(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109341353 A
(43)申请公布日 2019.02.15

(21)申请号 201811140926.5

(22)申请日 2018.09.28

(71)申请人 武汉钢铁有限公司
地址 430083 湖北省武汉市青山区厂前2号门内

(72)发明人 杜贤武 宋中华 丁翠娇 曹炳雷 雷廷 刘刚锋 杨超

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102
代理人 钟锋

(51)Int.Cl.
F27D 1/10(2006.01)

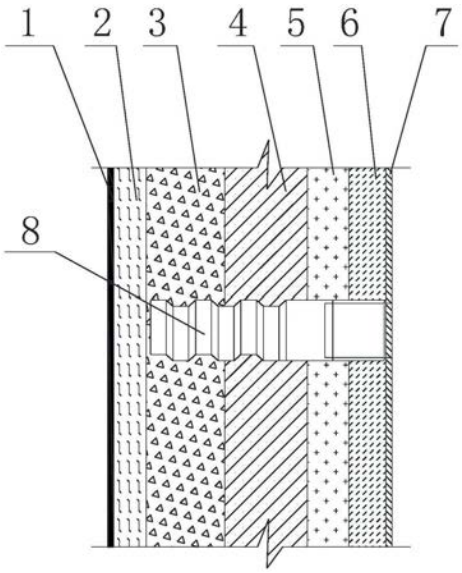
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

热轧加热炉低散热炉衬结构

(57)摘要

本发明公开了一种热轧加热炉低散热炉衬结构，包括从炉壁内表面向外依次紧密结合排列的红外辐射涂层、高温多晶耐火纤维贴面块层、含中空球的耐火可塑料层、轻质耐火隔热砖层、保温硅钙板层、纳米复合绝热板以及防护钢外壳。本发明提出的热轧加热炉低散热炉衬结构，可有效降低加热炉的炉墙散热损失和外表面温度。



CN 109341353 A

1.一种热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，包括从炉壁内表面向外依次紧密结合排列的红外辐射涂层、高温多晶耐火纤维贴面块层、含中空球的耐火可塑料层、轻质耐火隔热砖层、保温硅钙板层、纳米复合绝热板以及防护钢外壳。

2.如权利要求1所述的热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，所述含中空球的耐火可塑料层、轻质耐火隔热砖层、保温硅钙板层和纳米复合绝热板构成复合隔热结构体，复合隔热结构体内垂直设置有锚固砖，该锚固砖与防护钢外壳连接固定。

3.如权利要求1所述的热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，所述红外辐射涂层的厚度为2~10 mm；所述高温多晶耐火纤维贴面块层的厚度为40~60 mm；所述含中空球的耐火可塑料层的厚度为160~300 mm；所述轻质耐火隔热砖层的厚度为110~240 mm；所述保温硅钙板层的厚度为40~60 mm；所述纳米复合绝热板的厚度为10~30 mm。

4.如权利要求1所述的热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，所述轻质耐火隔热砖层为砖砌结构，其隔热耐火砖的体积密度为0.6~0.8 g/cm^3。

5.如权利要求1所述的热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，所述红外辐射涂层为铝硅系多孔陶瓷制成，2.5~20μm光谱范围内红外发射率≥ 0.92，气孔率为45%~55%，900 °C时其导热系数≤ 0.32 W/m·K。

6.如权利要求1所述的热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，所述高温多晶耐火纤维贴面块层为含锆多晶莫来石纤维制成，使用温度≥1350 °C，1400°C热处理6小时的线变化率< 1%。

7.如权利要求1所述的热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，所述含中空球的耐火可塑料层的使用温度≥1400 °C，在1300°C热处理3小时后的耐压强度≥ 40 MPa，1000 °C时其导热系数≤ 0.8 W/m·K 。

8.如权利要求1所述的热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，所述纳米复合绝热板由疏水型非晶纳米SiO2颗粒和无机纤维构成，使用温度≤ 750 °C，300 °C时其导热系数≤ 0.036 W/m·K。

9.如权利要求1至8中任意一项所述的热轧加热炉低散热炉衬结构，其特征在于，所述保温硅钙板层为硬硅钙石型，使用温度≤ 1000 °C。

热轧加热炉低散热炉衬结构

技术领域

[0001] 本发明涉及步进式加热炉结构技术领域，尤其涉及一种热轧加热炉低散热炉衬结构。

背景技术

[0002] 步进式加热炉是热轧工序中的重要设备，其作用是加热钢坯，使其软化，易于后续轧制。它是热轧工序中最大的能耗主体，其能耗占轧钢生产能耗的65%左右。随着国家对钢铁行业结构的不断调整深化以及工业节能减排标准的日益提高，进一步降低加热炉的能耗成为各企业势在必行之路，甚至关乎企业存亡，对钢铁企业的发展具有重要意义。

[0003] 根据国家标准GB/T 15319-1994《火焰加热炉节能监测方法》中对炉体外表面最高温度要求：炉墙温度不大于100 °C，炉顶不大于120 °C，然而目前实际生产中国内各大热轧加热炉的炉墙外表面温度普遍高于这一标准，炉墙的实际散热损失占整个热损失的10%以上，远超过炉墙理论3~5%的散热损失。究其原因，除了有耐火材料性能与砌筑质量方面的原因，还有炉墙结构设计原因。

目前热轧加热炉炉墙普遍由耐火材料炉衬和防护钢板组成，其中耐火材料炉衬从炉膛外向内依次由绝热层、隔热层和工作层组成的复合结构，而绝热层一般采用陶瓷纤维毯或板，隔热层采用轻质粘土砖或轻质高铝砖砌筑，工作层采用低水泥或粘土等重质耐火浇注料制备。但是实际应用中，在高温及气流长期作用下，浇注料层因材料性能下降而引起导热系数大幅增加或因热应力过大而产生热裂纹，高温炉气穿透浇注料层裂纹和隔热层轻质耐火砖缝直抵绝热层，引起陶瓷纤维的收缩和粉化，致使绝热层功能丧失，从而导致炉墙外表面显著超温。

[0004] 针对上述普遍存在的加热炉炉墙散热损失和外表面温度偏高的问题，中国专利申请号2009200262.5公开了一种炉墙整体结构，主要由防护钢板、耐火纤维层、高强轻质保温浇注料层与低水泥浇注料层构成，耐火纤维层与低水泥浇注料层之间设置有高强轻质保温浇注料层，与常规加热炉炉墙结构相比，通过高强轻质保温浇注料提高炉墙的保温隔热性能与气密性，达到降低炉墙外表面温度、遏制炉墙耐火材料裂纹串气的目的。然而，根据常规轻质耐火浇注料的一般理化性能报道，浇注料开口气孔率高、高温易收缩，难以阻断炉墙高温炉气贯穿通道，因而高温炉气贯穿炉衬引起的陶瓷纤维高温结晶收缩与粉化问题仍不能避免。

[0005] 中国专利申请号201520503092.5公开了一种轻质高强加热炉耐火材料炉衬结构，炉衬结构从炉壁内表面向外依次紧密结合排列布置有辐射隔热层、耐火浇注料层和轻质耐火隔热层，但浇注料层仍然为轻质浇注料，开口气孔较多，难以阻断炉墙高温炉气贯穿通道，而且没有绝热层保护，一旦贯穿隔热衬，则直接与钢板接触，会造成炉墙外表面显著超温以及炉墙护炉钢板变形。

[0006] 可见，针对热轧加热炉的炉墙保温隔热方面，国内外做了大量研究，但仍未在实际生产中达到炉墙规范设计要求，因此有必要进一步开展热轧加热炉炉墙结构优化研究，以

期找到一种更合适的加热炉炉墙结构组合方式，降低加热炉的炉墙散热损失和外表面温度，从而满足炉墙散热国家标准。

发明内容

[0007] 本发明的主要目的在于提供一种热轧加热炉低散热炉衬结构，旨在降低加热炉的炉墙散热损失和外表面温度。

[0008] 为实现上述目的，本发明提供一种热轧加热炉低散热炉衬结构，包括从炉壁内表面向外依次紧密结合排列的红外辐射涂层、高温多晶耐火纤维贴面块层、含中空球的耐火可塑料层、轻质耐火隔热砖层、保温硅钙板层、纳米复合绝热板以及防护钢外壳。

[0009] 优选地，所述含中空球的耐火可塑料层、轻质耐火隔热砖层、保温硅钙板层和纳米复合绝热板构成复合隔热结构体，复合隔热结构体内垂直设置有锚固砖，该锚固砖与防护钢外壳连接固定。

[0010] 优选地，所述红外辐射涂层的厚度为2~10 mm；所述高温多晶耐火纤维贴面块层的厚度为40~60 mm；所述含中空球的耐火可塑料层的厚度为160~300 mm；所述轻质耐火隔热砖层的厚度为110~240 mm；所述保温硅钙板层的厚度为40~60 mm；所述纳米复合绝热板的厚度为10~30 mm。

[0011] 优选地，所述轻质耐火隔热砖层为砖砌结构，其隔热耐火砖的体积密度为0.6~0.8 g/cm^3。

[0012] 优选地，所述红外辐射涂层为铝硅系多孔陶瓷制成，2.5~20μm光谱范围内红外发射率≥ 0.92，气孔率为45%~55%，900 °C时其导热系数≤ 0.32 W/m·K。

[0013] 优选地，所述高温多晶耐火纤维贴面块层为含锆多晶莫来石纤维制成，使用温度≥1350 °C，1400°C热处理6小时的线变化率< 1%。

[0014] 优选地，所述含中空球的耐火可塑料层的使用温度≥1400 °C，在1300°C热处理3小时后的耐压强度≥ 40 MPa，1000 °C时其导热系数≤ 0.8 W/m·K 。

[0015] 优选地，所述纳米复合绝热板由疏水型非晶纳米SiO2颗粒和无机纤维构成，使用温度≤ 750 °C，300 °C时其导热系数≤ 0.036 W/m·K。

[0016] 优选地，所述保温硅钙板层为硬硅钙石型，使用温度≤ 1000 °C。

[0017] 本发明提出的热轧加热炉低散热炉衬结构，具有以下有益效果。

[0018] (1)本发明通过由内向外依次排列的红外辐射涂层、高温多晶耐火纤维贴面块层、含中空球的耐火可塑料层、轻质耐火隔热砖层、保温硅钙板层、纳米复合绝热板紧密结合构成的耐火材料复合结构炉衬及其与防护钢外壳间的锚固砖连接固定，提高了炉衬的结构稳定性和整体性，改善了炉衬的综合使用性能。

[0019] (2)与常规炉衬将耐火纤维置于隔热层后不同，本发明将耐高温含锆多晶纤维贴面块直接平铺贴于耐火可塑料层表面，用于工作热面，可显著提高隔热效果，降低可塑料层界面温度，改善耐火可塑料层的工作条件，延缓或抑制工作层的高温破损和裂纹扩展，同时纤维贴块层修补方便灵活，减少了施工周期和维护成本。

[0020] (3)本发明通过低导热红外辐射多孔陶瓷涂层的采用，不仅提高了炉衬内壁的黑度，强化了炉内辐射传热，而且可以对纤维层起到防护作用，强化纤维性能，提高纤维层的抗高温以及抗炉气冲刷和腐蚀能力，抑制纤维收缩，延长纤维层的使用寿命。

[0021] (4)本发明采用含中空球的耐火可塑料，整体捣打而成，气密性好，具有较低的导热系数，可增大炉衬的综合热阻，提高其隔热性能，同时中空球的加入可改善可塑料的抗热震性与抗裂纹扩展能力，抑制结构中裂纹缝隙的产生与扩张，提高了炉衬的气密性。

[0022] (5)本发明在绝热层中引入了具有超低热导率的纳米复合绝热版，抵抗大温差梯度热应力能力强，隔热效果显著，可大幅降低防护钢板内表面温度。

[0023] 通过上述综合措施的应用，使炉墙的隔热功能得到有效的分配，强化炉墙的辐射传热和隔热功能，降低炉墙表面温度与散热损失，提高炉墙的抗破损能力，从而达到降低加热炉能耗、延长炉衬使用寿命等综合目的。

附图说明

[0024] 图1为本发明热轧加热炉低散热炉衬结构优选实施例的结构示意图。

[0025] 图中，1-红外辐射涂层，2-高温多晶耐火纤维贴面块层，3-含中空球的耐火可塑料层，4-轻质耐火隔热砖层，5-保温硅钙板层，6-纳米复合绝热板，7-防护钢外壳，8-锚固砖。

[0026] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0027] 应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0028] 需要说明的是，在本发明的描述中，术语“横向”、“纵向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，并不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0029] 参照图1，本优选实施例中，一种热轧加热炉低散热炉衬结构，包括从炉壁内表面向外依次紧密结合排列的红外辐射涂层1、高温多晶耐火纤维贴面块层2、含中空球的耐火可塑料层3、轻质耐火隔热砖层4、保温硅钙板层5、纳米复合绝热板6以及防护钢外壳7。

[0030] 进一步地，含中空球的耐火可塑料层3、轻质耐火隔热砖层4、保温硅钙板层5和纳米复合绝热板6构成复合隔热结构体，复合隔热结构体内垂直设置有锚固砖8，该锚固砖8与防护钢外壳7连接固定。红外辐射涂层1和高温多晶耐火纤维贴面块层2作为工作层，复合隔热结构体即为隔热层，防护钢外壳7为外层。

[0031] 本实施例中，红外辐射涂层1的厚度为2~10 mm；高温多晶耐火纤维贴面块层2的厚度为40~60 mm；含中空球的耐火可塑料层3的厚度为160~300 mm；轻质耐火隔热砖层4的厚度为110~240 mm；保温硅钙板层5的厚度为40~60 mm；纳米复合绝热板6的厚度为10~30 mm。

[0032] 轻质耐火隔热砖层4为砖砌结构，其隔热耐火砖的体积密度为0.6~0.8 g/cm^3。

[0033] 红外辐射涂层1为铝硅系多孔陶瓷制成，2.5~20μm光谱范围内红外发射率≥0.92，气孔率为45%~55%，900 °C时其导热系数≤ 0.32 W/m·K。

[0034] 高温多晶耐火纤维贴面块层2为含锆多晶莫来石纤维制成，使用温度≥1350 °C(超过这个温度后其导热系数提高很多)，1400°C热处理6小时的线变化率< 1%。

[0035] 含中空球的耐火可塑料层3的使用温度≥1400 °C，在1300°C热处理3小时后的耐压强度≥ 40 MPa，1000 °C时其导热系数≤ 0.8 W/m·K 。

[0036] 纳米复合绝热板6由疏水型非晶纳米SiO2颗粒和无机纤维构成，使用温度≤ 750 °C，300 °C时其导热系数≤ 0.036 W/m·K。

[0037] 保温硅钙板层5为硬硅钙石型，使用温度≤ 1000 °C。

[0038] 本发明提出一具体实施例，其从内向外依次排列为5mm厚度的红外辐射涂层1、50mm高温多晶耐火纤维贴面块层2、250mm含中空球的耐火可塑料层3、116mm轻质耐火隔热砖层4、50mm保温硅钙板层5、20mm纳米复合绝热板6以及防护钢外壳7，经传热计算，此时，炉衬外壁温度仅为70 °C，而在生产现场的实测温度也低于100°C。

[0039] 本发明提出的热轧加热炉低散热炉衬结构，具有以下有益效果。

[0040] (1)本发明通过由内向外依次排列的红外辐射涂层1、高温多晶耐火纤维贴面块层2、含中空球的耐火可塑料层3、轻质耐火隔热砖层4、保温硅钙板层5、纳米复合绝热板6紧密结合构成的耐火材料复合结构炉衬及其与防护钢外壳7间的锚固砖8连接固定，提高了炉衬的结构稳定性和整体性，改善了炉衬的综合使用性能。

[0041] (2)与常规炉衬将耐火纤维置于隔热层后不同，本发明将耐高温含锆多晶纤维贴面块直接平铺贴于耐火可塑料层表面，用于工作热面，可显著提高隔热效果，降低可塑料层界面温度，改善耐火可塑料层的工作条件，延缓或抑制工作层的高温破损和裂纹扩展，同时纤维贴块层修补方便灵活，减少了施工周期和维护成本。

[0042] (3)本发明通过低导热红外辐射多孔陶瓷涂层的采用，不仅提高了炉衬内壁的黑度，强化了炉内辐射传热，而且可以对纤维层起到防护作用，强化纤维性能，提高纤维层的抗高温以及抗炉气冲刷和腐蚀能力，抑制纤维收缩，延长纤维层的使用寿命。

[0043] (4)本发明采用含中空球的耐火可塑料，整体捣打而成，气密性好，具有较低的导热系数，可增大炉衬的综合热阻，提高其隔热性能，同时中空球的加入可改善可塑料的抗热震性与抗裂纹扩展能力，抑制结构中裂纹缝隙的产生与扩张，提高了炉衬的气密性。

[0044] (5)本发明在绝热层中引入了具有超低热导率的纳米复合绝热版，抵抗大温差梯度热应力能力强，隔热效果显著，可大幅降低防护钢板内表面温度。

[0045] 通过上述综合措施的应用，使炉墙的隔热功能得到有效的分配，强化炉墙的辐射传热和隔热功能，降低炉墙表面温度与散热损失，提高炉墙的抗破损能力，从而达到降低加热炉能耗、延长炉衬使用寿命等综合目的。

[0046] 以上仅为本发明的优选实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

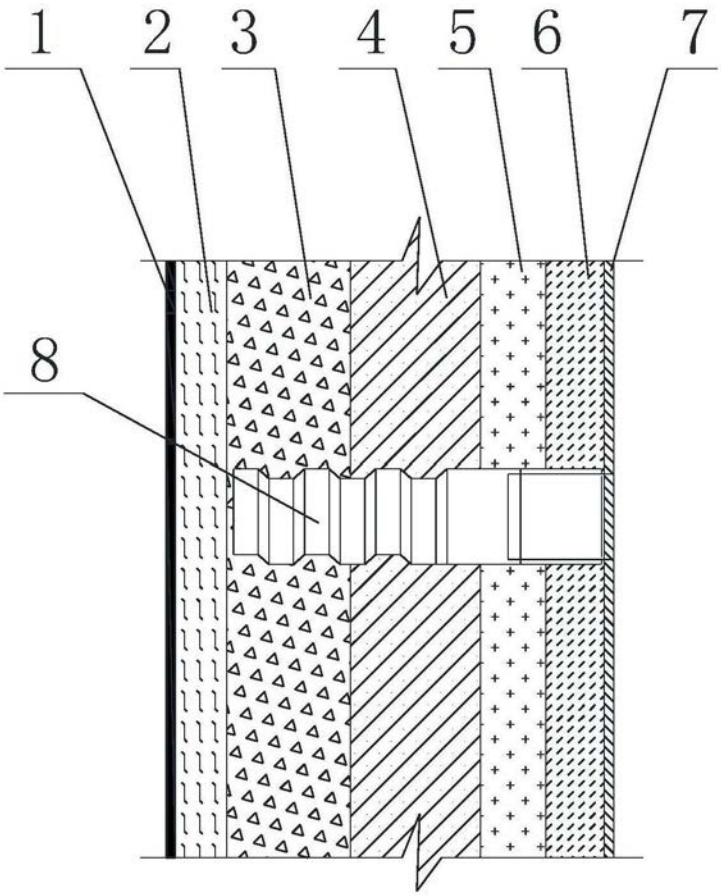


图1