



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 217441641 U

(45) 授权公告日 2022. 09. 16

(21) 申请号 202221059762.5

(22) 申请日 2022.05.05

(73) 专利权人 东方电气集团东方锅炉股份有限公司  
地址 643001 四川省自贡市自流井区五星街黄桷坪路150号整楼

(72) 发明人 许钊俊 张文杰 邓启刚 黄敏 陈军伟 鲁佳易 黄波 苏虎 李元 莫春鸿 巩李明 何维 聂立

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214  
专利代理师 陈法君

F23G 5/44 (2006.01)

F23G 5/46 (2006.01)

B01D 53/50 (2006.01)

B01D 53/56 (2006.01)

B01D 53/75 (2006.01)

B01D 53/76 (2006.01)

B01D 53/83 (2006.01)

B01D 53/86 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(51) Int. Cl.  
F23G 5/00 (2006.01)

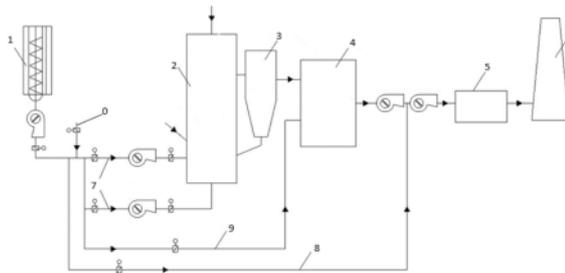
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

## (54) 实用新型名称

一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统

## (57) 摘要

本实用新型公开了一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统,包括:烟气发生装置、燃烧室、分离器、余热回收单元、烟气净化单元和烟囱;烟气发生装置的高温烟气依次通过燃烧室、分离器和余热回收单元;高温烟气在燃烧室中完成炉内脱硫、CO燃烧以及二噁英的分解,在分离器中完成SNCR脱硝和粉尘分离,在余热回收单元中完成SCR脱硝;经余热回收单元降温后的烟气,送入烟气净化单元,进行脱除酸性气体、粉尘,经净化后满足排放标准的烟气通过烟道引至烟囱,排入大气。本实用新型系统利用流态化燃烧技术原始排放低、灵活性高的优势,结合废气氧含量高、污染物种类多的特点,以固废为燃料,以工业废气作为燃烧和流化介质,实现烟气和固废的协同处理。



1. 一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统,其特征在于,所述流态化反应系统包括:烟气发生装置(1)、燃烧室(2)、分离器(3)、余热回收单元(4)、烟气净化单元(5)和烟囱(6),所述烟气发生装置(1)、燃烧室(2)、分离器(3)、余热回收单元(4)、烟气净化单元(5)和烟囱(6)通过连接烟道(7)顺次相连;

所述烟气发生装置(1)的高温烟气依次通过燃烧室(2)、分离器(3)和余热回收单元(4);其中,高温烟气在燃烧室(2)中完成炉内脱硫、CO燃烧以及二噁英的分解,在分离器(3)中完成SNCR脱硝和粉尘分离,在余热回收单元(4)中完成SCR脱硝;

经余热回收单元(4)降温后的烟气,送入烟气净化单元(5),再次进行脱除酸性气体、粉尘,经净化后满足排放标准的烟气通过烟道引至烟囱(6),最终排入大气。

2. 如权利要求1所述的流态化反应系统,其特征在于,所述流态化反应系统还包括第一旁路(8),所述第一旁路(8)的两端分别与所述烟气发生装置(1)和烟气净化单元(5)连通。

3. 如权利要求2所述的流态化反应系统,其特征在于,在流态化反应器:燃烧室(2)、分离器(3)和余热回收单元(4)停运时,烟气发生装置(1)产生的烟气通过第一旁路(8)引入至烟气净化单元(5),经净化后满足排放标准的烟气通过烟道引至烟囱(6),最终排入大气。

4. 如权利要求1所述的流态化反应系统,其特征在于,所述烟气发生装置(1)与燃烧室(2)之间的连接烟道(7)设有空气入口(0)。

5. 如权利要求4所述的流态化反应系统,其特征在于,当烟气发生装置(1)停运时,所述空气入口(0)的挡板打开,送风机从大气中吸取空气并送入燃烧室(2)作为流化和助燃介质。

6. 如权利要求1所述的流态化反应系统,其特征在于,所述流态化反应系统还包括第二旁路(9),所述第二旁路(9)的两端分别与所述烟气发生装置(1)和余热回收单元(4)连通。

7. 如权利要求6所述的流态化反应系统,其特征在于,当烟气发生装置(1)在峰值工况下运行,且出口烟气流量大于燃烧室(2)的处理量时,第二旁路(9)挡板打开,烟气发生装置(1)产生的部分烟气经第二旁路(9)引入余热回收单元(4)。

8. 如权利要求6所述的流态化反应系统,其特征在于,所述燃烧室(2)的运行工况温度为800~1000℃,通过调整进入第二旁路(9)的烟气比例,控制燃烧室(2)处于工况温度。

9. 如权利要求1所述的流态化反应系统,其特征在于,所述燃烧室(2)上设有若干燃料添加口。

10. 如权利要求1所述的流态化反应系统,其特征在于,所述连接烟道(7)上设有若干引风机和/或送风机。

## 一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及火力发电和清洁能源技术领域,尤其涉及一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统。

### 背景技术

[0002] 能源领域中如钢铁烧结工艺、电解铝工艺等,每年都会产生大量废气,这些废气通常具有以下特点:

[0003] (1) 烟气体量大。如钢铁烧结工艺中,每吨烧结矿产生约4000m<sup>3</sup>尾气,电解铝工艺中,每个电解槽产生约10000m<sup>3</sup>/h尾气。

[0004] (2) 氧浓度较高。此类生产工艺中通常会加入过量的空气,因此尾气中氧量还比较富余,如钢铁烧结机尾气氧含量在15%左右,电解铝烟气氧含量在20%左右。

[0005] (3) 成分复杂,含多种污染物,必须设置烟气净化系统。受燃料、工艺等影响,尾气成分通常呈现多样化,含多种污染物,如钢铁烧结机尾气中含有SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、CO、粉尘、二噁英等污染物,电解铝烟气中含SO<sub>2</sub>、CO、粉尘等污染物,此类烟气必须经过净化,达标后方可排放。

[0006] (4) 有一定余热。此类烟气温度通常在100℃以上,如烧结机尾气和电解铝烟气通常都在150℃左右,存在余热利用的空间。

[0007] (5) 不稳定性。受工艺参数波动的影响,烟气体量、烟气温度、污染物浓度等参数存在波动,烟气参数不稳定。其中,峰值工况运行时烟气流量可能出现大幅度增加。

[0008] 目前此类废气的常规处理方法是单独配套烟气净化系统,如烧结机尾气通常采用脱硫塔脱硫+除尘+SCR脱硝的净化方式,电解铝烟气通常采用干法净化系统脱氟+脱硫塔+布袋除尘的净化方式。受具体工艺路线、反应温度的限制,常规处理方法存在以下先天缺陷:首先,因反应温度低,常规处理方法无法处理尾气中的CO和二噁英,造成烟气净化不完全,环保特性较差;其次,常规处理方法仅仅是净化了烟气,没有利用烟气中余热,造成能量浪费,不具备高效性;再者,常规处理方法的脱硝工艺通常需要添加外部热量使烟气升温以满足反应需要,运行成本较高,且不产生任何附加效益,经济性较差。此外,这类常规处理方法通常还存在可靠性低、SCR脱硝易堵塞、氨逃逸严重等问题。

### 实用新型内容

[0009] 本实用新型的目的在于,为克服现有技术缺陷,提供了一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统,本实用新型系统充分利用流态化燃烧技术原始排放低、灵活性高的优势,并结合废气氧含量高、污染物种类多的特点,以煤矸石、煤泥等固废为燃料,以工业废气作为燃烧和流化介质,利用流态化反应器的高温燃烧环境脱除烟气中的CO和二噁英,利用流态化反应器炉内脱硫+尾部烟气净化单元脱硫脱除烟气中SO<sub>2</sub>等酸性气体,利用流态化反应器炉内SNCR+尾部SCR系统脱除烟气中NO<sub>x</sub>,利用流态化反应器高效分离+尾部除尘器脱除烟气中粉尘,实现烟气和固废的协同处理。

[0010] 本实用新型目的通过下述技术方案来实现：

[0011] 一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统，所述流态化反应系统包括：烟气发生装置、燃烧室、分离器、余热回收单元、烟气净化单元和烟囱，所述烟气发生装置、燃烧室、分离器、余热回收单元、烟气净化单元和烟囱通过连接烟道顺次相连；所述烟气发生装置的高温烟依次通过燃烧室、分离器和余热回收单元；其中，高温烟气在燃烧室中完成炉内脱硫、CO燃烧以及二噁英的分解，在分离器中完成SNCR脱硝和粉尘高效分离，在余热回收单元中完成SCR脱硝；经余热回收单元降温后的烟气，送入烟气净化单元，再次进行脱除酸性气体、粉尘，经净化后满足排放标准的烟气通过烟道引至烟囱，最终排入大气。

[0012] 根据一个优选的实施方式，所述流态化反应系统还包括第一旁路，所述第一旁路的两端分别与所述烟气发生装置和烟气净化单元连通。

[0013] 根据一个优选的实施方式，在流态化反应器：燃烧室、分离器和余热回收单元停运时，烟气发生装置产生的烟气通过第一旁路引入至烟气净化单元，经净化后满足排放标准的烟气通过烟道引至烟囱，最终排入大气。

[0014] 根据一个优选的实施方式，所述烟气发生装置与燃烧室之间的连接烟道设有空气入口。

[0015] 根据一个优选的实施方式，当烟气发生装置停运时，所述空气入口的挡板打开，送风机从大气中吸取空气并送入燃烧室作为流化和助燃介质。

[0016] 根据一个优选的实施方式，所述流态化反应系统还包括第二旁路，所述第二旁路的两端分别与所述烟气发生装置和余热回收单元连通。

[0017] 根据一个优选的实施方式，当烟气发生装置在峰值工况下运行，且出口烟气流量大于燃烧室的处理量时，第二旁路挡板打开，烟气发生装置产生的部分烟气经第二旁路引入余热回收单元。

[0018] 根据一个优选的实施方式，所述燃烧室的运行工况温度为800~1000℃，通过调整进入第二旁路的烟气比例，控制燃烧室处于工况温度。

[0019] 根据一个优选的实施方式，所述燃烧室上设有若干燃料添加口。通过在燃烧室不同设置燃料添加口，使得燃烧室可以处理各种类型的固体废弃物，以使得本系统具有更广的适用范围。例如，轻质废弃物可以从燃烧室顶部加入，重质废弃物从燃烧室底部加入，以提升燃烧效率并保护燃烧室不被损坏。

[0020] 根据一个优选的实施方式，所述连接烟道上设有若干引风机和/或送风机。

[0021] 本系统流态化反应器副产的大量高品质蒸汽，可结合现场及周边实际情况，用于发电或供热，具有良好的经济效益。

[0022] 考虑到烟气发生装置与流态化反应器在运行中均存在例行检修、临时检修、事故停机等工况，无法维持在协同运行模式，本系统充分考虑了两套系统分别单独运行的模式：本系统在工业废气烟道上设有空气口，同时主烟道、空气口、烟气旁路等相关位置均设有挡板；当烟气发生装置停运时，通过切换空气工况可实现流态化反应器的单独运行；当流态化反应器停运时，通过第一旁路直接将废气引入尾部烟气净化单元，且烟气净化单元的选型考虑了流态化反应器停运的工况，其单独运行时也能满足相关排放标准，可实现烟气发生装置的单独运行。

[0023] 考虑到烟气发生装置出口流量存在波动，该流量大小与燃烧室燃烧温度直接相

关,而流态化反应系统炉内脱硫、SNCR脱硝等反应均需要特定的温度区间(一般为800℃以上),本系统充分考虑了烟气发生装置流量波动的影响:通过受热面合理布置,保证烟气流量处于额定工况时,反应器温度在炉内脱硫、SNCR脱硝所需要的区间内;当烟气流量处于峰值工况且偏离设计工况较大时,反应器内燃烧温度将大幅降低并偏离上述温度区间,此时通过第二旁路将部分烟气引入流态化反应系统下游的余热回收单元中适当位置,保持直接进入燃烧室的烟气量适中,此时燃烧温度仍然可以维持在上述区间内,满足炉内高效脱硫、脱硝反应的需要。

[0024] 通过本系统的结构设置,兼顾了烟气发生装置和流态化反应器协同运行与单独运行的工况,也兼顾了烟气发生装置出口流量大范围波动的影响,大大提高了整个系统的运行灵活性。

[0025] 前述本实用新型主方案及其各进一步选择方案可以自由组合以形成多个方案,均为本实用新型可采用并要求保护的方案。本领域技术人员在了解本实用新型方案后根据现有技术和公知常识可知有多种组合,均为本实用新型所要保护的技术方案,在此不做穷举。

[0026] 本实用新型的有益效果:

[0027] 1、本实用新型系统充分考虑了烟气发生装置与流态化反应器协同运行与各自独立运行的各种工况,也充分考虑了烟气发生装置1出口流量显著增加时对应的解决措施,保证各个工况下均可以满足相关环保指标。通过设置空气口、旁路、挡板等,涵盖了烟气发生装置与流态化反应器的所有工况,保证系统持续、高效、环保运行。因此本专利所述系统运行灵活性更高。

[0028] 2、本实用新型系统除可净化SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、粉尘等常规污染物以外,通过燃烧室内高温燃烧,还可以净化二噁英、CO等常规工艺路线无法处理的组分。此外,基于流态化反应器良好的燃料适应性和运行灵活性,可协同处理煤泥、煤矸石等固废,实现烟气与固废的协同处理。因此本专利所述系统整体环保指标更优。

[0029] 3、本实用新型系统一方面将废气作为助燃及流化介质送入炉膛燃烧,充分利用了废气余热;另一方面流态化反应器副产的大量高品质蒸汽,可用于发电或供热,经济效益巨大;同时,电力行业成熟的炉内脱硫+炉内高效SNCR+SCR系统相比于常规尾部脱硫脱硝系统,运行成本更低,其脱硝系统运行也不需要额外添加热量使烟气升温,系统运行成本更低。因此本专利所述系统整体经济性更好。

[0030] 4、本实用新型系统流态化反应器中采用有大量工程成熟应用的流态化燃烧技术,结合电力行业炉内脱硫+炉内SNCR+尾部SCR的成熟高效烟气净化单元,可以规避常规净化工艺中可靠性低、SCR脱硝易堵塞、氨逃逸严重等问题。因此本专利所述系统可靠性更高。

[0031] 通过以上措施,可实现一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统,该系统相比现有方案具有运行灵活性更高、整体环保指标更优、整体经济性更好、可靠性更高等优势。

## 附图说明

[0032] 图1是本实用新型流态化反应系统的原理结构示意图;

[0033] 其中,0-空气入口,1-烟气发生装置,2-燃烧室,3-分离器,4-余热回收单元,5-烟气净化单元,6-烟囱,7-连接烟道,8-第一旁路,9-第二旁路。

## 具体实施方式

[0034] 以下通过特定的具体实例说明本实用新型的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本实用新型的其他优点与功效。本实用新型还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用,本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用,在没有背离本实用新型的精神下进行各种修饰或改变。需说明的是,在不冲突的情况下,以下实施例及实施例中的特征可以相互组合。需要说明的是,为使本实用新型实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本实用新型一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0035] 在本实用新型的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为该实用新型产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本实用新型和简化描述,而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实用新型的限制。此外,术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0036] 在本实用新型的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0037] 实施例1:

[0038] 参考图1所示,本实施例公开了一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统,如附图1所示。

[0039] 本实用新型流态化反应系统包含烟气发生装置1、燃烧室2、分离器3、余热回收单元4、烟气净化单元5、烟囱6、连接烟道7、第一旁路8、第二旁路9。其中,燃烧室2、分离器3、余热回收单元4统称为流态化反应器。

[0040] 本实施例用于烧结机尾气与固废协同处理,烟气发生装置1对应烧结机,其出口烟气主要污染物包括CO、二噁英、粉尘、NO<sub>x</sub>和SO<sub>2</sub>,流态化反应器以煤矸石+煤泥为主要燃料,设计燃料热值2000Kcal/kg。

[0041] 沿烟气发生装置1出口烟气流向,烟气发生装置1、燃烧室2、分离器3、余热回收单元4、烟气净化单元5、烟囱6通过连接烟道7顺次相连。

[0042] 烟气发生装置1出口烟气经送风机分别送入燃烧室2底部和下部,作为流化和助燃介质。煤矸石从燃烧室2前墙给入,煤泥从燃烧室2顶部给入,烟气发生装置1出口烟气与燃料在燃烧室2中混合、发生燃烧反应并产生高温烟气,高温烟气依次流经燃烧室2、分离器3和余热回收单元4,将大部分热量传递给流态化反应器受热面中的工质,同步完成CO和二噁英高温燃烧分解、炉内脱硫、脱硝、高效分离除尘等烟气净化过程。工质吸热后生成特定参数的蒸汽,经管道引出后用于发电或供热。在流态化反应器中初步净化并降温后的烟气由引风机、增压风机引入烟气净化单元5,经净化达标后由烟囱6排入大气。

[0043] 燃烧室2设计燃烧温度880℃,烟气中的CO和二噁英分别在燃烧室2的高温条件下燃烧或分解;分离器3下部回料腿上设有石灰石添加口,石灰石从此处送入炉膛参与炉内脱

硫反应,炉内脱硫效率设定为80%;分离器3入口烟道处设有喷氨口,用于SNCR脱硝;利用分离器3高效分离,脱除烟气中大部分粉尘;在余热回收单元4中设有SCR反应器,进一步脱除NO<sub>x</sub>。烟气在流态化反应器中已经完成了CO、二噁英、NO<sub>x</sub>的脱除以及大部分SO<sub>2</sub>和粉尘的脱除,后送入烟气净化单元5进行二次脱硫和除尘。

[0044] 考虑烟气降温过程中可能有少量二噁英再生成,在烟气净化单元5中设置活性炭喷射系统,进一步脱除二噁英至达标。

[0045] 烟气净化单元5中还设有脱硝反应器,在流态化反应器停运时投入运行,可脱除烟气发生装置1出口烟气中的NO<sub>x</sub>至达标。

[0046] 当流态化反应器停运时,关闭连接烟道7烟道挡板,打开第一旁路8处挡板,此时烟气发生装置1与流态化反应器断开,烟气发生装置1出口烟气经由第一旁路8直接进入烟气净化单元5,完成脱硫、除尘、脱硝等净化过程,至达标后排放。

[0047] 当烟气发生装置1停运时,关闭烟气发生装置1出口烟道处挡板,打开连接烟道7中空气口挡板,此时流态化反应器与烟气发生装置1断开,送风机从大气中吸取空气并送入燃烧室2参与流化和燃烧。

[0048] 当烟气发生装置1在峰值工况下运行,出口烟气流量显著增大时,打开第二旁路9处挡板,部分烟气经由第二旁路9进入余热回收单元4省煤器入口烟道,以维持燃烧室2的燃烧温度在800℃以上。

[0049] 实施例2

[0050] 基于实施例1,本实施例提供了一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统。

[0051] 本实施例与实施例1不同的是:

[0052] 本实施例用于电解铝尾气与固废协同处理,烟气发生装置1对应电解铝系统,其出口烟气主要污染物包括CO、粉尘和SO<sub>2</sub>,不含二噁英和氮氧化物,因此流态化反应器中脱硝设备选型只需考虑燃料燃烧生成的NO<sub>x</sub>,烟气净化单元5中不设置脱硝反应器和二噁英净化装置。

[0053] 流态化反应器以中煤+煤矸石为主要燃料,掺烧部分煤泥,设计燃料热值3000Kcal/kg。

[0054] 燃烧室2设计燃烧温度890℃。

[0055] 通过以上实施例的系统配置,可实现一种烟气与固废协同处理的流态化反应系统,本专利与现有技术的效果对比如下表1。

[0056] 表1本实用新型实施例与现有技术的效果对比

项目	单位	本实用新型	现有技术
CO、二噁英脱除率	%	>90	0
附加经济效益	/	可副产大量高品质蒸汽	无
环保系统运行成本	/	较低	较高
能否协同处理固废	/	是	否
能否利用烟气余热	/	是	否
可靠性	/	较高	较低

[0057]

[0058] 以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

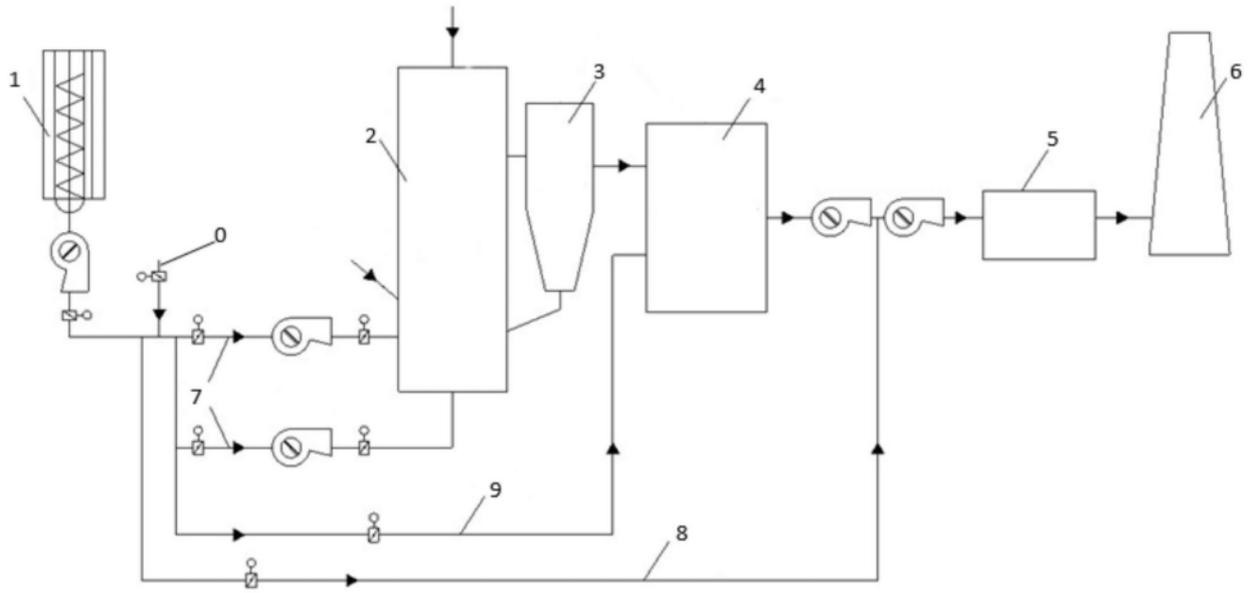


图1