



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111237784 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 18

(21) 申请号 202010167666.1

F23G 5/44 (2006.01)

(22) 申请日 2020.03.11

B01D 36/00 (2006.01)

B01D 35/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111237784 A

(56) 对比文件

CN 101544419 A, 2009.09.30

CN 102425787 A, 2012.04.25

CN 211781136 U, 2020.10.27

(43) 申请公布日 2020.06.05

(73) 专利权人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

审查员 施琼琼

(72) 发明人 王树众 李艳辉 崔成超 蒋卓航
赫文强 李建娜 王涛

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务
所 61215

专利代理师 段俊涛

(51) Int. Cl.

F23G 7/04 (2006.01)

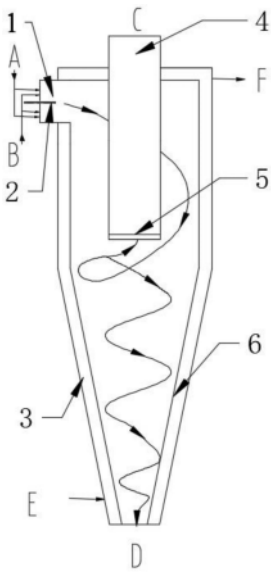
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种超临界水热燃烧装置及方法

(57) 摘要

一种超临界水热燃烧装置,包括作为燃烧腔室的装置主体,装置主体的上部侧面布置水热火焰发生器,所述水热火焰发生器上设有若干高压有机浆液喷嘴和若干高压氧化剂喷嘴,在各喷嘴出口处设置点火器,超临界热流体引导管从装置主体的顶面穿入装置主体内部,装置主体的底部开有渣浆出口,超临界热流体引导管的底部设置有残渣分离组件,水热火焰发生器燃烧产生的固相残渣与少部分液相产物从渣浆出口流出,剩余的液相产物经残渣分离组件过滤后进入超临界热流体引导管并从其顶部的超临界热流体出口中流出,完成固相液相产物粗分离过程。本发明实现了化石燃料(如煤炭)、城市/工业污泥等固相或含固燃料的快速着火、稳定清洁燃烧以及燃尽后渣流有效分离。



1. 一种超临界水热燃烧装置, 其特征在于, 包括作为燃烧腔室的装置主体 (6), 装置主体 (6) 的上部侧面布置水热火焰发生器 (1), 所述水热火焰发生器 (1) 上设有若干高压有机浆液喷嘴 (7) 和若干高压氧化剂喷嘴 (8), 在各喷嘴出口处设置点火器 (2), 超临界热流体引导管 (4) 从装置主体 (6) 的顶面穿入装置主体 (6) 内部, 装置主体 (6) 的底部开有渣浆出口 (D), 超临界热流体引导管 (4) 的底部设置有残渣分离组件 (5), 水热火焰发生器 (1) 燃烧产生的固相残渣与少部分液相产物从渣浆出口 (D) 流出, 剩余的液相产物经残渣分离组件 (5) 过滤后进入超临界热流体引导管 (4) 并从其顶部的超临界热流体出口 (C) 中流出, 完成固相液相产物粗分离过程; 其中, 所述水热火焰发生器 (1) 出口中心线向下倾斜, 倾斜角不小于 5° , 保证燃烬渣浆做旋转向下运动, 以利于在离心力及残渣分离组件 (5) 作用下, 燃烬渣浆与超临界热流体分离;

所述装置主体 (6) 下部为锥形结构, 其尺寸参数保证燃烧过程中残渣分离组件 (5) 能够浸入液相产物, 所述残渣分离组件 (5) 为微孔结构。

2. 根据权利要求1所述超临界水热燃烧装置, 其特征在于, 各所述高压有机浆液喷嘴 (7) 与高压有机浆液入口 (A) 接通, 各所述高压氧化剂喷嘴 (8) 与高压氧化剂入口 (B) 接通, 所述高压有机浆液入口 (A) 与高压氧化剂入口 (B) 处压力皆不低于 23MPa。

3. 根据权利要求1所述超临界水热燃烧装置, 其特征在于, 所述超临界热流体引导管 (4) 外侧与装置主体 (6) 内壁所围成空间与水热火焰尺寸匹配合适, 避免水热火焰冲刷壁面。

4. 根据权利要求1所述超临界水热燃烧装置, 其特征在于, 所述水热火焰发生器 (1) 的火焰射流沿切向进入装置主体 (6), 并以向下的旋流形式运动。

5. 根据权利要求1所述超临界水热燃烧装置, 其特征在于, 所述装置主体 (6) 外侧整体被高效冷却套 (3) 包裹, 所述高效冷却套 (3) 为夹套结构, 高效冷却套 (3) 上设有冷却剂进口 (E) 与冷却剂出口 (F), 冷却剂为水、空气或导热油。

6. 根据权利要求1所述超临界水热燃烧装置, 其特征在于, 所述装置主体 (6) 外侧整体被高效冷却套 (3) 包裹, 所述高效冷却套 (3) 为单层/多层螺旋通道结构, 高效冷却套 (3) 上设有冷却剂进口 (E) 与冷却剂出口 (F), 冷却剂为水、空气或导热油。

7. 基于权利要求1所述超临界水热燃烧装置的超临界水热燃烧方法, 其特征在于, 有机浆液和氧化剂分别经高压有机浆液喷嘴 (7) 和经高压氧化剂喷嘴 (8) 同时喷入水热火焰发生器 (1), 并在点火器 (2) 的作用下起燃, 形成火焰射流进入装置主体 (6) 与超临界热流体引导管 (4) 之间的环空中, 带有火焰的反应流以向下的旋流形式运动; 反应后的固相残渣在惯性的作用下, 贴装置主体 (6) 内壁从渣浆出口 (D) 中随部分液相产物流出, 而另外绝大部分液相产物经残渣分离组件 (5) 过滤后进入超临界热流体引导管 (4), 最后从超临界热流体出口 (C) 中流出, 完成整个水热燃烧过程和固相液相产物粗分离过程。

8. 根据权利要求7所述超临界水热燃烧方法, 其特征在于, 所述氧化剂为液氧、氧气或空气, 有机浆液为煤浆、城市污泥或油泥。

一种超临界水热燃烧装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于先进燃烧及节能环保技术领域,特别涉及一种超临界水热燃烧装置及方法。

背景技术

[0002] 超临界水是指温度和压力均高于其临界点($T_c=374.15^{\circ}\text{C}$, $P_c=22.12\text{MPa}$)的特殊状态的水。超临界水氧化技术是利用超临界水的低粘度、低介电常数、高扩散性等特殊性质,使完全溶解在其中的有机物与氧化剂发生快速、彻底的均相反应,有机物中的碳元素转化成二氧化碳,氯、硫、磷等元素转化成相应的无机盐,氮元素绝大多数转化成氮气,实现有机废物的高效无害化处理。超临界水氧化是一种绿色、高效、彻底的有机废物无害化处理处置技术,被誉为21世纪最有潜力的有机废物处理技术。超临界水燃烧技术是一种新型的国际前沿燃烧技术,可以被看作产生“水热火焰”的剧烈超临界水氧化技术,又被称作“水火相容”的燃烧技术。水热火焰区 1000°C 以上的局部高温能够实现化石燃料及污染物中有机质的快速氧化降解,同时释放丰富热量。

[0003] 当前,盐沉积、腐蚀问题一定程度上制约了超临界水氧化技术低成本可靠的工业化实施,其中高压 $300\sim 410^{\circ}\text{C}$ 高温区是超临界水氧化工艺系统中材料腐蚀敏感区、无机盐快速析出区,服役于该工况区的装备面临着较为严峻的腐蚀与盐沉积引发堵塞风险。若利用超临界水热火焰与较低温度物料($<300^{\circ}\text{C}$)混合实现后者的快速升温,或者直接实现较低物料的快速超临界水热火焰着火、燃烧,由此即可避开 $300\sim 410^{\circ}\text{C}$ 温度区装备腐蚀与盐沉积堵塞高发区。此外,在能源领域,常规燃煤发电系统和燃煤工业锅炉原理上是在以空气为氧化剂的气态环境下“一把火烧煤”,所产生的飞灰、硫氧化物、氮氧化物等工业污染物已经造成巨大的环境污染。煤等化石燃料的超临界水热燃烧是一种前景十分广阔的技术。该技术是一种不需要污染物末端控制就能实现煤的高效、清洁利用的新型燃烧技术。与煤的常规燃烧技术相比,煤的超临界水热燃烧技术不需脱硫、脱硝、除尘等末端装置即可实现污染物 NO_x 、 SO_x 、粉尘的源头控制,可以很容易的实现 CO_2 的低成本捕集,具有极其优越的环保性能。但是煤炭、污泥等固体燃料水热燃烧仍然会生成固相燃烬渣浆,若处置不当,会堵塞后续装置,影响整体的正常运行。因此,可以实现燃料快速着火、燃尽后渣流有效分离的水热燃烧装置是实现煤炭、污泥等固相或含固燃料的高效清洁燃烧的关键。

发明内容

[0004] 为了克服上述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种超临界水热燃烧装置及方法,以期实现化石燃料(如煤炭)、城市/工业污泥等固相或含固燃料的快速着火、稳定清洁燃烧以及燃尽后渣流有效分离,实现其化学能向热能高效、无污染转化。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:

[0006] 一种超临界水热燃烧装置,包括作为燃烧腔室的装置主体6,装置主体6的上部侧面布置水热火焰发生器1,所述水热火焰发生器1上设有若干高压有机浆液喷嘴7和若干高

压氧化剂喷嘴8,在各喷嘴出口处设置点火器2,超临界热流体引导管4从装置主体6的顶面穿入装置主体6内部,装置主体6的底部开有渣浆出口D,超临界热流体引导管4的底部设置有残渣分离组件5,水热火焰发生器1燃烧产生的固相残渣与少部分液相产物从渣浆出口D流出,剩余的液相产物经残渣分离组件5过滤后进入超临界热流体引导管4并从其顶部的超临界热流体出口C中流出,完成固相液相产物粗分离过程。

[0007] 所述装置主体6下部为锥形结构,其尺寸参数保证燃烧过程中残渣分离组件5能够浸入液相产物。

[0008] 各所述高压有机浆液喷嘴7与高压有机浆液入口A接通,各所述高压氧化剂喷嘴8与高压氧化剂入口B接通,所述高压有机浆液入口A与高压氧化剂入口B处压力皆不低于23MPa。

[0009] 所述点火器2包括但不限于加热棒,所述残渣分离组件5包括但不限于微孔结构。

[0010] 所述超临界热流体引导管4外侧与装置主体6内壁所围成空间与水热火焰尺寸匹配合适,避免水热火焰冲刷壁面。

[0011] 所述水热火焰发生器1出口中心线向下倾斜,倾斜角不小于 5° ,保证燃烬渣浆做旋转向下运动,以利于在离心力及残渣分离组件5作用下,燃烬渣浆与超临界热流体分离。

[0012] 出所述水热火焰发生器1的火焰射流沿切向进入装置主体6,并以向下的旋流形式运动。

[0013] 所述装置主体6外侧整体被高效冷却套3包裹,所述高效冷却套3为夹套结构或单层/多层螺旋通道结构,高效冷却套3上设有冷却剂进口E与冷却剂出口F,冷却剂为水、空气、导热油、有机浆液或氧化剂。

[0014] 本发明还提供了基于所述超临界水热燃烧装置的超临界水热燃烧方法,有机浆液和氧化剂分别经高压有机浆液喷嘴7和经高压氧化剂喷嘴8同时喷入水热火焰发生器1,并在点火器2的作用下起燃,形成火焰射流进入装置主体6与超临界热流体引导管4之间的环空中,带有火焰的反应流以向下的旋流形式运动;反应后的固相残渣在惯性的作用下,贴装置主体6内壁从渣浆出口D中随部分液相产物流出,而另外绝大部分液相产物经残渣分离组件5过滤后进入超临界热流体引导管4,最后从超临界热流体出口C中流出,完成整个水热燃烧过程和固相液相产物粗分离过程。

[0015] 所述氧化剂包括但不限于液氧、氧气或空气,有机浆液包括但不限于煤浆、城市污泥、油泥或石化残渣。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0017] 1.超临界热流体引导管的配置,利用含固相反应物因旋流运动而导致的反应器中心处几乎为液相这一优势,再加上残渣分离组件的配合作用,实现了含固相反应物充分水热燃烧过程中将液相产物(超临界水、二氧化碳与氮气及少量富余氧气)和固相产物残渣(含硫酸盐、硝酸/亚硝酸盐等)进行实时分离的功能。这同时也节省了后续的分离步骤,为后续处理创造了条件。

[0018] 2.水热火焰发生器和点火器上部侧面的布置方式,既保证了反应物入射时旋流向下的运动的产生,同时又最大化利用与超临界热流体引导管之间的空间,尽可能确保更长的火焰长度,实现了装置体积一定的条件下处理能力的最大化,充分释放和发挥水热燃烧的潜力,控制污染物 NO_x 、 SO_x 、粉尘的源头产生。

附图说明

[0019] 图1为本发明的主视示意图。

[0020] 图2为本发明的俯视示意图。

[0021] 其中:1.水热火焰发生器;2.点火器;3.高效冷却套;4.超临界热流体引导管;5.残渣分离组件;6.装置主体;7.高压有机浆液喷嘴;8.高压氧化剂喷嘴;A.高压有机浆液入口;B.高压氧化剂入口;C.超临界热流体出口;D.渣浆出口;E.冷却剂进口;F.冷却剂出口。

具体实施方式

[0022] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,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做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0023] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0024] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述:

[0025] 如图1和图2所示,一种超临界水热燃烧装置,主要包括水热火焰发生器1、点火器2、装置主体6以及超临界热流体引导管4。水热火焰发生器1布置于装置上部侧面,使其喷射方向为切向,点火器2可选择加热棒。超临界热流体引导管4位于装置主体6内部,由装置主体6的顶面中心处引出,超临界热流体引导管4外侧与装置主体6内壁所围成空间与水热火焰尺寸匹配合适,避免水热火焰发生器1出射的水热火焰冲刷壁面。

[0026] 超临界热流体引导管4底部设有残渣分离组件5,残渣分离组件5可选择微孔结构,例如平板微孔结构。超临界热流体引导管4顶部为超临界热流体出口C;装置主体6下部为锥形,底部设有渣浆出口D;装置主体6的尺寸参数保证燃烧过程中残渣分离组件5能够浸入液相产物。

[0027] 水热火焰发生器1上设有若干高压有机浆液喷嘴7与高压氧化剂喷嘴8,各高压有机浆液喷嘴7与高压有机浆液入口A接通,各高压氧化剂喷嘴8与高压氧化剂入口B接通,高压有机浆液入口A与高压氧化剂入口B处压力皆不低于23MPa,或者至少与装置主体6的尺寸参数配合,使得绝大部分液相产物能自下向上排出。

[0028] 装置主体6外侧整体被高效冷却套3包裹,高效冷却套3为夹套结构或单层/多层螺旋通道结构,高效冷却套3上设有冷却剂进口E与冷却剂出口F,冷却剂包括但不限于水、空气、导热油、有机浆液、氧化剂。

[0029] 其中,水热火焰发生器1出口中心线向下倾斜,且倾斜角不小于 5° ,可保证燃烬渣浆做旋转向下运动,从而有利于在离心力及残渣分离组件5作用下,燃烬渣浆与超临界热流

体分离。

[0030] 本发明中,氧化剂包括但不限于液氧、氧气、空气,有机浆液包括但不限于煤浆、城市污泥、油泥、石化残渣。

[0031] 以煤浆和空气为例,本发明的燃烧方法如下:

[0032] 有机浆液经高压有机浆液喷嘴7与氧化剂经高压氧化剂喷嘴8同时喷入水热火焰发生器1,并在点火器2的作用下起燃,形成火焰射流进入装置主体6与超临界热流体引导管4之间的环空中。如图1所示,由于水热火焰发生器1出口中心线向下倾斜,带有火焰的反应流随即以向下的旋流形式运动。该过程中,反应后的固相残渣在惯性的作用下,贴装置主体6内壁从渣浆出口D中随部分液相产物流出,而另外绝大部分液相产物经残渣分离组件5过滤后进入超临界热流体引导管4,最后从超临界热流体出口C中流出,完成整个水热燃烧过程和固相液相产物粗分离过程。除此之外,整个装置的启动以及运行过程均维持冷却夹套运行,冷却剂从冷却剂进口E进入,再从冷却剂出口F流出,达到保护装置主体6的目的。

[0033] 综上所述,将该一种超临界水热燃烧装置及方法用于煤炭、污泥等固相或含固燃料的燃烧,能够实现污染物 NO_x 、 SO_x 、粉尘的源头控制,可以很容易的实现 CO_2 的低成本捕集,具有极其优越的环保性能。

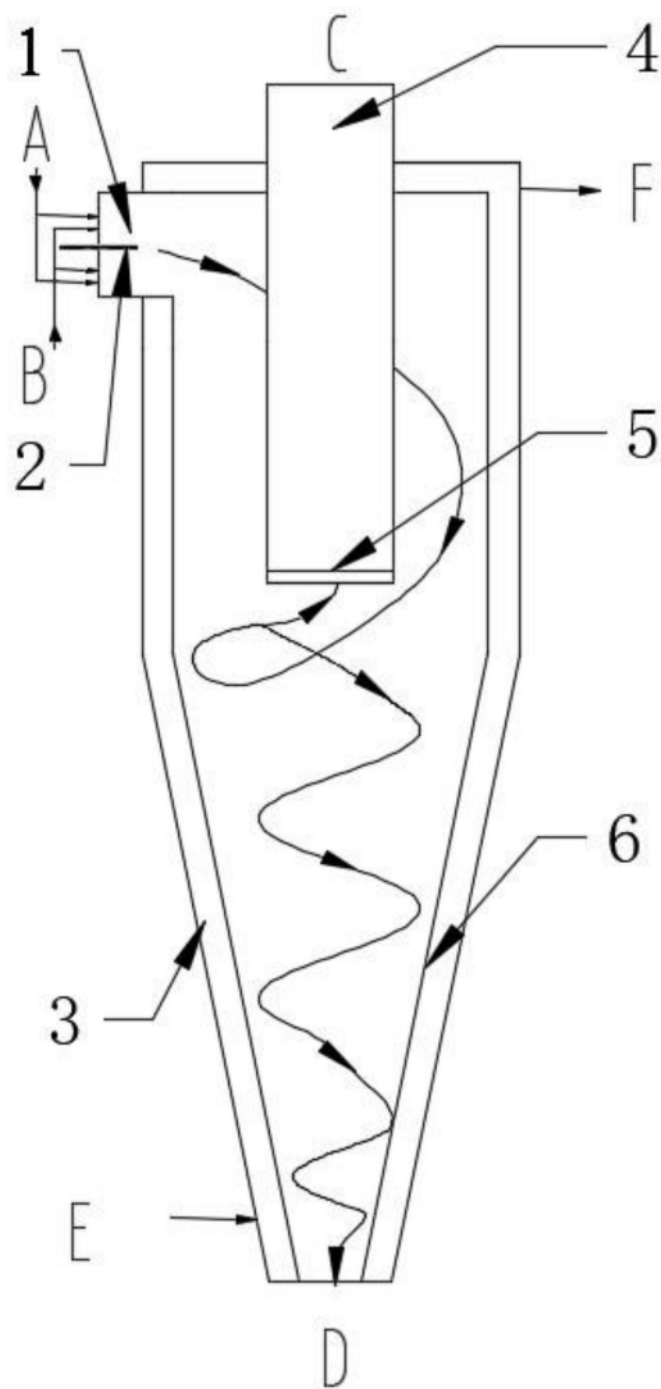


图1

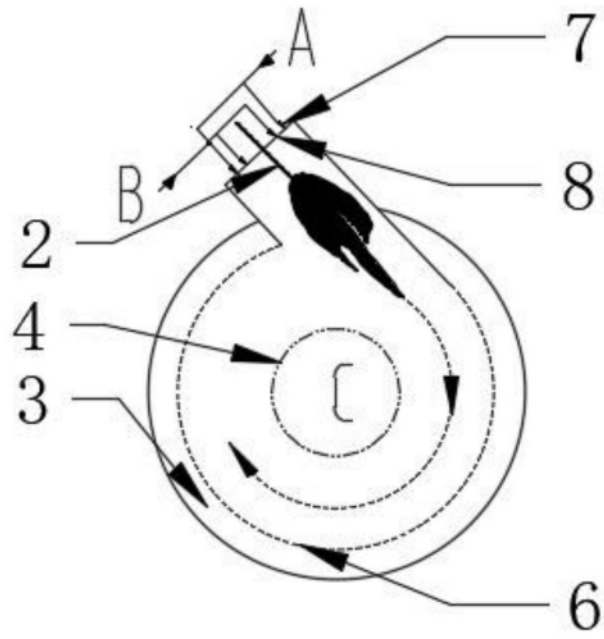


图2