



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106403639 B

(45)授权公告日 2018.10.02

(21)申请号 201610909389.0

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.10.18

F28C 3/12(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

F24S 60/00(2018.01)

申请公布号 CN 106403639 A

F24S 20/00(2018.01)

F28D 7/16(2006.01)

(43)申请公布日 2017.02.15

审查员 卢艳艳

(73)专利权人 原初科技(北京)有限公司

地址 100085 北京市海淀区安宁庄东路23号5层526号

专利权人 清华大学

(72)发明人 蒋国强 丁富新 王麒 于常军

丁海川

(74)专利代理机构 北京成创同维知识产权代理有限公司 11449

代理人 蔡纯 高青

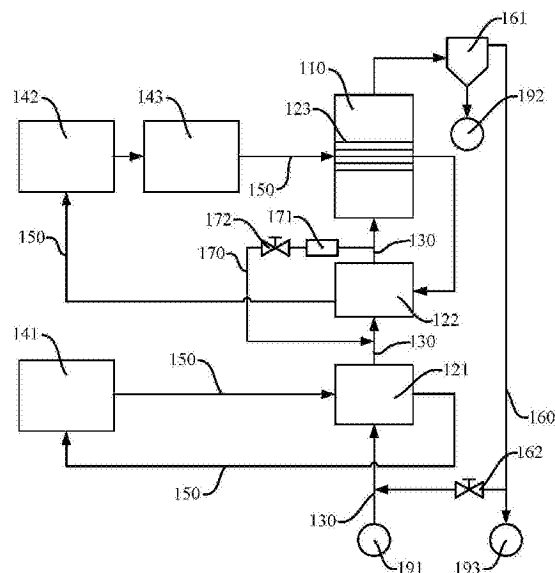
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

气体加热系统

(57)摘要

公开了一种气体加热系统,包括:气固接触装置;换热系统,包括出口温度依次升高的至少三级换热器;气体加热管路,其将换热系统与气固接触装置连接;集热系统,包括输出温度不同的至少两个集热装置;热媒循环管路,其将所述集热系统与换热系统连接,其中,至少三级换热器中的第一级换热器的热媒来自至少两个集热装置中输出温度最低的集热装置,至少三级换热器中的最高级换热器的热媒来自至少两个集热装置中输出温度最高的集热装置,至少三级换热器中的中间级换热器的热媒来自集热系统中的一个集热装置或来自比其高一级的换热器。通过采用至少两个集热装置与至少三级换热器相连的梯级供热方式,使得系统的抗热负荷波动性更好,进而提高热效率。



1. 一种气体加热系统,其特征在于,包括:

气固接触装置;

换热系统,包括出口温度依次升高的至少三级换热器,所述至少三级换热器中的最高级换热器设在所述气固接触装置上;

气体加热管路,所述气体加热管路将所述换热系统与所述气固接触装置连接,使得所述气体加热管路内的气体经过所述换热系统加热与所述气固接触装置内的固体接触;

集热系统,包括输出温度不同的至少两个集热装置;

热媒循环管路,所述热媒循环管路将所述集热系统与所述换热系统连接,使得所述热媒循环管路内循环流动的热媒经过所述集热系统加热后与所述换热系统内的所述气体换热;

其中,所述至少三级换热器中的第一级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中输出温度最低的集热装置,所述至少三级换热器中的最高级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中输出温度最高的集热装置,所述至少三级换热器中的中间级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中的一个集热装置或来自比其高一级的换热器。

2. 根据权利要求1所述的气体加热系统,其特征在于,还包括:

气体循环管路,所述气体循环管路将所述气固接触装置与所述气体加热管路连接,使得所述气固接触装置输出的气体至少部分循环至所述换热系统中。

3. 根据权利要求2所述的气体加热系统,其特征在于,所述气体循环管路上设有第一阀门,所述第一阀门控制所述气固接触装置输出的气体中至少部分循环至所述换热系统的循环气体的流量,

所述循环气体的流量小于等于所述气固接触装置输出气体的总流量的80%。

4. 根据权利要求1所述的气体加热系统,其特征在于,还包括:

至少一个气体循环旁路,所述至少一个气体循环旁路中的每个将所述至少三级换热器中对应的换热器的气体输出端与气体输入端相连,使得所述对应的换热器输出的气体的一部分与输入的气体混合,

所述气体循环旁路上设有温度测控仪表及第二阀门,所述温度测控仪表控制所述第二阀门,所述第二阀门控制所述对应的换热器输出的气体中与输入的气体混合的旁路循环气体的流量,

所述旁路循环气体的流量小于等于所述对应的换热器输出的气体的总流量的60%。

5. 根据权利要求1所述的气体加热系统,其特征在于,还包括:

补偿加热装置,所述补偿加热装置设置在所述热媒循环管路上,位于所述集热系统的下游及所述换热系统的上游,使得所述热媒经过所述集热系统及所述补偿加热装置加热后进入所述换热系统。

6. 根据权利要求5所述的气体加热系统,其特征在于,所述补偿加热装置位于所述至少两个集热装置中输出温度最高的集热装置的下游及所述最高级换热器的上游。

7. 根据权利要求1所述的气体加热系统,其特征在于,所述集热系统为太阳能集热系统。

8. 根据权利要求7所述的气体加热系统,其特征在于,所述太阳能集热系统包括:中温太阳能集热装置和高温太阳能集热装置,所述中温太阳能集热装置输出热媒温度为50至

250℃,所述高温太阳能集热装置输出热媒温度为200至600℃。

9.根据权利要求8所述的气体加热系统,其特征在于,所述太阳能集热系统还包括:蓄热装置,所述蓄热装置与所述高温太阳能集热装置连接。

10.根据权利要求1所述的气体加热系统,其特征在于,所述最高级换热器为管式换热器,所述管式换热器设在所述气固接触装置的腔内。

11.根据权利要求1所述的气体加热系统,其特征在于,所述最高级换热器为夹套式换热器,所述夹套式换热器设在所述气固接触装置的外壳表面。

12.根据权利要求1所述的气体加热系统,其特征在于,所述换热系统包括三级换热器,所述三级换热器分别为:第一级换热器、中间级换热器、最高级换热器。

13.根据权利要求12所述的气体加热系统,其特征在于,所述最高级换热器与所述中间级换热器的热负荷之比为0.2:1至0.8:1,所述最高级换热器加热气体的温升小于等于100℃。

14.根据权利要求1所述的气体加热系统,其特征在于,所述热媒包括:液体热媒、气体热媒。

气体加热系统

技术领域

[0001] 本发明涉及化工领域,更具体地,涉及一种气体加热系统。

背景技术

[0002] 化学工业中常用高温气体作为热介质对固体等进行加热,典型的如干燥、气固反应、煅烧等过程。由于气固的传热效率较低,在这些过程中,通常需要将大量气体加热到高温,温度从几十度到上千度。通常加热气体的热源包括燃烧煤、天然气或电供热,能源消耗高,是二氧化碳排放的重要源头之一。

[0003] 太阳能高温集热技术是近年来快速发展的热能供给技术。目前商业化的中高温集热系统可以提供温度达到450℃的热源,热媒包括导热油和蒸汽等,并且已经在高温集热电站、注汽采油等方面进行了工业应用。

[0004] 工业上一些中低温的气体加热过程(温度小于400℃)可直接采用太阳能高温集热供热,而一些高温过程则可以先使用太阳能高温集热进行预热,而后再使用天然气或电加热,从而消除或减小碳基能源的使用和二氧化碳的排放。但是,利用太阳能高温集热作为气体的热源,还存在一些技术难点:如太阳能集热器负荷受自然环境影响严重,热量供应和温度的稳定性,不能满足连续稳定生产的需要;随温度升高,太阳能集热器的效率下降,成本显著上升等。因此需要根据太阳能高温集热的特点,设计新的气体供热和换热系统。

发明内容

[0005] 鉴于上述问题,本发明的目的在于提供一种气体加热系统,其抗热负荷波动性更好,热效率更高。

[0006] 根据本发明提供的一种气体加热系统,包括:气固接触装置;换热系统,包括出口温度依次升高的至少三级换热器,所述至少三级换热器中的最高级换热器设在所述气固接触装置上;气体加热管路,所述气体加热管路将所述换热系统与所述气固接触装置连接,使得所述气体加热管路内的气体经过所述换热系统加热与所述气固接触装置内的固体接触;集热系统,包括输出温度不同的至少两个集热装置;热媒循环管路,所述热媒循环管路将所述集热系统与所述换热系统连接,使得所述热媒循环管路内循环流动的热媒经过所述集热系统加热后与所述换热系统内的所述气体换热,其中,所述至少三级换热器中的第一级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中输出温度最低的集热装置,所述至少三级换热器中的最高级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中输出温度最高的集热装置,所述至少三级换热器中的中间级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中的一个集热装置或来自比其高一级的换热器。

[0007] 优选地,所述气体加热系统还包括:气体循环管路,所述气体循环管路将所述气固接触装置与所述气体加热管路连接,使得所述气固接触装置输出的气体至少部分循环至所述换热系统中。

[0008] 优选地,所述气体循环管路上设有第一阀门,所述第一阀门控制所述气固接触装

置输出的气体中至少部分循环至所述换热系统的循环气体的流量,所述循环气体的流量小于等于所述气固接触装置输出气体的总流量的80%。

[0009] 优选地,所述气体加热系统还包括:至少一个气体循环旁路,所述至少一个气体循环旁路中的每个将所述至少三级换热器中对应的换热器的气体输出端与气体输入端相连,使得所述对应的换热器输出的气体的一部分与输入的气体混合,所述气体循环旁路上设有温度测控仪表及第二阀门,所述温度测控仪表控制所述第二阀门,所述第二阀门控制所述对应的换热器输出的气体中与输入的气体混合的旁路循环气体的流量,所述旁路循环气体的流量小于等于所述对应的换热器输出的气体的总流量的60%。

[0010] 优选地,所述气体加热系统还包括:补偿加热装置,所述补偿加热装置设置在所述热媒循环管路上,位于所述集热系统的下游及所述换热系统的上游,使得所述热媒经过所述集热系统及所述补偿加热装置加热后进入所述换热系统。

[0011] 优选地,所述补偿加热装置位于所述至少两个集热装置中输出温度最高的集热装置的下游及所述最高级换热器的上游。

[0012] 优选地,所述集热系统为太阳能集热系统。

[0013] 优选地,所述太阳能集热系统包括:中温太阳能集热装置和高温太阳能集热装置,所述中温太阳能集热装置输出热媒温度为50至250℃,所述高温太阳能集热装置输出热媒温度为200至600℃。

[0014] 优选地,所述太阳能集热系统还包括:蓄热装置,所述蓄热装置与所述高温太阳能集热装置连接。

[0015] 优选地,所述最高级换热器为管式换热器,所述管式换热器设在所述气固接触装置的腔内。

[0016] 优选地,所述最高级换热器为夹套式换热器,所述夹套式换热器设在所述气固接触装置的外壳表面。

[0017] 优选地,所述换热系统包括三级换热器,所述三级换热器分别为:第一级换热器、中间级换热器、最高级换热器。

[0018] 优选地,所述最高级换热器与所述中间级换热器的热负荷之比为0.2:1至0.8:1,所述最高级换热器加热气体的温升小于等于100℃。

[0019] 优选地,所述热媒包括:液体热媒、气体热媒。

[0020] 根据本发明的气体加热系统,采用至少两个集热装置与至少三级换热器相连的梯级供热方式,使得系统的抗热负荷波动性更好,进而提高热效率。

[0021] 在优选的实施例中,所述集热系统为太阳能集热系统,通过采用太阳能集热装置与上述梯级供热方式结合,降低了直接使用高温太阳能集热装置的成本,能源消耗低,与传统气体加热系统相比可以减少温室气体的排放。

[0022] 在优选的实施例中,设置气体循环管路,提高气体通过换热器和气固接触装置的流量,提高传热速率,同时以更低的温度携带相同的热量,从而降低了对热源温度的要求,进一步提高了抗热负荷波动的能力。

附图说明

[0023] 通过以下参照附图对本发明实施例的描述,本发明的上述以及其他目的、特征和

优点将更为清楚,在附图中:

[0024] 图1示出根据本发明第一实施例的气体加热系统的结构图。

[0025] 图2示出根据本发明第二实施例的气体加热系统的结构图。

[0026] 图3示出根据本发明第三实施例的气体加热系统的结构图。

具体实施方式

[0027] 以下将参照附图更详细地描述本发明。为了清楚起见,附图中的各个部分没有按比例绘制。此外,可能未示出某些公知的部分。在下文中描述了本发明的许多特定的细节,但正如本领域的技术人员能够理解的那样,可以不按照这些特定的细节来实现本发明。

[0028] 图1示出根据本发明具体实施例的气体加热系统的结构图。所述气体加热系统包括:气固接触装置110、换热系统、气体加热管路130、集热系统、热媒循环管路150,其中换热系统包括出口温度依次升高的至少三级换热器,该至少三级换热器包括:第一级换热器、中间级换热器以及最高级换热器,最高级换热器设在气固接触装置110上,气体加热管路130将换热系统与气固接触装置110连接,使得气体加热管路130内的气体经过换热系统加热后与气固接触装置110内的固体接触。集热系统包括输出温度不同的至少两个集热装置,热媒循环管路150将集热系统与换热系统连接,使得热媒循环管路150内循环流动的热媒经过集热系统加热后与换热系统内的所述气体换热,换热后得到的高温气体可以作为热介质在气固接触装置110内对固体等进行加热,发生如干燥、气固反应、煅烧等过程。在上述集热系统与换热系统的连接中,第一级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中输出温度最低的集热装置,最高级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中输出温度最高的集热装置,中间级换热器的热媒来自所述至少两个集热装置中的一个集热装置或者来自比其高一级的换热器。例如,换热系统包括五级换热器,集热系统包括三个集热装置,上述集热系统与换热系统的连接中,第一级换热器与该三个集热装置中输出温度最低的一个连接,以实现热媒在该输出温度最低的集热装置与第一级换热器中进行循环,第五级换热器即最高级换热器与该三个集热装置中输出温度最高的一个连接,以实现热媒在该输出温度最高的集热装置与第五级换热器中进行循环,而作为中间级换热器的第二级换热器、第三级换热器、第四级换热器,其热媒输入端可以与所述三个集热装置中的其中一个相连,也可以与比自身高一级的换热器的热媒输出端相连,但要保证换热系统包括的各级换热器的出口温度依次升高,以第二级换热器为例,其热媒输入端可以与上述三个集热装置中的一个集热装置相连,也可以与第三级换热器的热媒输出端相连,其热媒来源可以是来自集热装置,也可以是来自第三级换热器。

[0029] 本实施例中气体加热系统还包括:气体循环管路160,其将气固接触装置110与气体加热管路130连接,使得该气固接触装置110输出的气体至少部分循环至换热系统中。其中,气体循环管路上设有气固分离装置161,用于将气固接触装置110输出的产物分离为固体192和气体,其中气体中的一部分作为循环气体进入换热系统中循环利用,另一部分作为尾气193排出该气体加热系统外。进入换热系统的循环气体,可以是直接与新鲜气体进行混合,再进入第一级换热器进行换热,也可以是进入中间级换热器的气体输入端,与所述气体加热管路130中已经在前若干级换热器中完成换热的气体进行混合,共同进入该中间级换热器进行换热。

[0030] 进一步地,气体循环管路160上设有第一阀门162,第一阀门162控制循环气体的流量,优选地,所述循环气体的流量小于等于气固接触装置110输出气体的总流量的80%。

[0031] 作为优选的实施例,换热系统包括三级换热器:第一级换热器121、第二级换热器122以及第三级换热器123,第三级换热器123为最高级换热器,其位于气固接触装置上。第一级换热器121用来预热低温气体,该低温气体可以是进入系统的新鲜气体191,也可以是新鲜气体191和循环气体的混合气体;第二级换热器122用来加热预热后的气体产生高温气体,进入第二级换热器122的气体可以是来自第一级的预热气体,也可能是第一级的预热气体和循环气体的混合气体;第三级换热器123用来加热气固接触装置110中的气体,以使其维持在生产所需要的温度。本实施例中,气体循环管路160与第一级换热器121的气体输入端相连,使得循环气体与新鲜气体混合后,共同进入第一级换热器121进行预热。

[0032] 进一步地,该气体加热系统还包括:至少一个气体循环旁路,本实施例中,设置一个气体循环旁路170将第二级换热器的气体输出端与气体输入端相连,使得第二级换热器输出的气体的一部分循环至自身气体输入端处,与输入的气体进行混合,优选地,气体循环旁路170上设有温度测控仪表171及第二阀门172,温度测控仪表171控制第二阀门172的开度,第二阀门172控制对应的第二级换热器122输出的气体中与输入的气体混合的旁路循环气体的流量,优选地,所述旁路循环气体的流量小于等于对应的第二级换热器122输出的气体的总流量的60%。可以理解的是,气体循环旁路的数量不限于一个,换热系统包括的多级换热器中的任意一个换热器,其气体输出端与气体输入端之间均可以对应设置一个气体循环旁路。通过设置气体循环旁路,在系统热负荷稍有降低时,通过提高气体的流速而强化传热,可以弥补热媒温度降低造成的传热推动力减小的问题。

[0033] 集热系统优选为太阳能集热系统,本实施例中,太阳能集热系统包括:中温太阳能集热装置141和高温太阳能集热装置142,中温太阳能集热装置141包括各种能够输出温度为50至250℃热媒的中低温太阳能集热器,高温太阳能集热装置142包括各种能够输出温度为200至600℃热媒的高温太阳能集热器。进一步地,该太阳能集热系统还包括:蓄热装置143,其与所述高温太阳能集热装置142连接。可以理解的是,蓄热装置143不是必须的,在另外的实施例中,可以不设置蓄热装置143;通过设置蓄热装置143可以使得该气体加热系统的抗热负荷波动性更好,蓄热装置143包括各种以液体或固体为蓄热介质的物理或化学蓄热器。另外,集热系统应当不限于本实施例中的包括两个集热装置,在另外的实施例中,集热系统可以包括输出温度不同的三个、或四个等其他数量的集热装置。

[0034] 本实施例的集热系统与换热系统的连接中,第一级换热器121与中温太阳能集热装置141通过热媒循环管路150闭环连接,第一级换热器121中的热媒来自中温太阳能集热装置141加热得到的热媒;第三级换热器123、第二级换热器122、高温太阳能集热装置142、蓄热装置143依次通过热媒循环管路150闭环连接,使得第三级换热器123的热媒来自高温太阳能集热装置142加热得到的热媒,第二级换热器122的热媒来自第三级换热器123的热媒输出端流出的热媒。热媒可以是液体热媒、气体热媒,优选为液体热媒,所述热媒在热媒循环管路150中循环流动,在集热装置中加热,在换热器中换热。

[0035] 换热系统包括的各级换热器,除了位于气固接触装置110上的所述最高级换热器(即本实施例中的第三级换热器)外,均可以是各种形式的两相换热器,如列管式换热器;该最高级换热器的形式包括管式换热器、夹套式换热器。若该最高级换热器的形式采用管式

换热器管式,其设在气固接触装置110的腔室内,气体可流过其表面;若该最高级换热器的形式采用夹套式换热器,其设在所述气固接触装置的外壳表面。

[0036] 本实施例的三级换热系统,其中第三级换热器123与第二级换热器122的热负荷之比为0.2:1至0.8:1,第三级换热器123加热气体的温升小于等于100℃。

[0037] 下面以煅烧反应为例对第一实施例的气体加热系统的具体细节进行示例,相关技术人员应当理解,可以不按照这些特定的细节来实现本发明。

[0038] 太阳能集热系统采用槽式太阳能集热系统,热媒为导热油。中温集热装置141输出温度150至180℃,输出功率4至9KW;高温集热装置142输出温度380至420℃,输出功率12至16KW。气体采用空气,第一级换热器121和第二级换热器122采用列管式换热器。新鲜空气191的温度为25℃,从气固接触装置110流出的循环气体的温度为70至90℃(循环比为0.6),循环气体与新鲜气体191混合后经第一级换热器121换热后升高到120至130℃,而后进入第二级换热器122。热媒经过中温集热装置141加热变为中温热媒,中温热媒进入第一级换热器121内与气体换热变为低温热媒回流至中温集热装置141中继续加热变为中温热媒。第二级换热器122两端设有的气体循环旁路170可将部分加热后的气体再循环回第二级换热器加热,循环比为0.1至0.4,其数值可根据热媒的温度调节。当热媒的温度在380至420℃的范围波动时,通过调整循环比,可使经第二级换热器加热后空气稳定在275至290℃。气固接触装置110为气固流化床反应器,气体在气固接触装置110(无固体情况下)中经第三级换热器123进一步加热后温度提升到320至330℃,第三级换热器123采用盘管换热器,热媒经过高温集热装置142加热变为高温热媒并存储在蓄热装置143内蓄热,高温热媒先通过第三级换热器123加热气固接触装置110中的气体,而后再流入第二级换热器122,经第二级换热器122换热后的低温热媒返回高温集热装置142继续加热为高温热媒进行循环,从第三级换热器123流出的热媒温度为350至370℃,第三级换热器123与第二级换热器122的热负荷之比为0.42:1。

[0039] 根据上述气体加热系统,采用至少两个集热装置与至少三级换热器相连的梯级供热方式,降低了直接使用高温太阳能集热装置的成本,也使得系统的抗热负荷波动性更好,进而提高热效率。采取气体循环的方法,通过提高气体通过换热器和气固接触装置的流量,提高传热速率,同时以更低的温度携带相同的热量,从而降低了对热源温度的要求,进一步提高了抗热负荷波动的能力。

[0040] 图2示出根据本发明第二实施例的气体加热系统的结构图。以下将具体说明第二实施例与第一实施例的不同之处,相同之处不再详述。

[0041] 本实施例的换热系统、集热系统以及两者之间的连接关系与第一实施例中大致相同,换热系统包括三级换热器:第一级换热器221、第二级换热器222以及第三级换热器223,集热系统包括:中温太阳能集热装置241和高温太阳能集热装置242,第三级换热器223设在气固接触装置210上,第一级换热器221与中温太阳能集热装置241通过热媒循环管路250闭环连接,第一级换热器221中的热媒来自中温太阳能集热装置241加热得到的热媒;第三级换热器223、第二级换热器222、高温太阳能集热装置242依次通过热媒循环管路250闭环连接,使得第三级换热器223的热媒来自高温太阳能集热装置242加热得到的热媒,第二级换热器222的热媒来自第三级换热器223的热媒输出端流出的热媒。所述热媒在热媒循环管路250中循环流动,在集热装置中加热,在换热器中换热。气体循环管路260将气固接触装置

210与气体加热管路230连接,使得所述气固接触装置210输出的气体至少部分循环至所述换热系统中。

[0042] 气体循环管路260上设有气固分离装置261,用于将气固接触装置210输出的产物分离为固体292和气体,其中气体中的一部分作为循环气体进入换热系统中循环利用,另一部分作为尾气293排出该气体加热系统外。本实施例中,气体循环管路260将气固接触装置210与第一级换热器221的气体输入端连接,使得循环气体与新鲜气体291混合后共同进入第一级换热器221进行换热。

[0043] 进一步地,气体循环管路260上设有第一阀门262,第一阀门262控制循环气体的流量,优选地,所述循环气体的流量小于等于气固接触装置210输出气体的总流量的80%。

[0044] 与本发明第一实施例不同的是,该气体加热系统不设有蓄热装置,也不设有气体循环旁路,但包括:补偿加热装置280。补偿加热装置280设置在热媒循环管路250上,其位于所述集热系统的下游及所述换热系统的上游,使得热媒经过集热系统及补偿加热装置280加热后再进入换热系统。进一步优选地,所述补偿加热装置280位于输出温度最高的高温太阳能集热装置242的下游及所述最高级换热器即第三级换热器的上游。补偿加热装置280是进一步提高高温热媒温度的加热系统,包括各种燃烧固体、液体和气体燃料的加热装置、各种电加热装置、或者其他可利用的热源,其提供的温度高于高温太阳能集热装置242出口热媒的温度。当太阳能集热系统热负荷不稳定时,补偿加热装置280也可以提供热量,以保证高温热媒温度满足需要。补偿加热装置280位于最高级换热器前,用于加热从集热系统中流出的最高温度的热媒。

[0045] 下面以煅烧反应为例对第二实施例的气体加热系统的具体细节进行示例,相关技术人员应当理解,可以不按照这些特定的细节来实现本发明。

[0046] 太阳能集热系统采用槽式太阳能集热系统,热媒为导热油。中温集热装置241输出温度150至180℃,输出功率4至9KW;高温集热装置242输出温度320至360℃,输出功率10至16KW。补偿加热装置280为电加热系统,加热功率4至8KW,经补偿加热装置280加热后,高温热媒温度提高到420至440℃。气体为空气,第一级换热器221和第二级换热器222采用列管式换热器,新鲜空气291的温度为25℃,从气固接触装置210流出的循环气体的温度为70至90℃(循环比为0.6),其与新鲜空气291混合后进入第一级换热器221预热,经第一级换热器换热后升高到120至130℃,而后经第二级换热器222换热后达到280至290℃。气固接触装置210为气固流化床反应器,气体在气固接触装置(无固体情况下)中经第三级换热器(采用盘管换热器)223进一步加热后温度提升到340至360℃。一部分热媒经过中温集热装置241加热变为中温热媒,中温热媒进入第一级换热器221内与气体换热变为低温热媒回流至中温集热装置241中继续加热变为中温热媒。另一部分热媒经过高温集热装置242加热变为高温热媒再通过补偿加热装置280进一步加热,之后高温热媒先通过第三级换热器223加热气固接触装置210中的气体,而后再流入第二级换热器222,经第二级换热器222换热后的低温热媒返回高温集热装置242继续加热为高温热媒进行循环。从第三级换热器223流出的热媒温度为370至390℃,第三级换热器223和第二级换热器222的热负荷之比为0.38:1。

[0047] 根据上述气体加热系统,采用至少两个集热装置与至少三级换热器相连的梯级供热方式,降低了直接使用高温太阳能集热装置的成本,也使得系统的抗热负荷波动性更好,进而提高热效率。采取气体循环的方法,通过提高气体通过换热器和气固接触装置的流量,

提高传热速率,同时以更低的温度携带相同的热量,从而降低了对热源温度的要求,进一步提高了抗热负荷波动的能力。

[0048] 图3示出根据本发明第三实施例的气体加热系统的结构图。以下将具体说明第三实施例与第二实施例的不同之处,相同之处不再详述。

[0049] 本实施例的换热系统、集热系统、补偿加热装置以及它们之间的连接关系与第二实施例中大致相同,换热系统包括三级换热器:第一级换热器321、第二级换热器322以及第三级换热器323,集热系统包括:中温太阳能集热装置341和高温太阳能集热装置342,第三级换热器323设在气固接触装置310上,第一级换热器321与中温太阳能集热装置341通过热媒循环管路350闭环连接,第一级换热器321中的热媒来自中温太阳能集热装置341加热得到的热媒;第三级换热器323、第二级换热器322、高温太阳能集热装置342以及补偿加热装置380依次通过热媒循环管路350闭环连接,使得第三级换热器323的热媒来自高温太阳能集热装置342加热经过补偿加热装置380再加热得到的热媒,第二级换热器322的热媒来自第三级换热器323的热媒输出端流出的热媒。所述热媒在热媒循环管路350中循环流动,在集热装置中加热,在换热器中换热。气体循环管路360将气固接触装置310与气体加热管路330连接,使得所述气固接触装置310输出的气体至少部分循环至所述换热系统中。

[0050] 气体循环管路360上设有气固分离装置361,用于将气固接触装置310输出的产物分离为固体392和气体,其中气体中的一部分作为循环气体进入换热系统中循环利用,另一部分作为尾气393排出该气体加热系统外。

[0051] 与第二实施例不同的是,本实施例中,气体循环管路360将气固接触装置310与第二级换热器322的气体输入端连接,此方案应用于当气固接触装置310输出的所述循环气体温度较高时的情形,因此循环气体与经第一级换热器321预热后气体混合,共同进入第二级换热器322,然后再经过第二级换热器322加热后进入气固接触装置310。

[0052] 进一步地,气体循环管路360上设有第一阀门362,第一阀门362控制循环气体的流量,优选地,所述循环气体的流量小于等于气固接触装置310输出气体的总流量的80%。

[0053] 下面以煅烧反应为例对第三实施例的气体加热系统的具体细节进行示例,相关技术人员应当理解,可以不按照这些特定的细节来实现本发明。

[0054] 集热系统采用槽式太阳能集热系统,热媒为导热油。中温集热装置241输出温度150至180℃,输出功率4至9KW。高温集热装置342输出温度320至360℃,输出功率10至16KW。补偿加热装置380为电加热系统,加热功率4至8KW。经补偿加热系统380加热后,高温热媒温度提高到420至440℃。气体为空气,第一级换热器321和第二级换热器322采用列管式换热器,新鲜空气391的温度为25℃,其经第一级换热器321换热后升高到120至140℃;从气固接触装置310输出的循环气体的温度为180至205℃(循环比为0.6),循环气体与经第一级换热器321预热的气体混合后进入第二级换热器322加热,换热后温度达到290至300℃。气固接触装置310为气固流化床反应器,在气固接触装置(无固体情况下)中经第三级换热器(采用盘管换热器)323进一步加热后提升到340至360℃。一部分热媒经过中温集热装置341加热变为中温热媒,中温热媒进入第一级换热器321内与气体换热变为低温热媒回流至中温集热装置341中继续加热变为中温热媒。另一部分热媒经过高温集热装置342加热变为高温热媒再通过补偿加热装置380进一步加热,之后高温热媒先通过第三级换热器323加热气固接触装置310中的气体,而后再流入第二级换热器322,经第二级换热器322换热后的低温热媒

返回高温集热装置342继续加热为高温热媒进行循环。从第三级换热器323流出的热媒温度为375至395℃,第三级换热器323和第二级换热器322的热负荷之比为0.32:1。

[0055] 上述参数以气固接触装置310内无固体为情形说明,下面再以一水合氯化镁的热分解反应为例对上述实施例的替代实施例(气固接触装置内有固体)进行说明,相关技术人员应当理解,可以不按照这些特定的细节来实现本发明。

[0056] 在替代的实施例中,集热系统和补偿加热装置380的参数及其输出热媒温度同本发明第二实施例示出的数据,气体仍采用空气,第一级换热器321和第二级换热器322采用列管式换热器,新鲜空气391的温度为25℃,其经第一级换热器换热后升高到120至140℃;从气固接触装置310输出的循环气体的温度为190至205℃(循环比为0.6),循环气体与经第一级换热器321预热的气体混合后进入第二级换热器322加热,经第二级换热322后达到290至305℃。气固接触装置310为气固流化床反应器,加热后的空气进入气固流化床反应器并加热进入气固接触装置310中的一水合氯化镁(初始温度为90℃),使之发生热分解反应生成碱式氯化镁。第三级换热器323位于气固接触装置310中部,可将其中降至260℃的空气再次提高到290℃,从第三级换热器323输出的热媒温度为375至390℃,第三级换热器323和第二级换热器322的热负荷之比为0.33:1,此系统每小时可产碱式氯化镁5kg。

[0057] 根据上述气体加热系统,采用至少两个集热装置与至少三级换热器相连的梯级供热方式,降低了直接使用高温太阳能集热装置的成本,也使得系统的抗热负荷波动性更好,进而提高热效率。采取气体循环的方法,通过提高气体通过换热器和气固接触装置的流量,提高传热速率,同时以更低的温度携带相同的热量,从而降低了对热源温度的要求,进一步提高了抗热负荷波动的能力。

[0058] 应当说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。但术语诸如第一级与第二级等相关联的实体或操作之间的顺序不可以颠倒,例如上述实施例中气体必须先经过第一级换热器预热,再利用第二级换热器加热。术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0059] 依照本发明的实施例如上文所述,这些实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明仅为所述的具体实施例。显然,根据以上描述,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地利用本发明以及在本发明基础上的修改使用。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

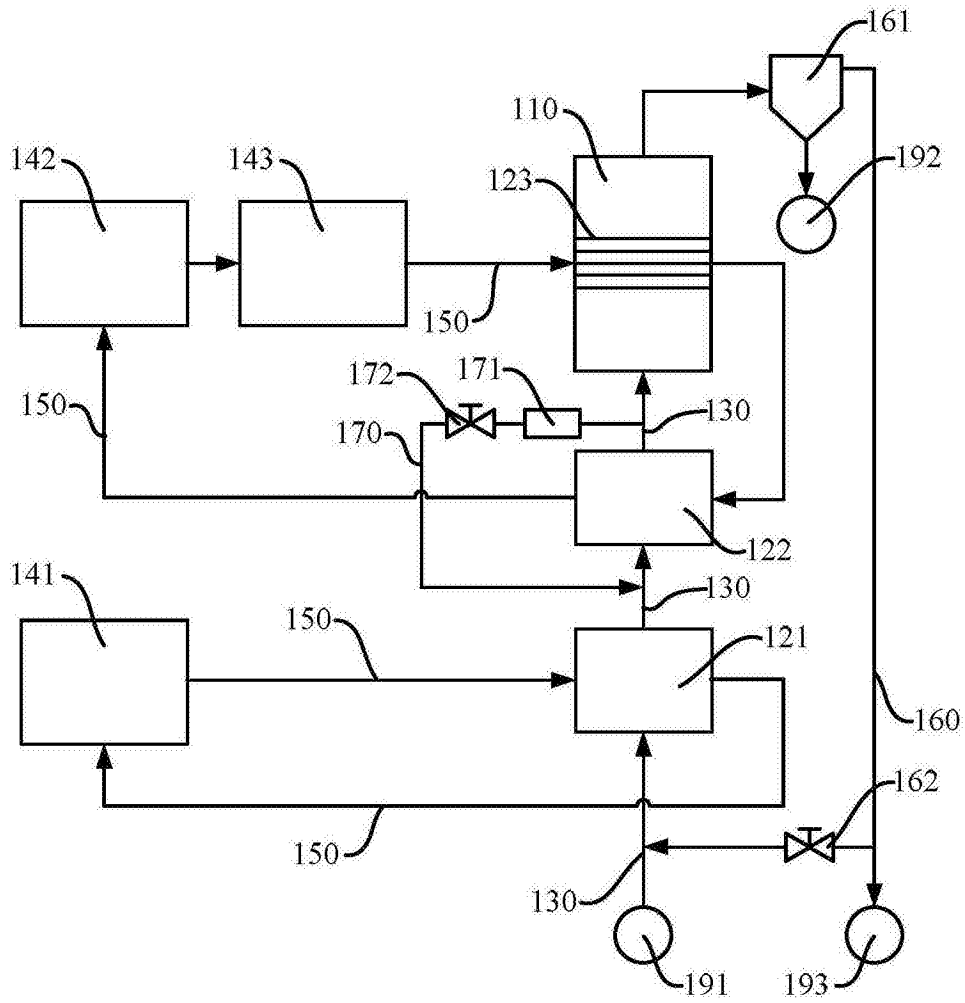


图1

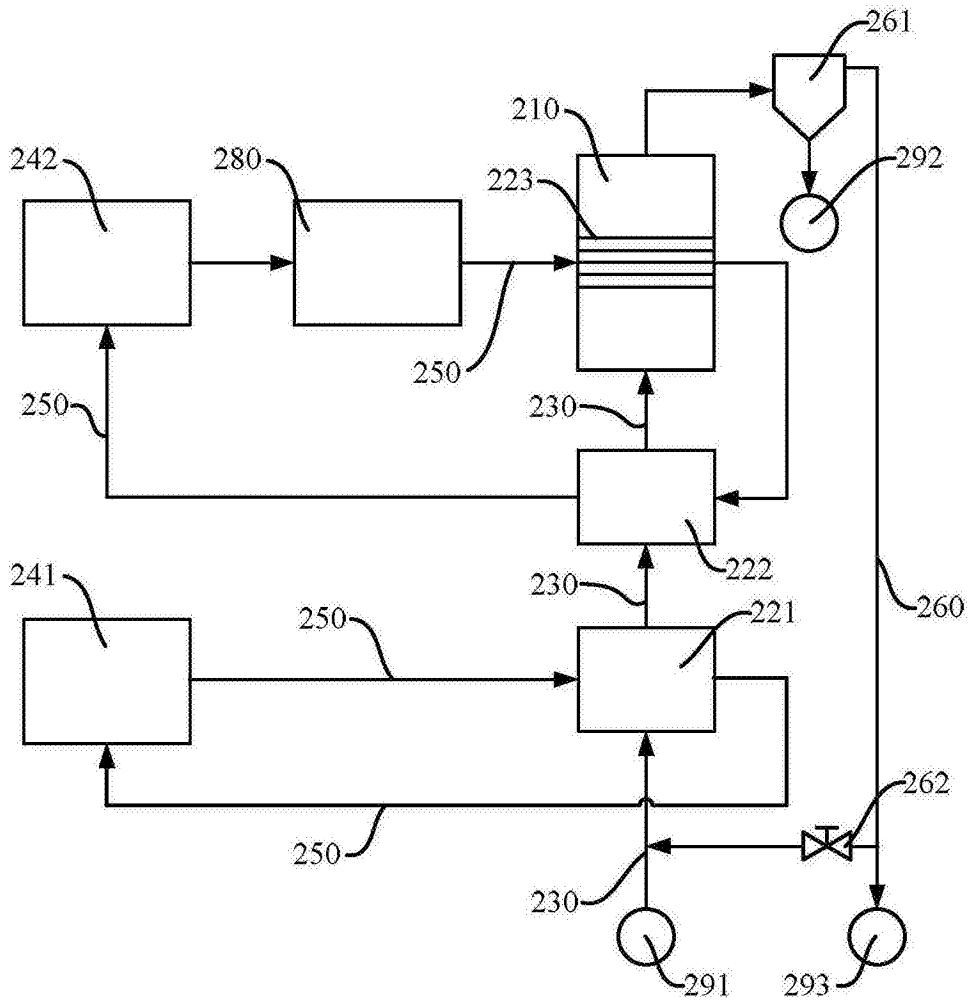


图2

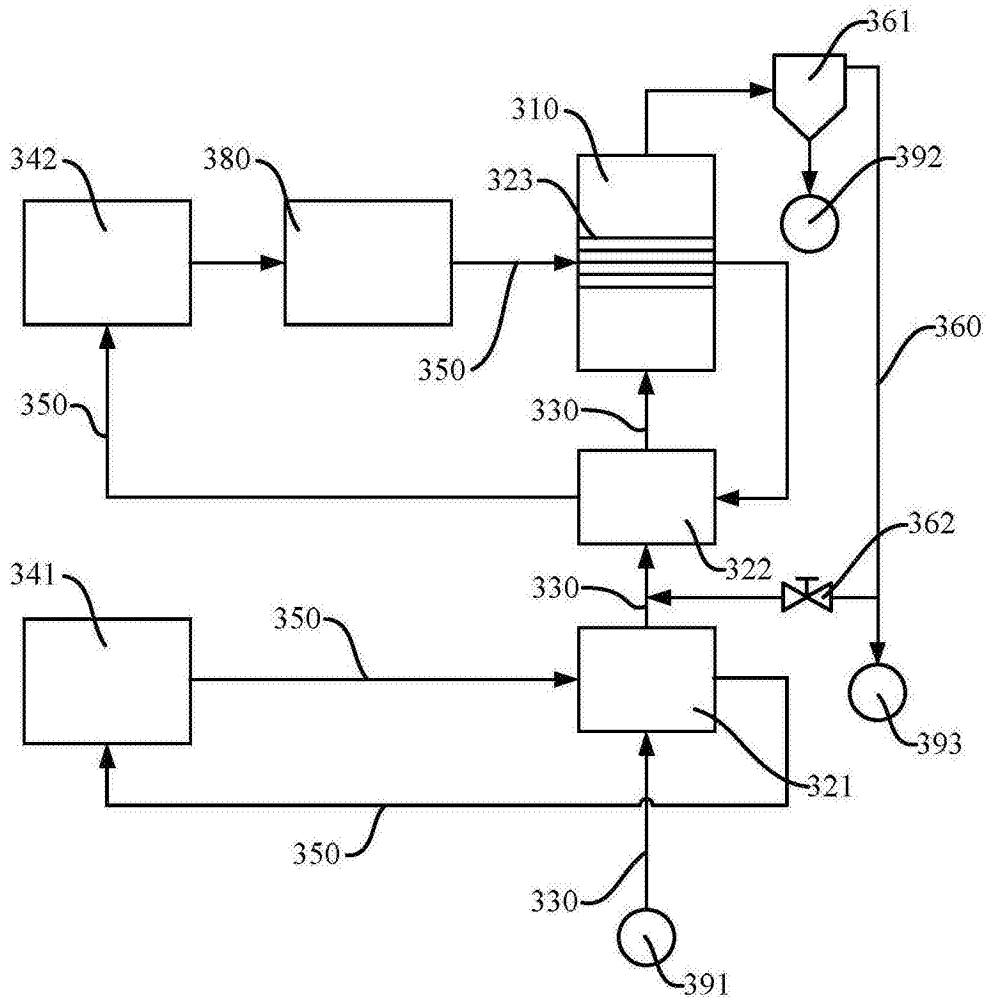


图3