖高温液相侵蚀、碱盐渗透和热震温度波动损伤有很大帮助,对延长耐火砖的使用寿命和回转窑长期、高效、安全作业至关重要。

[0004] 近年来,对于水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法主要有Holderbank法、转鼓法、三点抗折法和静态剪切法等。

[0005] Holderbank法是在煤气加热炉炉底放置耐火砖试样,并在其上放置水泥原料进行加热处理,同时冷却耐火砖试样的背面。Holderbank法可使耐火砖内部产生合适的温度场和水泥熟料能足量并充分渗透到耐火砖热面层,能够较好模拟耐火砖实际使用过程中地挂窑皮状况,但是该检测方法设备昂贵,且不能量化耐火砖的挂窑皮性能。

[0006] 转鼓法是在一个小型回转炉内砌筑耐火砖,用火嘴加热至设定温度后,同时回转炉转圈并分多次加入水泥生料,冷却后观察耐火砖表面粘附窑皮层厚度来判定耐火砖的挂窑皮性能。该方法为动态法,能较好模拟水泥回转窑生产状态,更贴合实际,并能有效避免静态挂窑皮法所测得的水泥生料液相过少和液相过多带来的挂窑皮较牢固的假象。但是该方法不能量化检测耐火砖挂窑皮性能,且操作过程复杂,实验费用也比较大。

[0007] 三点抗折法属于静态法,将两耐火砖试样之间夹上水泥熟料来检测,由于水泥熟料和砖面的接触面积小,在高温炉处理时组合体不稳固,耐火砖与熟料接触面容易错位,另外由于砖面与熟料的粘结面积小,相应的粘结力也小,取样和测试过程极易破坏水泥和耐火砖面的结合力导致检测失败,导致检测数据的误差大,重复性差,虽能量化但不够精确。

[0008] 静态剪切法是将适量的预热处理水泥生料均匀置于两耐火砖的切块之间,连同支撑物一起在炉内加热处理后冷却,然后将砖立起来垂直加压至耐火砖切面分离,压力的大小即为挂窑皮性能,这种检测方法忽略了砖与水泥熟料之间的摩擦力,测出的压力值未必能客观反映出砖面与水泥熟料之间粘结强度,另外该方法制样难度比较高。

[0009] 因此,亟需对现有的挂窑皮性能检测方法进行改进。

## 发明内容

[0010] 本发明提供一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,能够量化检测水泥窑用耐火砖的挂窑皮性能。

[0011] 本发明提供一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,包括以下步骤:

[0012] (1) 从待测耐火砖切出三片尺寸相同的耐火砖薄片,再从同样的被检测耐火砖上切出一块重物;

[0013] (2) 三片耐火砖薄片沿其厚度方向依次叠放组成耐火砖薄片粘结体,其中两侧的耐火砖薄片端面对齐,中间的耐火砖薄片突出一段距离,相邻耐火砖薄片接触面之间涂抹水泥生料浆,在所述耐火砖薄片粘结体上压步骤(1)所得重物,待料浆凝固后将耐火砖薄片粘结体和重物一起放入高温炉内烧结;

[0014] (3) 取出的耐火砖薄片粘结体竖直放置,两边各放置支撑物以固定所述耐火砖薄片粘结体,然后对突出的中部耐火砖薄片施加竖直向下载荷,测定中部耐火砖薄片与两侧耐火砖薄片分离时的压力 $F$ ,所述压力 $F$ 即为水泥窑用耐火砖挂窑皮性能的定量指标。

[0015] 需要说明的是,步骤(1)中切割耐火砖薄片时,可以从耐火砖的任意方向切,保证耐火砖薄片尺寸即可。优选地,沿着耐火砖的长度方向竖直切割,可操作性强,便于切割。本发明中提及的长、宽、厚,一般最长边长为长(度),最短边长为厚(度),介于两者之间的为宽(度)。步骤(3)中所述竖直放置指长度方向垂直于地面。

[0016] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,步骤(1)中,所述耐火砖薄片的长 $\times$ 宽 $\times$ 厚为:( $114\pm 2$ )mm $\times$ ( $65\pm 2$ )mm $\times$ ( $10\pm 2$ )mm。

[0017] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,步骤(1)中,所述重物的重量为3000-4000g,进一步控制在3250-3600g。

[0018] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,步骤(2)中,所述水泥生料浆的用量以满足相邻耐火砖薄片间的粘结缝厚度在 $2\pm 0.05$ mm为准。具体可参考建材行业标准JC/T 2463-2018(水泥窑用耐火材料挂窑皮性能-静态试验方法)砖缝厚度要求。

[0019] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,步骤(2)中,所述水泥生料浆的配制包括:称取一定量的水泥生料,倒入研钵中研磨至全部通过0.088mm标准筛,再加入等量的丙三醇,混磨均匀后待用。

[0020] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,所述水泥生料为在1050 $^{\circ}$ C-1150 $^{\circ}$ C预煅烧2-4h后的冷却水泥生料。

[0021] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,所述丙三醇的纯度为化学纯。

[0022] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,步骤(2)中,中间的耐火砖薄片突出的距离为10-20mm。本发明研究发现,若突出距离小于10mm,在施加竖直向下载荷时不容易观察到耐火砖薄片粘结体破裂分离的现象;若突出距离大于20mm,则粘结接触面面积减少过多,不利于放大耐火砖的挂窑皮力,减少了挂窑皮性能测定的精确性。

[0023] 在本发明一个具体实施方式中,所述耐火砖薄片的长 $\times$ 宽 $\times$ 厚为114mm $\times$ 65mm $\times$ 10mm,所述耐火砖薄片粘结体中间的耐火砖薄片突出的距离为14mm。

[0024] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,步骤(2)中,所述高温炉内加热至1450-1550 $^{\circ}$ C,保温3-5h,自然冷却至室温后将所述耐火砖薄片粘结体从高温炉中

移出。

[0025] 根据本发明提供的水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,步骤(3)中,对突出的中部耐火砖薄片以 $0.05 \pm 0.005 \text{MPa/s}$ 施加竖直向下载荷。

[0026] 本发明提供了一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,即夹层法,相比动态法挂窑皮性能检测方法,本发明的夹层法具有可量化、操作简单、实验费用少的优点;相对其他静态法挂窑皮性能检测方法,本发明的夹层法具有检测数据稳定,可重复性好且可操作性更好的优点。另外,本发明通过加大耐火砖与水泥生料的接触面积,提供粘结力,从而能更好更精准地区分不同耐火砖的挂窑皮性能,进一步完善了现有耐火材料的性能检测方法。

## 附图说明

[0027] 图1是本发明加热过程中耐火砖薄片粘结体放置方式示意图;

[0028] 图2是本发明加载过程中耐火砖薄片粘结体放置方式示意图。

## 具体实施方式

[0029] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

### [0030] 实施例1

[0031] 本实施例提供一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,操作步骤如下:

[0032] a. 从待测耐火砖(镁铁砖)切出耐火砖薄片三片,耐火砖薄片的长 $\times$ 宽 $\times$ 厚为:  $114 \text{mm} \times 65 \text{mm} \times 10 \text{mm}$ ;再从同样的被检测耐火砖上切出一块重物,重物重量为 $3460 \text{g}$ ;

[0033] b. 水泥生料浆配制:称取一定量的水泥生料(为在高温炉内 $1100^\circ\text{C}$ 预煅烧2-4h后的冷却水泥生料),倒入研钵中研磨至全部通过 $0.088 \text{mm}$ 标准筛,再加入等量的丙三醇,混磨均匀后待用;

[0034] c. 取一定量(以控制粘结缝厚度在 $2 \text{mm}$ )水泥生料浆均匀涂抹在耐火砖薄片的长和宽所在平面上,沿厚度方向(即 $10 \text{mm}$ 边长所在方向)依次叠放组成耐火砖薄片粘结体,其中中间的耐火砖薄片突出 $14 \text{mm}$ ,上压步骤a中的重物并刮除多余料浆,如图1所示,待料浆凝固后将耐火砖薄片粘结体和重物一起放入高温炉;

[0035] d. 高温炉内加热至 $1500^\circ\text{C}$ ,保温4h,自然冷却至室温后将粘结体从高温炉中移出;

[0036] e. 耐火砖薄片粘结体竖直放置,两边各放置一块支撑物以固定粘结体,然后对突出的中部耐火砖薄片以 $0.05 \pm 0.005 \text{MPa/s}$ 施加竖直向下载荷,如图2所示,测定中部耐火砖薄片与两侧耐火砖薄片分离时的压力 $F$ ,该压力即为水泥窑用耐火砖挂窑皮性能的定量指标。当测得 $F$ 值大于 $10 \text{KN}$ 时,表明镁铁砖具有较好的挂窑皮性能。

### [0037] 实施例2

[0038] 本实施例提供一种水泥窑用耐火砖挂窑皮性能检测方法,操作步骤如下:

[0039] a. 从待测耐火砖(镁铝砖)切出耐火砖薄片三片,耐火砖薄片的长 $\times$ 宽 $\times$ 厚为:  $114 \text{mm} \times 65 \text{mm} \times 10 \text{mm}$ ;再从同样的被检测耐火砖上切出一块重物,重物重量为 $3320 \text{g}$ ;

[0040] b. 水泥生料浆配制:称取一定量的水泥生料(为在高温炉内1150℃预煅烧2-4h后的冷却水泥生料),倒入研钵中研磨至全部通过0.088mm标准筛,再加入等量的丙三醇,混磨均匀后待用;

[0041] c. 取一定量(以控制粘结缝厚度在2mm)水泥生料浆均匀涂抹在耐火砖薄片的长和宽所在平面上,沿厚度方向(即10mm边长所在方向)依次叠放组成耐火砖薄片粘结体,其中中间的耐火砖薄片突出18mm,上压步骤a中的重物并刮除多余料浆,如图1所示,待料浆凝固后将耐火砖薄片粘结体和重物一起放入高温炉;

[0042] d. 高温炉内加热至1550℃,保温3h,自然冷却至室温后将粘结体从高温炉中移出;

[0043] e. 耐火砖薄片粘结体竖直放置,两边各放置一块支撑物以固定粘结体,然后对突出的中部耐火砖薄片以 $0.05 \pm 0.005 \text{MPa/s}$ 施加竖直向下载荷,如图2所示,测定中部耐火砖薄片与两侧耐火砖薄片分离时的压力F,该压力即为水泥窑用耐火砖挂窑皮性能的定量指标。当测得F值大于4KN时,表明镁铝砖具有较好的挂窑皮性能。

[0044] 综上所述,本发明的夹层法比静态剪切法操作性更强,静态剪切法在切割制样时需要专用模具固定,实际耐火砖因为尺寸偏差不容易固定牢固,在实际切割过程中试块容易滑动,造成切割尺寸误差大。另外,本发明的夹层法相比静态剪切法在尺寸相当的情况下,实现粘结力双倍放大,能减少实验过程中人为误差、设备误差等带来的影响,将不同耐火砖微弱的挂窑皮力区分开来,更加精准。

[0045] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

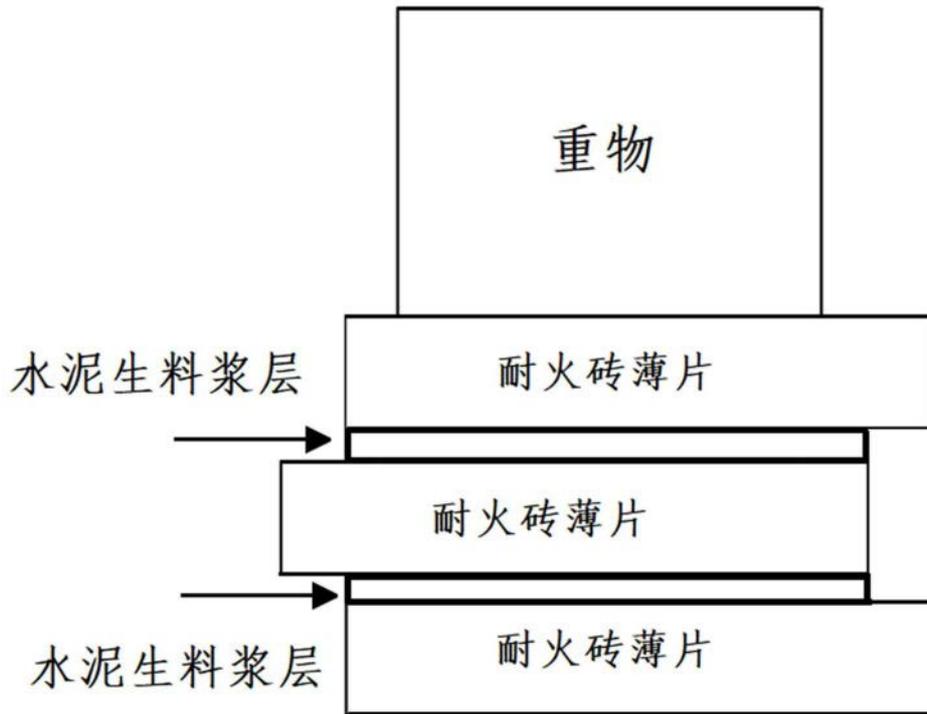


图1

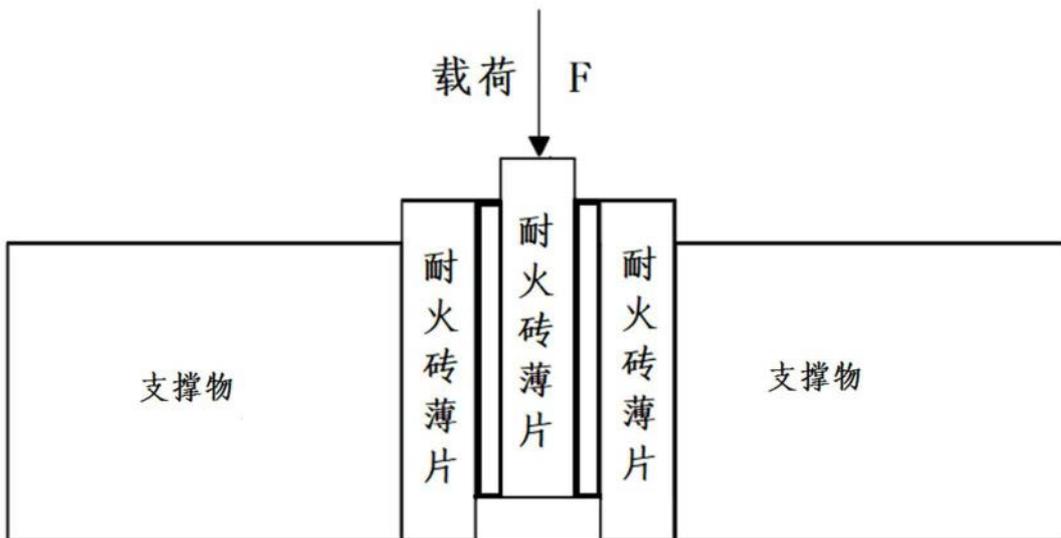


图2