



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107880940 B

(45) 授权公告日 2023. 07. 14

(21) 申请号 201610871359.5

C10J 3/72 (2006.01)

(22) 申请日 2016.09.30

C10J 3/56 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 冷三华

申请公布号 CN 107880940 A

(43) 申请公布日 2018.04.06

(73) 专利权人 中国科学院工程热物理研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路11号

(72) 发明人 吕清刚 朱治平 王小芳 那永洁 高鸣

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

专利代理师 李娜娜

(51) Int. Cl.

C10J 3/48 (2006.01)

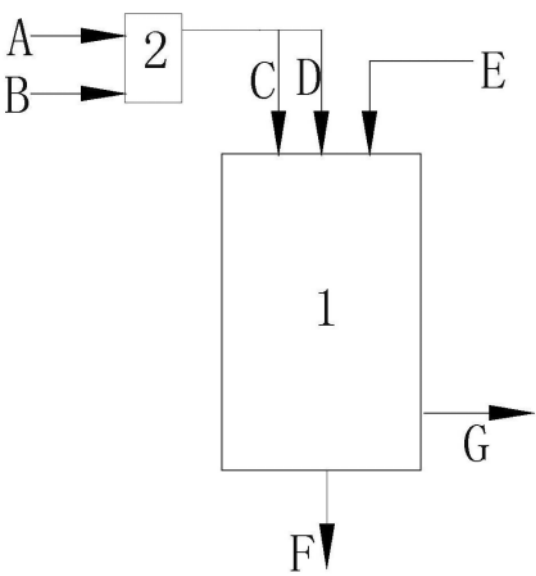
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

预热式气化方法及装置

(57) 摘要

本发明提供一种预热式气化方法,包括如下步骤:a)将燃料(A)与第一气化剂(B)通入前置预热室(2)进行预热,生成还原性烟气(C)和预热燃料(D);b)将第二气化剂(E)、预热燃料(D)、还原性烟气(C)通入气流床气化炉(1),三者发生气化反应生成粗煤气(G)和底渣(F);和c)收集粗煤气(G),并且将底渣(F)排出气流床气化炉(1)。本发明还提供一种预热式气化装置。通过本发明的预热式气化方法和装置,解决了烧嘴寿命短和需要定期更换的问题,并且煤种适应性广、煤制备简单、气化效率高、碳转化率高,且无需使用纯氧。



1. 一种预热式气化方法,其特征在于,所述预热式气化方法包括如下步骤:

a) 将燃料(A)与第一气化剂(B)通入前置预热室(2),燃料(A)部分燃烧实现预热,生成还原性烟气(C)和预热燃料(D);

b) 将第二气化剂(E)、预热燃料(D)、还原性烟气(C)通入气流床气化炉(1),三者发生气化反应生成粗煤气(G)和底渣(F);和

c) 收集粗煤气(G),并且将底渣(F)排出气流床气化炉(1),

其中,所述前置预热室(2)为循环流化床反应器,所述前置预热室(2)没有底渣排出;

其中,第一气化剂与燃料的比例为折合至氧气量/燃料燃烧理论氧气量小于0.2;

所述燃料(A)为粒径为0~2mm的煤;

所述第二气化剂(E)是空气、富氧空气或纯氧,或者前述三者之一与水蒸汽的组合。

2. 根据权利要求1所述的预热式气化方法,其特征在于:所述预热为燃料(A)与第一气化剂(B)发生部分燃烧反应,通过燃烧放热对燃料进行预热。

3. 根据权利要求1所述的预热式气化方法,其特征在于:所述预热式气化方法不使用烧嘴。

4. 根据权利要求1所述的预热式气化方法,其特征在于:在步骤a)中生成的还原性烟气(C)和预热燃料(D)全部进入气流床气化炉(1)。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的预热式气化方法,其特征在于:还原性烟气(C)和预热燃料(D)的温度为800~1300℃。

6. 根据权利要求1-4中任一项所述的预热式气化方法,其特征在于:所述第一气化剂(B)是空气、富氧空气或纯氧,或者前述三者之一与水蒸汽的组合。

7. 根据权利要求6所述的预热式气化方法,其特征在于:通入前置预热室(2)的第一气化剂(B)为常温或已被预热至300℃~1200℃;和/或

通入气流床气化炉(1)的第二气化剂(E)为常温或已被预热至300℃~1200℃。

8. 根据权利要求7中所述的预热式气化方法,其特征在于:第一气化剂(B)已被预热到600℃;和/或第二气化剂(E)已被预热到600℃。

9. 一种使用权利要求1中限定的预热式气化方法的预热式气化装置,其特征在于,所述预热式气化装置包括前置预热室(2)和气流床气化炉(1),其中,所述前置预热室(2)设置有燃料入口和第一气化剂入口,以及预热后气固混合物出口,所述前置预热室(2)被配置为使通入的燃料(A)和第一气化剂(B)发生部分燃烧反应,对燃料进行预热,生成还原性烟气(C)和预热燃料(D),并将生成的还原性烟气(C)和预热燃料(D)通过预热后气固混合物出口排出;在所述气流床气化炉(1)设置有还原性烟气(C)和预热燃料(D)入口、第二气化剂入口、粗煤气出口和底渣出口,所述气流床气化炉(1)被配置为使通过还原性烟气(C)和预热燃料(D)入口通入的还原性烟气(C)和预热燃料(D)与通过第二气化剂入口通入的第二气化剂(E)发生气化反应,生成粗煤气(G)和底渣(F),并将粗煤气(G)从粗煤气出口排出,将底渣(F)从底渣出口排出,

其中,所述前置预热室(2)为循环流化床反应器,所述前置预热室(2)没有底渣排出,

其中,所述循环流化床反应器包括预热炉膛、分离器和返料器,所述分离器设置有烟气出口,所述分离器的烟气出口与气化炉炉膛的还原性烟气和预热燃料入口连通,其中在前置预热室(2)中不设置底渣出口。

10. 根据权利要求9所述的预热式气化装置,其特征在于:所述预热式气化装置不具有烧嘴。

预热式气化方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于含碳原料气化工工艺领域,涉及一种含碳原料的气化方法及装置,特别地涉及一种气流床气化方法及采用该方法的装置。

背景技术

[0002] 在用于生产合成气或者说气化气的方法中,含碳原料在反应器中部分地被氧化。以煤炭为例,煤气化技术作为一种高效清洁的洁净煤技术是将煤炭等固态一次能源转化为气态清洁二次能源,该技术主要应用于合成氨、合成甲醇、制氢、高炉还原炼铁化工冶金行业、联合循环发电装置以及工业和民用燃气等领域中。

[0003] 按固体燃料的运动状态分类,现代煤气化工艺主要包括移动床(又称固定床)气化法、气流床气化法和流化床气化法。其中,气流床煤气化炉反应温度高,并且可以采用液态排渣,气化强度高、生产能力大、碳转化率高,已成为现在煤气化技术的主要发展方向之一。

[0004] 然而,气流床气化炉存在如下问题:(1)烧嘴结构复杂,寿命一般只有三个月到半年,必须定期更换,严重影响运行经济性,寿命较长的烧嘴则价格十分昂贵;(2)气流床气化炉在煤种适应性上受到煤的灰分、水分、反应活性等因素的制约;(3)为了获得较高的反应速率和碳转化率,入炉煤粉粒度要求70%以上小于200目,煤粉制备成本较高,且该粒度要求限制了褐煤、高灰煤的使用;(4)为维持炉内的高反应温度,常采用纯氧做氧化剂,氧耗高,影响经济性。针对上述问题,现有技术试图通过改善烧嘴性能来提高烧嘴寿命,然而,改善烧嘴性能并不能从根本上解决气流床气化炉存在的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的缺陷,提供一种不受制于烧嘴寿命和定期更换问题的预热式气化方法和预热式气化装置。

[0006] 本发明的另一个目的在于提供一种煤种适应性广、原料煤制备简单、气化效率高、碳转化率高、且无需使用纯氧的气化技术。

[0007] 为达到上述目的或目的之一,本发明的技术解决方案如下:

[0008] 根据本发明的一个方面的实施例,提出了一种预热式气化方法,所述预热式气化方法包括如下步骤:

[0009] a) 将燃料与第一气化剂通入前置预热室,对燃料进行预热,生成还原性烟气和预热燃料;

[0010] b) 将第二气化剂、预热燃料、还原性烟气通入气流床气化炉,三者发生气化反应生成粗煤气和底渣;和

[0011] c) 收集粗煤气,并且将底渣排出气流床气化炉。

[0012] 根据本发明的一个优选实施例,所述预热为燃料与第一气化剂发生部分燃烧反应,通过燃烧放热对燃料进行预热。

[0013] 根据本发明的一个优选实施例,所述预热式气化方法不使用烧嘴。

[0014] 根据本发明的一个优选实施例,所述前置预热室为循环流化床反应器。

[0015] 根据本发明的一个优选实施例,前置预热室没有底渣排出,在步骤a)中生成的还原性烟气和预热燃料全部进入气流床气化炉。

[0016] 根据本发明的一个优选实施例,还原性烟气和预热燃料的温度为800~1300℃。

[0017] 根据本发明的一个优选实施例,所述第一气化剂是空气、富氧空气或纯氧,或者前述三者之一与水蒸汽的组合;和/或

[0018] 所述第二气化剂是空气、富氧空气或纯氧,或者前述三者之一与水蒸汽的组合。

[0019] 根据本发明的一个优选实施例,通入前置预热室的第一气化剂为常温或已被预热至300℃~1200℃;和/或

[0020] 通入气流床气化炉的第二气化剂为常温或已被预热至300℃~1200℃。

[0021] 根据本发明的一个优选实施例,第一气化剂已被预热到600℃;和/或第二气化剂已被预热到600℃。

[0022] 根据本发明的一个优选实施例,所述燃料为粒径为0~2mm的煤。

[0023] 根据本发明的另一个方面的实施例,提出了一种预热式气化装置,所述预热式气化装置包括前置预热室和气流床气化炉,其中,所述前置预热室设置有燃料入口和第一气化剂入口,以及预热后气固混合物出口,所述前置预热室被配置为使通入的燃料和第一气化剂发生部分燃烧反应,对燃料进行预热,生成还原性烟气和预热燃料,并将生成的还原性烟气和预热燃料通过预热后气固混合物出口排出;在所述气流床气化炉设置有还原性烟气和预热燃料入口、第二气化剂入口、粗煤气出口和底渣出口,所述气流床气化炉被配置为使通过还原性烟气和预热燃料入口通入的还原性烟气和预热燃料与通过第二气化剂入口通入的第二气化剂发生气化反应,生成粗煤气和底渣,并将粗煤气从粗煤气出口排出,将底渣从底渣出口排出。

[0024] 根据本发明的一个优选实施例,所述预热式气化装置不具有烧嘴。

[0025] 根据本发明的一个优选实施例,所述前置预热室为循环流化床反应器。

[0026] 根据本发明的一个优选实施例,在前置预热室中不设置底渣出口。

[0027] 本发明在气流床气化炉前配备前置预热室,使粒径为0~2mm的碎煤在进入气化炉前先行预热。预热以后的燃料温度达到800~1300℃,可以实现不使用烧嘴、预热燃料与气化剂分别单独通入气化炉,也能快速形成高温区,完成高效的气化反应。

[0028] 煤颗粒在预热过程中完成挥发分析出和水分析出,颗粒内部孔隙增大,反应表面积增加的同时使气化剂容易扩散到这些反应表面,从而提高了煤的反应活性,解决了气流床气化炉对高灰分、高水分、低反应活性的煤种使用的限制。同时,高温下煤颗粒所释放的挥发分在颗粒中集聚,造成煤颗粒中产生较大的压力梯度,引起煤颗粒的破碎,使经过预热后进入气化炉的燃料颗粒粒径减小,从而降低整个气化系统对煤颗粒粒度的要求,大幅降低原料制备成本。

[0029] 优选的,采用煤在预热室中部分燃烧加热自身的预热方式,前置预热室中为高度缺氧反应,气化剂与煤的比例为折合至氧气量/燃料燃烧理论氧气量=0.1~0.3(该值由煤的活性、热值、预热温度等决定),煤在前置预热室中预热后的产物包括高温预热燃料和高温还原性烟气的预热燃料,其中,高温预热燃料含有大量未完全燃烧的碳,高温还原性烟气中含有CO、H₂、CH₄等。高温预热燃料随高温还原性烟气全部送入气流床气化炉,与通入气流

床气化炉的气化剂反应,获得粗煤气。其中,由于进入气流床气化炉的为高温预热燃料,因此可以使用预热以后的富氧空气而非纯氧作为气化炉气化剂来维持炉内的高反应温度,从而提高系统整体经济性。

[0030] 优选的,采用循环流化床反应器作为预热室,预热后的煤及部分燃烧产生的气体全部进入气流床气化炉,与采用流化床作为前置反应器相比,提高了进入气流床气化炉的碳浓度,有利于有效的气化反应在高温的气流床气化炉中进行;预热室无排渣,提高了整个系统的碳转化率及热效率。

附图说明

[0031] 图1为根据本发明的一个实施例的预热式气化方法的示意图;和

[0032] 图2为根据本发明的一个实施例的预热式气化装置的示意图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图详细描述本发明的示例性的实施例,其中相同或相似的标号表示相同或相似的元件。另外,在下面的详细描述中,为便于解释,阐述了许多具体的细节以提供对本披露实施例的全面理解。然而明显地,一个或多个实施例在没有这些具体细节的情况下也可以被实施。在其他情况下,公知的结构和装置以图示的方式体现以简化附图。

[0034] 根据本发明总体上的发明构思,提出了一种预热式气化方法,所述预热式气化方法包括如下步骤:a)将燃料与第一气化剂通入前置预热室进行预热,生成还原性烟气和预热燃料;b)将第二气化剂通入气流床气化炉,并且预热燃料在还原性烟气的携带下进入气流床气化炉并与通入的第二气化剂发生气化反应生成粗煤气和底渣;和c)收集粗煤气,并且将底渣排出气流床气化炉。

[0035] 图1为根据本发明的一个实施例的预热式气化方法的示意图,如图1所示,本发明的方法包括步骤:

[0036] a)将燃料(以煤为例)A与第一气化剂B通入前置预热室2进行预热,生成800~1300℃的还原性烟气C和预热燃料D;

[0037] b)预热燃料D在还原性烟气C的携带下进入气流床气化炉1,与通入气流床气化炉1的第二气化剂E在高温下发生气化反应;

[0038] c)气化反应生成粗煤气G被收集,底渣F排出炉膛。

[0039] 其中,第一气化剂B和第二气化剂E可以是以下成分或成分的组合:空气、空气+水蒸汽、富氧空气、富氧空气+水蒸汽、纯氧、纯氧+水蒸汽等。第二气化剂E的选择与第一气化剂B的成分、燃料灰熔点、预热后燃料温度、运行温度、气流床排渣方式等相关。

[0040] 其中,底渣F可以是液态渣或固态渣。

[0041] 优选地,所述步骤a)中的第一气化剂B的温度为常温或已被预热至300℃~1200℃。当第一气化剂B为纯氧时,直接以常温通入前置预热室,当第一气化剂B为空气或富氧空气以及氧化剂中含有水蒸汽时,可预热至300℃~1200℃,以更利于反应的进行。

[0042] 优选地,所述步骤a)中的预热为燃料部分燃烧放热,来预热自身;预热反应为高度缺氧反应,第一气化剂与燃料的比例为折合至氧气量/燃料燃烧理论氧气量小于0.2。

[0043] 优选地,所述步骤b)中的第二气化剂E的温度为常温或已被预热至300℃~1200

℃。当第二气化剂E为纯氧时,直接以常温通入前置预热室,当第二气化剂E为空气或富氧空气以及氧化剂中含有水蒸汽时,可预热至300℃~1200℃,以更利于反应的进行。

[0044] 本发明的实施例在气流床气化炉前配备前置预热室,使粒径为0~2mm的碎煤在进入气流床气化炉前先行预热。在预热室中,煤部分燃烧放热,燃料被加热至800~1300℃;预热后的煤及部分燃烧产生的气体全部进入气流床气化炉,预热室无排渣;同时,在高温下,煤颗粒完成破碎、挥发分析出和水分析出、颗粒内部孔隙增大的历程,粒径减小,反应活性提高;预热后的燃料中包含高温预热燃料和高温还原性烟气,高温预热燃料随高温还原性烟气全部送入气流床气化炉,与通入气流床气化炉的气化剂反应,获得粗煤气。其中,气化剂可以是预热以后的空气、富氧空气、纯氧或上述成分与水蒸汽的组合。

[0045] 本发明具有如下优点:

[0046] 1) 通过将煤预热后再行气化,形成了无需采用烧嘴的气流床气化技术,彻底解决了目前气流床气化技术烧嘴结构复杂,寿命短的技术难题。

[0047] 2) 煤颗粒在预热过程中完成活化,提高反应活性,解决了目前气流床气化存在的在高灰熔点、高灰分、高水分、低反应活性的煤种应用方面的限制。

[0048] 3) 粒径较大的煤颗粒在预热过程中完成热破碎,解决了气流床气化炉煤粉制备成本高的问题。

[0049] 4) 由于进入气流床气化炉的为高温预热燃料,因此可以使用预热以后的富氧空气而非纯氧作为气化炉气化剂来维持炉内的高反应温度,提高了系统的经济性。

[0050] 5) 煤预热后全部进入气化炉参与反应,提高了碳转化率及煤气效率。

[0051] 本发明的煤气化方法不仅可用于原煤的气化,也可用于生物质、垃圾等碳基燃料的气化过程。

[0052] 另一方面,根据本发明总体上的发明构思,还提出了一种预热式气化装置,所述预热式气化装置包括前置预热室和气流床气化炉,其中,所述前置预热室设置有燃料入口和第一气化剂入口,以及预热后气固混合物出口。所述前置预热室被配置为使通入的燃料和第一气化剂发生部分燃烧反应,对燃料进行预热,生成还原性烟气和预热燃料,并将生成的还原性烟气和预热燃料通过预热后气固混合物出口排出;在所述气流床气化炉设置有还原性烟气和预热燃料入口、第二气化剂入口、粗煤气出口和底渣出口,所述气流床气化炉被配置为使通过还原性烟气和预热燃料入口通入的还原性烟气和预热燃料与通过第二气化剂入口通入的第二气化剂发生气化反应,生成粗煤气和底渣,并将粗煤气从粗煤气出口排出,将底渣从底渣出口排出。

[0053] 图2为根据本发明的一个实施例的预热式气化装置的示意图,如图2所示,所述预热式气化装置包括前置预热室2和气流床气化炉1,其中,前置预热室2设置有燃料入口和第一气化剂入口,以及预热后气固混合物出口。所述前置预热室2被配置为使通入的燃料A和第一气化剂B发生部分燃烧反应,对燃料进行预热,生成还原性烟气C和预热燃料D,并将生成的还原性烟气C和预热燃料D通过预热后气固混合物出口排出;在所述气流床气化炉1设置有还原性烟气C和预热燃料D入口、第二气化剂入口、粗煤气出口和底渣出口,所述气流床气化炉1被配置为使通过还原性烟气C和预热燃料D入口通入的还原性烟气C和预热燃料D与通过第二气化剂入口通入的第二气化剂E发生气化反应,生成粗煤气G和底渣F,并将粗煤气G从粗煤气出口排出,将底渣F从底渣出口排出。

[0054] 根据该实施例的预热式气化装置,燃料(以煤为例)A与第一气化剂B在其中反应生成800~1300℃的高温还原性烟气C和高温预热燃料D,气流床气化炉1用于将高温还原性烟气C、高温预热燃料D与第二气化剂E进行气流床气化反应,得到最终产物。

[0055] 如图2所示,在所述预热式气化装置中不具有烧嘴,以克服现有技术中烧嘴寿命短、造价高的缺陷;优选地,所述前置预热室2为循环流化床反应器,并且在前置预热室2中不设置底渣出口。可选地,所述气流床气化炉1可以为液态排渣气流床气化炉,也可以为固态排渣气流床气化炉。所述前置预热室2可以为一个或多个,本发明不对前置预热室的数量加以限制。

[0056] 如图2所示,本实施例的预热式气化装置为循环流化床预热室,所述前置预热室2包括预热炉膛20、分离器21和返料器22,在所述预热炉膛20上设置有燃料入口、第一气化剂入口和混合物出口,在所述分离器21上设置有混合物进口、固体循环物料出口和烟气出口,所述烟气出口为前置预热室2的预热后气固混合物出口,在所述返料器22上设置有返料器进口和返料器出口,在所述预热炉膛20上还设置有返料口,预热炉膛20的混合物出口与分离器21的混合物进口连通,分离器21的固体循环物料出口与返料器22的返料器进口连通,返料器22的返料器出口与预热炉膛20的返料口连通,分离器21的烟气出口与气化炉炉膛10的还原性烟气和预热燃料入口连通。

[0057] 进一步地,所述气流床气化炉1还可以包括水冷渣池11,在水冷渣池11上设置有底渣入口、激冷水入口、排渣口和冷却水出口,气化炉炉膛10的底渣出口与水冷渣池11的底渣入口连通,激冷水入口设置在底渣入口附近。

[0058] 根据一个实施例,在预热式气化装置的工作过程中,燃料A(以下以煤为例)由燃料入口加入循环流化床反应器(前置预热室2)的预热炉膛20中,预热到600℃的由富氧空气+水蒸汽构成的第一气化剂B由第一气化剂入口进入预热炉膛20,第一气化剂B与煤的比例为折合至氧气量/燃料燃烧理论氧气量=0.17。二者在预热炉膛20内完成预热反应,生成的1000℃高温还原性烟气C携带全部未完全反应的小颗粒碳和灰经过分离器21后,其中较大颗粒的未完全反应的碳和灰被分离器21分离,经返料器22返回预热炉膛20,形成主循环回路物料循环;其余未完全反应的较小颗粒碳和灰作为高温预热燃料D被高温还原性烟气C携带,全部进入气流床气化炉的气化炉炉膛10,与通入气化炉炉膛的预热到600℃的富氧空气构成的第二气化剂E发生高温气化反应,生成富含CO和H₂的粗煤气G以及液态的底渣F,粗煤气G离开气化炉进行净化及显热回收,底渣F通过激冷水H激冷,排入水冷渣池11,经过水冷渣池后形成固态底渣K排出。

[0059] 本发明的预热式气化方法和装置无需采用烧嘴,彻底解决了目前气流床气化技术烧嘴结构复杂、寿命短、造价高的技术难题;解决了高灰熔点、高灰分、高水分、低反应活性的煤种适应性问题;解决了煤粉制备成本高的问题;气化剂不需要使用纯氧,提高了经济性;煤预热后全部进入气化炉参与反应,提高了碳转化率及煤气效率。

[0060] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行变化。本发明的适用范围由所附权利要求及其等同物限定。

[0061] 附图标记列表:

[0062] A 燃料(煤) B 第一气化剂 C 还原性烟气

[0063]	D	预热燃料	E	第二气化剂	F	底渣
[0064]	G	粗煤气	H	激冷水	K	固态底渣
[0065]	1	气流床气化炉	2	前置预热室	10	气化炉炉膛
[0066]	11	水冷渣池	20	预热炉膛	21	分离器
[0067]	22	返料器				

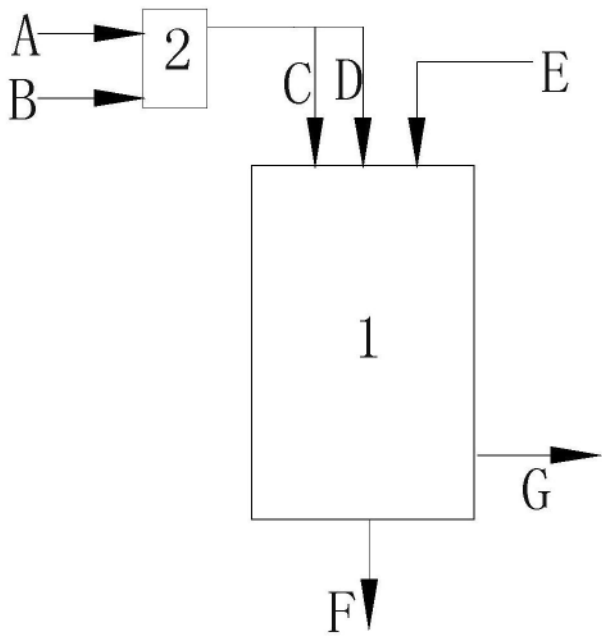


图1

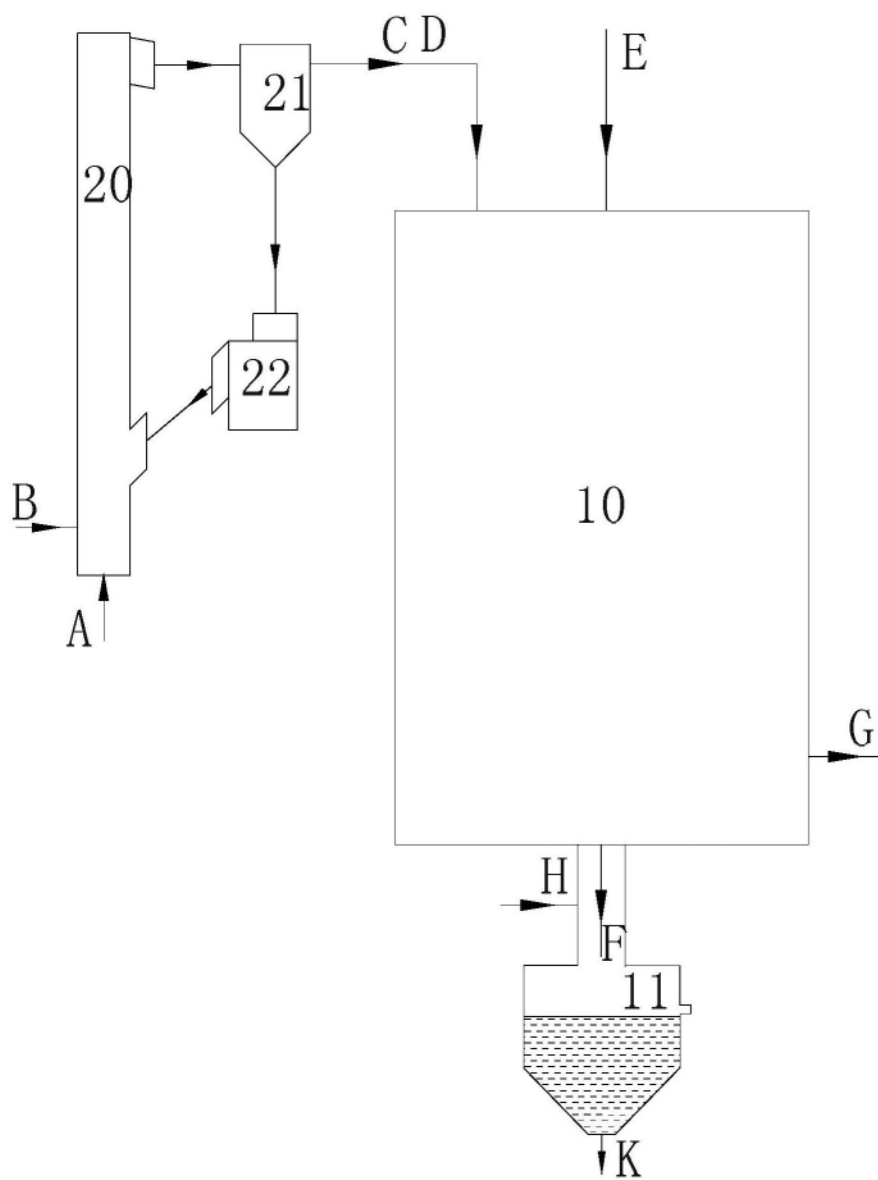


图2