



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114409213 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 29

(21) 申请号 202210037756.8

(22) 申请日 2022.01.13

(71) 申请人 东北石油大学

地址 163316 黑龙江省大庆市大庆高新技术
产业开发区学府街99号

(72) 发明人 王淑彦 邵宝力 谢磊 田瑞超
袁子涵 李好婷

(74) 专利代理机构 北京市广友专利事务有限
责任公司 11237

代理人 张仲波

(51) Int. Cl.

C02F 11/10 (2006.01)

C10G 1/00 (2006.01)

B01J 8/18 (2006.01)

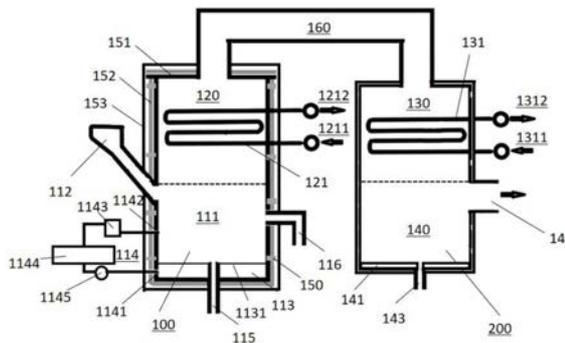
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器、系统及其应用

(57) 摘要

本发明公开一种熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,包括第一腔室和第二腔室,且所述第一腔室与所述第二腔室通过通道结构连通,所述第一腔室中设置有反应装置和第一冷却室;所述第二腔室中设置有第二冷却室和冷凝室,所述反应装置、所述第一冷却室、所述第二冷却室和所述冷凝室依次连通。本发明的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,以熔融盐为热载体循环利用,流化床为热解反应器。在高温环境下使油泥中的重质油经过裂解转化为轻质油,进而冷凝回收。



1. 一种熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,其特征在于,包括:

第一腔室和第二腔室,所述第一腔室与所述第二腔室通过通道结构连通,所述第一腔室中设置有反应装置和第一冷却室;所述第二腔室中设置有第二冷却室和冷凝室,所述反应装置、所述第一冷却室、所述第二冷却室和所述冷凝室依次连通;

所述反应装置设置有反应室、含油污泥给料装置、高温熔融盐室、熔融盐循环装置、第一卸料口和第二卸料口;

所述含油污泥给料装置与所述反应室连通,用于向所述反应室中添加含油污泥;

所述高温熔融盐室与所述反应室连通,用于向所述反应室中添加高温熔融盐;

所述熔融盐循环装置包括熔融盐循环进口和熔融盐循环出口,所述熔融盐循环进口与所述高温熔融盐室连通,所述熔融盐循环出口与所述反应室连通;

所述第一卸料口与所述反应室的下部连通;

所述第二卸料口与所述反应室的上部连通。

2. 根据权利要求1所述的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,其特征在于,所述第一冷却室中设置有第一冷却器,所述第一冷却器包括第一冷却器入口和第一冷却器出口;和/或,

所述第二冷却室中设置有第二冷却器,所述第二冷却器包括第二冷却器入口和第二冷却器出口;和/或,

所述冷凝室设置有冷凝装置、气体出口和第三卸料口。

3. 根据权利要求1或2所述的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,其特征在于,在所述高温熔融盐室与所述反应室之间固定设置有熔融盐高温流体多孔板,所述熔融盐高温流体多孔板上设置有多个孔道;优选地,所述多孔板孔道的圆孔直径为1mm~3mm,所述圆孔之间距离为20mm~30mm。

4. 根据权利要求1或2所述的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,其特征在于,所述熔融盐循环装置还包括依次连通的熔融盐颗粒过滤器、熔融盐加热器和熔融盐循环泵。

5. 根据权利要求1或2所述的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,其特征在于,所述第一腔室壁面设置为多层结构,所述多层结构由内而外依次包括高温砖墙层、混凝涂料层和耐腐涂料层;

和/或,

所述第二腔室的内壁设置有耐腐涂料层。

6. 根据权利要求5所述的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,其特征在于,所述第一腔室壁面设置有多个用于固定连接所述多层结构的托架,所述托架依次贯穿所述高温砖墙层厚度的1/3~1/2、所述混凝涂料层和所述耐腐涂料层。

7. 根据权利要求5所述的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,其特征在于,所述高温砖墙的厚度为320mm~460mm;和/或,所述混凝涂料层的厚度为120mm~230mm;和/或,所述耐腐涂料层的厚度为1mm~3mm。

8. 一种熔融盐-含油污泥热化学转化系统,其特征在于,包括如下步骤:

S101:将高温熔融盐室中温度为500℃~650℃的高温熔融盐通入反应室,与通过含油污泥给料装置加入到所述反应室中的含油污泥在无氧环境下、500℃~700℃温度下进行热

解反应,得到热解气和污泥颗粒,所述污泥颗粒分别通过第一卸料口和第二卸料口排出,所述热解气通入第一冷却室,反应后的熔融盐通过熔融盐循环装置回流至高温熔融盐室;

S102:将热解气通入第一冷却室,通过第一冷却器在 $-10\text{Pa}\sim-30\text{Pa}$ 压力下冷却至 $140^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$;然后通入第二冷却室,通过第二冷却器在 $50^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$ 温度下冷却后通入冷凝室,经冷凝装置冷凝后得到不凝气体和液相原油,从第三卸料口得到所述液相原油,所述不凝气体通过气体出口排出。

9. 根据权利要求8所述的熔融盐-含油污泥热化学转化系统,其特征在于,通过向所述第一冷却器中通入流体进行冷却,且通入所述第一冷却器入口的气体温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$;和/或,

通过向所述第二冷却器中通入流体进行冷却,且通入所述第二冷却器入口的气体温度为 $25^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

10. 权利要求1-7任一项所述的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器和/或权利要求8或9所述的熔融盐-含油污泥热化学转化系统在废弃物资源化利用、油田地面集输和环境治理技术领域中的应用。

一种熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器、系统及其应用

技术领域

[0001] 本发明属于废弃物资源化利用、油田地面集输和环境治理技术领域,具体涉及一种熔融盐-含油污泥热化学转化方法及其流化床反应器和应用。

背景技术

[0002] 含油污泥是石油行业中的主要污染物之一,其来源包括罐底泥、污水处理产生的污泥、落地油及突发事件产生的含油污泥等,组成复杂。原油在开采及后续的处理加工阶段,会产生大批量的污泥:(1)原油在集输和处理过程中处理储罐时产生大量的清罐油泥;(2)在油田开发过程、试油和修井作业等产生落地油泥,与泥土、沙石、水等物质混合后,形成油土混合物;(3)在处理油田污水时会有大量的浮渣油泥产生,包含大量重质油。这些不同来源的油泥若没有得到合适的处理,会影响周围的生活环境,破坏植物生长环境,影响生态平衡。若能将含油污泥中的有机物提取出来,不仅能有效的处理含油污泥,还可以使资源回收,实现废物的二次利用。

[0003] 含油污泥处理主要采用物理法、化学法和生物法。调质~机械分离技术是将油泥与化学药剂混合后,用于改变油泥的一些物理性质,使油泥中液固相分离,该方法的主要缺点是剩余污泥量大。溶剂萃取(包括超临界萃取)技术是利用萃取剂将油泥中的原油萃取出来,再将萃取剂与其中的原油分离,从而回收原油。该方法不足是萃取剂形成二次污染。含油污泥生物法技术处理含油污泥是将油泥内的有机物质利用微生物降解为二氧化碳与水等无机物质,实现油泥的无害化处理。该方法的主要缺点是处理周期长、回收利用率低。含油污泥焚烧处理技术是将含油量较低的油泥作为燃料进行焚烧处理,同时产生的余热进行发电,同时将油泥中的重金属截留于灰渣中,实现资源回收。该技术的主要缺点是焚烧形成二次污染、烟气难处理。含油污泥化学热洗法处理技术是将含油污泥、水以及热洗药剂混合加热,反复洗涤,从而将含油污泥中的有机物分离出来。该方法不足是剩余污泥量大、高压高温水热损失大。含油污泥热解法处理技术是在无氧的环境下对含油污泥加热,使其在高温下氧化分解,再使热解产生的气体经过冷凝后回收原油。同时在高温下,含油污泥内的有机烃类裂解缩合,热解后的固相产物主要有泥土和残炭等,液相产物是冷凝的水和油,气相产物是甲烷与 H_2 、 CO_2 组成的。热解法技术的缺点是热损失高,能耗大。

[0004] 含油污泥的热分解过程主要是 $50^{\circ}C \sim 180^{\circ}C$ 的水分蒸发过程、 $180^{\circ}C \sim 370^{\circ}C$ 的轻质油挥发、 $370^{\circ}C \sim 600^{\circ}C$ 的重质油裂解阶段,以及大于 $600^{\circ}C$ 的焦化和矿物质分解阶段。热解产生的液相经过分离提纯,可以回收原油。

[0005] 工业用热载体主要有水、水蒸气、导热油和熔盐等。水作为热载体,其工作温度低于临界温度,通常为 $300^{\circ}C$ 左右。导热油热载体的工作温度在 $500^{\circ}C$ 以下。熔融的无机化合物称为熔融盐,熔融盐是由碱金属或碱土金属与卤化物、硅酸盐、碳酸盐、硝酸盐以及磷酸盐组成。同水溶液一样,熔融盐也是一种溶剂,是一种不含水的高温熔剂。熔融盐具有高温下的稳定性、在较宽温度范围内低的粘度,具有良好的导电性,较高的离子迁移和扩散速度,

高的热容量等。熔融盐工作温度范围为300℃~800℃。作为反应介质,熔融盐在反应器内温度场分布均匀,可避免热点的产生,颗粒与熔融盐接触时促进反应物的裂解。作为热载体和催化剂,熔融盐可促进氧传递及电子转移,发挥其催化活性。熔融盐的这些特殊性质,使其既可以作为含油污泥热化学转化的催化剂,又可作为含油污泥裂解过程中的热载体。

[0006] 但是,目前尚未提出以熔融盐作为催化剂及热载体,分解含油污泥的反应系统和装置。

发明内容

[0007] 本发明解决的技术问题是现有技术中的含油污泥焚烧处理技术、含油污泥化学热洗法处理技术和含油污泥热解法处理技术中热载体无法循环利用、能量损失大和形成二次污染的问题,提供了一种熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,以熔融盐为热载体循环利用,流化床为热解反应器。在高温环境下使油泥中的重质油经过裂解转化为轻质油,进而冷凝回收。

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供如下技术方案:

[0009] 本发明提出了一种熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器,包括:第一腔室和第二腔室,所述第一腔室与所述第二腔室通过通道结构连通,所述第一腔室中设置有反应装置和第一冷却室;所述第二腔室中设置有第二冷却室和冷凝室,所述反应装置、所述第一冷却室、所述第二冷却室和所述冷凝室依次连通;所述反应装置设置有反应室、含油污泥给料装置、高温熔融盐室、熔融盐循环装置、第一卸料口和第二卸料口;所述含油污泥给料装置与所述反应室连通,用于向所述反应室中添加含油污泥;所述高温熔融盐室与所述反应室连通,用于向所述反应室中添加高温熔融盐;所述熔融盐循环装置包括熔融盐循环进口和熔融盐循环出口,所述熔融盐循环进口与所述高温熔融盐室连通,所述熔融盐循环出口与所述反应室连通;所述第一卸料口与所述反应室的下部连通;所述第二卸料口与所述反应室的上部连通。

[0010] 在反应室中熔融盐热载体流化含油污泥,加热和热解气化含油污泥颗粒,生产热解气。第一冷却室置于反应室上部,两者相互串联布置。

[0011] 作为本发明的具体实施方式,所述第一冷却室中设置有第一冷却器,所述第一冷却器包括第一冷却器入口和第一冷却器出口。

[0012] 作为本发明的具体实施方式,所述第二冷却室中设置有第二冷却器,所述第二冷却器包括第二冷却器入口和第二冷却器出口。

[0013] 作为本发明的具体实施方式,所述冷凝室设置有冷凝装置、气体出口和第三卸料口。

[0014] 作为本发明的具体实施方式,在所述高温熔融盐室与所述反应室之间固定设置有熔融盐高温流体多孔板,所述熔融盐高温流体多孔板上设置有多个孔道。所述多孔板均匀布置有一定数量的孔道,孔道用于输送熔融盐热载体,同时可以阻断含油污泥通过多孔板。所述反应室位于多孔板上部空间。

[0015] 优选地,所述多孔板孔道的圆孔直径为1mm~3mm,所述圆孔之间距离为20mm~30mm。

[0016] 作为本发明的具体实施方式,所述熔融盐循环装置还包括依次连通的熔融盐颗粒

过滤器、熔融盐加热器和熔融盐循环泵。

[0017] 作为本发明的具体实施方式,所述第一腔室壁面设置为多层结构,所述多层结构由内而外依次包括高温砖墙层、混凝涂料层和耐腐涂料层。

[0018] 作为本发明的具体实施方式,所述第二腔室的内壁设置有耐腐涂料层。

[0019] 作为本发明的具体实施方式,所述第一腔室壁面设置有多个用于固定连接所述多层结构的托架,所述托架依次贯穿所述高温砖墙层厚度的 $1/3\sim 1/2$ 、所述混凝涂料层和所述耐腐涂料层。

[0020] 作为本发明的具体实施方式,所述高温砖墙的厚度为 $320\text{mm}\sim 460\text{mm}$ 。

[0021] 作为本发明的具体实施方式,所述混凝涂料层的厚度为 $120\text{mm}\sim 230\text{mm}$ 。

[0022] 作为本发明的具体实施方式,所述耐腐涂料层的厚度为 $1\text{mm}\sim 3\text{mm}$ 。

[0023] 作为本发明的具体实施方式,所述通道结构为水平连接段,且所述水平连接段的水平倾斜角度不大于 30° 。

[0024] 第二方面,本发明提出了一种熔融盐-含油污泥热化学转化系统,包括如下步骤:

[0025] S101:将高温熔融盐室中温度为 $500^\circ\text{C}\sim 650^\circ\text{C}$ 的高温熔融盐通入反应室,与通过含油污泥给料装置加入到所述反应室中的含油污泥在无氧环境下、 $500^\circ\text{C}\sim 700^\circ\text{C}$ 温度下进行热解反应,得到热解气和污泥颗粒,所述污泥颗粒分别通过第一卸料口和第二卸料口排出,所述热解气通入第一冷却室,反应后的熔融盐通过熔融盐循环装置回流至高温熔融盐室;

[0026] S102:将热解气通入第一冷却室,通过第一冷却器在 $-10\text{Pa}\sim -30\text{Pa}$ 压力下冷却至 $140^\circ\text{C}\sim 180^\circ\text{C}$;然后通入第二冷却室,通过第二冷却器在 $50^\circ\text{C}\sim 160^\circ\text{C}$ 温度下冷却后通入冷凝室,经冷凝装置冷凝后得到不凝气体和液相原油,从第三卸料口得到所述液相原油,所述不凝气体通过气体出口排出。

[0027] 作为本发明的具体实施方式,通过向所述第一冷却器中通入气体进行冷却,且通入所述第一冷却器入口的流体温度为 $25^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ 。

[0028] 作为本发明的具体实施方式,通过向所述第二冷却器中通入气体进行冷却,且通入所述第二冷却器入口的流体温度为 $25^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ 。

[0029] 作为本发明的具体实施方式,第一卸料口直径为 $89\text{mm}\sim 133\text{mm}$,第二卸料口直径为 $108\text{mm}\sim 159\text{mm}$,第三卸料口直径为 $89\text{mm}\sim 133\text{mm}$ 。

[0030] 作为本发明的具体实施方式,气体出口直径为 $200\text{mm}\sim 400\text{mm}$ 。

[0031] 作为本发明的具体实施方式,第一冷却器为冷却管道,管道直径为 $38\text{mm}\sim 51\text{mm}$,管道之间距离为 $80\text{mm}\sim 110\text{mm}$ 。

[0032] 作为本发明的具体实施方式,第二冷却器为冷却管道,管道直径为 $38\text{mm}\sim 51\text{mm}$,管道之间距离为 $80\text{mm}\sim 110\text{mm}$ 。

[0033] 第三方面,本发明提出了所述的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器和/或所述的熔融盐-含油污泥热化学转化系统在废弃物资源化利用、油田地面集输和环境治理技术领域中的应用。

[0034] 本发明与现有技术相比具有以下效果:

[0035] 熔融盐-含油污泥反应室内熔融盐热载体提供含油污泥热解气化所需要的高温热源,熔融盐热载体循环使用,无熔融盐流量的损失;

[0036] 高温熔融盐室置于第一腔室的底部, 包覆于高温砖墙、混凝涂料层、耐腐涂料层, 降低高温熔融盐的热量散失;

[0037] 通过设置第一冷却室和第二冷却室两个冷却室, 并分别在两个冷却室内设置冷却器, 可以降低出口热解气温度, 有效回收的热解气热量。

[0038] 本发明通过熔融盐热载体热源, 获得含油污泥颗粒流化所需要的流体、含油污泥颗粒热解所需要的高温热源, 得到低温热解气, 实现含油污泥的高效热解, 回收油田污泥热解产生的气体烃与热解油。与现有技术相比, 含油污泥热解效率高, 热载体无流量和热量损失。

附图说明

[0039] 图1为本发明实施例1的熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器结构示意图。

具体实施方式

[0040] 为使本发明要解决的技术问题、技术方案和优点更加清楚, 下面将结合具体实施例进行详细描述。

[0041] 实施例1

[0042] 如图1所示, 实施例1提出了一种熔融盐-含油污泥热化学转化流化床反应器, 包括第一腔室100和第二腔室200, 且第一腔室100与第二腔室200通过通道结构连通。

[0043] 第一腔室100中设置有反应装置110和第一冷却室120。

[0044] 第二腔室200中设置有第二冷却室130和冷凝室140。

[0045] 反应装置110、第一冷却室120、第二冷却室130和冷凝室140依次连通。

[0046] 反应装置110设置有反应室111、含油污泥给料装置112、高温熔融盐室113、熔融盐循环装置114、第一卸料口115和第二卸料口116。

[0047] 其中, 含油污泥给料装置112与反应室111连通, 用于向反应室111中添加含油污泥。

[0048] 高温熔融盐室113与反应室111连通, 用于向反应室111中添加高温熔融盐。

[0049] 熔融盐循环装置114包括熔融盐循环进口1141和熔融盐循环出口1142, 熔融盐循环进口1141与高温熔融盐室113连通, 熔融盐循环出口1142与反应室111连通。

[0050] 第一卸料口115与反应室111的下部连通。

[0051] 第二卸料口116与反应室111的上部连通。

[0052] 第一冷却室120中设置有第一冷却器121, 第一冷却器121包括第一冷却器入口1211和第一冷却器出口1212。

[0053] 第二冷却室130中设置有第二冷却器131, 第二冷却器131包括第二冷却器入口1311和第二冷却器出口1312。

[0054] 冷凝室140设置有冷凝装置141、气体出口142和第三卸料口143。

[0055] 在高温熔融盐室113与反应室111之间固定设置有熔融盐高温流体多孔板1131, 熔融盐高温流体多孔板1131上设置有多孔道。熔融盐高温流体多孔板1131均匀布置有一定数量的孔道, 孔道用于输送熔融盐热载体, 同时可以阻断含油污泥通过熔融盐高温流体多孔板1131。反应室111位于熔融盐高温流体多孔板1131上部空间。

[0056] 熔融盐高温流体多孔板1131孔道的圆孔直径为2mm,圆孔之间距离为25mm。

[0057] 熔融盐循环装置114还包括依次连通的熔融盐颗粒过滤器1143、熔融盐加热器1144和熔融盐循环泵1145。

[0058] 第一腔室100的壁面设置为多层结构,多层结构由内而外依次包括高温砖墙层151、混凝涂料层152和耐腐涂料层153。高温砖墙的厚度为400mm,混凝涂料层的厚度为200mm,耐腐涂料层的厚度为2mm。

[0059] 第二腔室200的壁面设置有耐腐涂料层153。

[0060] 第一腔室100的壁面设置有多个用于固定连接多层结构的托架150,托架150依次贯穿高温砖墙层151厚度的1/2、混凝涂料层152和耐腐涂料层153。

[0061] 作为本发明的另一种具体实施方式,连通第一腔室100与第二腔室200的通道结构设置为水平连接段160,且水平连接段160的水平倾斜角度为30°。

[0062] 作为本发明的另一种具体实施方式,第一卸料口115直径为120mm,第二卸料口116直径为125mm,第三卸料口143直径为100mm。

[0063] 作为本发明的另一种具体实施方式,气体出口142直径为300mm。

[0064] 作为本发明的另一种具体实施方式,第一冷却器121为冷却管道,管道直径为45mm,管道之间距离为100mm

[0065] 作为本发明的另一种具体实施方式,第二冷却器131为冷却管道,管道直径为45mm,管道之间距离为100mm。

[0066] 实施例2

[0067] 实施例2提出了利用实施例1的装置进行熔融盐-含油污泥热化学转化反应的方法,包括如下步骤:

[0068] (1) 将高温熔融盐室113中温度为580℃的高温熔融盐通入反应室111,与通过含油污泥给料装置112加入到反应室111中的含油污泥在无氧环境下、600℃温度下进行热解反应,得到热解气和污泥颗粒,污泥颗粒分别通过第一卸料口115和第二卸料口116排出,热解气通入第一冷却室120,反应后的熔融盐通过熔融盐循环装置114回流至高温熔融盐室113。其中,含油污泥给料装置的工作温度为580℃,工作压力为-40Pa。熔融盐加热器1144工作温度为580℃,工作压力为0.1MPa。熔融盐循环泵1145的工作温度为650℃,工作压力为0.15MPa。

[0069] (2) 将热解气通入第一冷却室120,通过第一冷却器121在-20Pa压力下冷却至160℃;然后通入第二冷却室130,通过第二冷却器131在100℃温度下冷却后通入冷凝室140,经冷却装置141冷凝后得到不凝气体和液相原油,从第三卸料口143得到液相原油,不凝气体通过气体出口142排出。其中,通过向第一冷却器121中通入气体进行冷却,且通入第一冷却器入口1211的气体温度为30℃。通过向第二冷却器131中通入气体进行冷却,且通入第二冷却器1311入口的气体温度为30℃。

[0070] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明所述原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

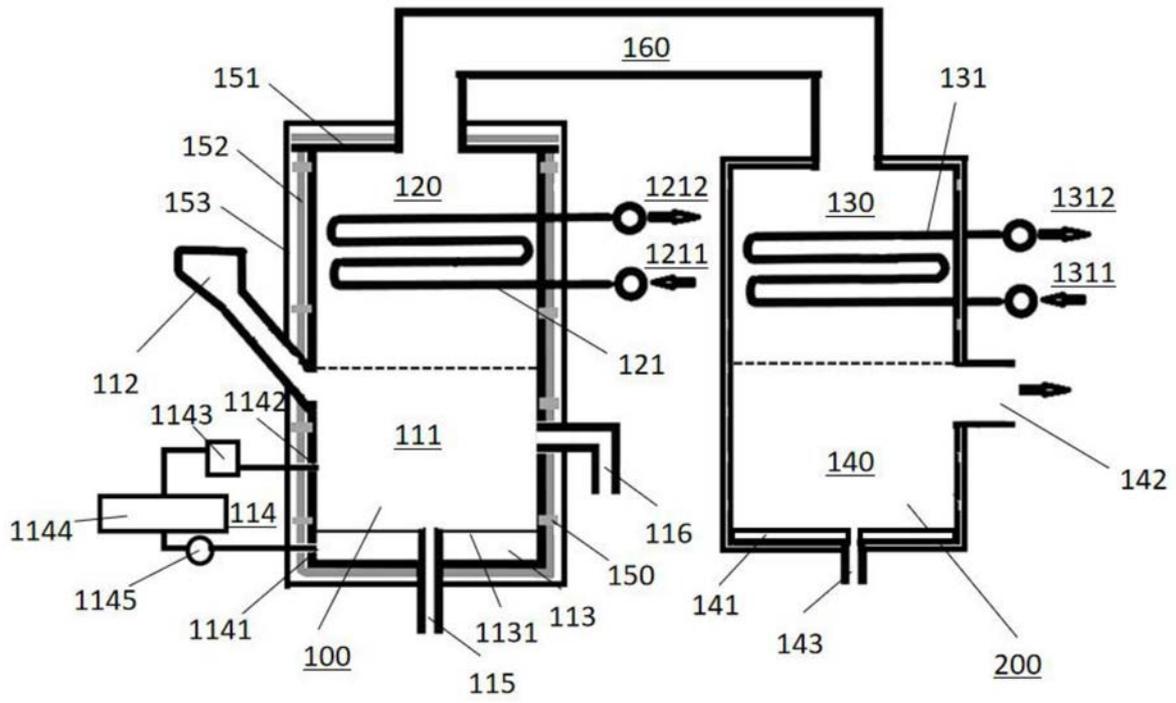


图1