



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107930538 A

(43)申请公布日 2018.04.20

(21)申请号 201711437488.4

(22)申请日 2017.12.26

(71)申请人 新奥科技发展有限公司

地址 065001 河北省廊坊市廊坊开发区广阳道北

(72)发明人 王青 赵晓 程乐明 周秋香

(74)专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司 11274

代理人 申健

(51) Int. Cl.

B01J 3/04(2006.01)

B01J 3/02(2006.01)

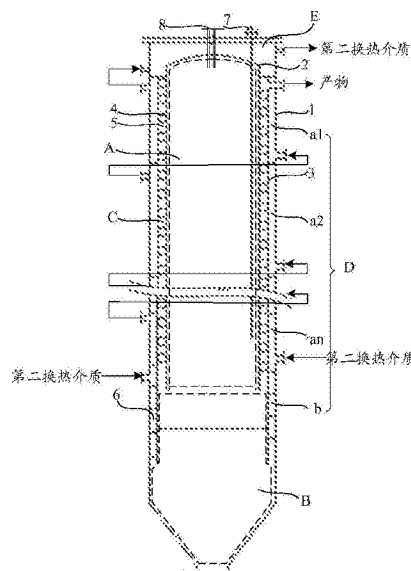
权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

一种超临界水氧化反应器、超临界水氧化系统及方法

(57)摘要

本发明涉及超临界水氧化技术领域,尤其涉及一种超临界水氧化反应器、超临界水氧化系统及方法。能够解决超临界水氧化反应器需要同时满足耐高温高压性和耐腐蚀性而带来的选材困难的问题,以及超临界水氧化反应器的堵塞问题,能够延长所述超临界水氧化反应器的使用寿命,提高系统运行的稳定性。一种超临界水氧化反应器,包括:外壁、内筒,以及设置在外壁和内筒之间的隔壁;所述内筒环绕的区域为反应区,所述外壁的底部设有排渣口,所述反应区和所述排渣口之间的区域为激冷区;所述内筒和所述隔壁围合成与所述反应区连通的第一换热夹层,所述隔壁和所述外壁围合成与所述激冷区连通的第二换热夹层;所述第一换热夹层上开设有产物出口。



CN 107930538 A

1. 一种超临界水氧化反应器,其特征在于,包括:

外壁、内筒,以及设置在所述外壁和内筒之间的隔壁;

其中,所述内筒环绕的区域为反应区,所述外壁的底部设有排渣口,所述反应区和所述排渣口之间的区域为激冷区;所述内筒和所述隔壁围合成与所述反应区连通的第一换热夹层,所述隔壁和所述外壁围合成与所述激冷区连通的第二换热夹层;

所述第一换热夹层上开设有产物出口,所述第一换热夹层内设置有换热管,所述换热管的外壁与所述第一换热夹层的内壁构成分别与所述产物出口和所述反应区连通的产物通道;

所述换热管用于在超临界水氧化反应过程中通入第一换热介质,对所述内筒和进入所述产物通道内的反应产物进行换热,所述第二换热夹层用于通入第二换热介质,对所述外壁进行换热。

2. 根据权利要求1所述的超临界水氧化反应器,其特征在于,

所述换热管螺旋盘绕在所述第一换热夹层内。

3. 根据权利要求1或2所述的超临界水氧化反应器,其特征在于,

所述隔壁为上下两端开口的筒状结构,且所述隔壁的上端分别与所述外壁的侧壁和所述内筒的侧壁连接,与所述外壁的顶部和所述内筒的顶部围合成顶部换热区域,并与所述外壁的侧壁围合成下端开口的所述第二换热夹层,与所述内筒的侧壁围合成下端开口的所述第一换热夹层。

4. 根据权利要求3所述的超临界水氧化反应器,其特征在于,

所述第二换热夹层从上到下包括对应所述反应区的至少两个独立的第一换热区域,和对应所述激冷区的一个独立的第二换热区域;

其中,所述第二换热区域的上部设有进液口,所述第二换热夹层的下端开口为所述第二换热区域的出液口。

5. 根据权利要求4所述的超临界水氧化反应器,其特征在于,

各个所述第一换热区域与顶部换热区域从下到上依次串联连通为一条换热介质通道。

6. 根据权利要求4所述的超临界水氧化反应器,其特征在于,

各个所述第一换热区域与顶部换热区域按照从下到上依次间隔串联的方式连通为至少两条独立的换热介质通道。

7. 根据权利要求5或6所述的超临界水氧化反应器,其特征在于,

各个所述子换热区域与所述顶部换热区域分别通过下部进液口和上部出液口串联连通。

8. 根据权利要求4所述的超临界水氧化反应器,其特征在于,

所述第二换热区域内设置有分别与所述第二换热区域的进液口和出液口连通的螺旋状通道。

9. 根据权利要求3所述的超临界水氧化反应器,其特征在于,

所述第二换热区域的出液口的出液方向为斜向下。

10. 一种超临界水氧化系统,其特征在于,包括如权利要求1-9任一项所述的超临界水氧化反应器。

11. 根据权利要求10所述的超临界水氧化系统,其特征在于,

所述超临界水氧化系统还包括原料输送装置、氧气输送装置和原料预热器；

其中，所述原料预热器包括第一预热介质通道和原料通道，所述原料输送装置的出口与所述原料通道的入口连通，所述原料通道的出口与所述换热管的进口连通，所述换热管的出口与所述超临界水氧化反应器的原料入口连通，所述氧气输送装置的出口与所述超临界水氧化反应器的氧气入口连通；

所述第一预热介质通道用于通入第一预热介质，对流经所述原料通道的待反应原料进行预热。

12. 根据权利要求11所述的超临界水氧化系统，其特征在于，

当所述隔壁为上下两端开口的筒状结构，且所述隔壁的上端分别与所述外壁的侧壁和所述内筒的侧壁连接，与所述外壁的顶部和所述内筒的顶部围合成顶部换热区域，并与所述外壁的侧壁围合成下端开口的所述第二换热夹层，与所述内筒的侧壁围合成下端开口的所述第一换热夹层时；

所述第一预热介质通道的入口与所述超临界水氧化反应器中的顶部换热区域的出液口连通，所述第一预热介质通道的出口与所述第二换热夹层的入口连通。

13. 根据权利要求11所述的超临界水氧化系统，其特征在于，

所述氧气输送装置包括依次连通的液氧储罐、液氧输送泵和液氧气化器，其中，所述液氧气化器内还设置有第二预热介质通道，所述第二预热介质通道用于通入第二预热介质，将进入所述液氧气化器中的液氧加热为氧气。

14. 根据权利要求13所述的超临界水氧化系统，其特征在于，

所述超临界水氧化系统还包括反应产物冷却装置，所述反应产物冷却装置包括冷却水通道和反应产物通道，其中，所述反应产物通道的入口与所述超临界水氧化器的产物出口连通，所述冷却水通道用于通入冷却水，对进入所述反应产物通道内的产物进行换热。

15. 根据权利要求14所述的超临界水氧化系统，其特征在于，

所述反应产物冷却装置的冷却水通道的入口与所述第二预热介质通道的出口连通，所述冷却水通道的出口与所述第二预热介质通道的入口连通。

16. 一种超临界水氧化方法，其特征在于，包括：

将待反应原料分批通入如权利要求1-9任一项所述的超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应，同时，向所述第二换热夹层中通入第一部分冷却水对外壁进行换热，并对超临界水氧化反应产生的灰渣进行激冷；并在上一批待反应原料进行超临界水氧化反应时，将下一批待反应原料通入所述换热管中进行预热处理，如此不断循环，直至将最后一批待反应原料通入所述超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应为止。

17. 根据权利要求16所述的超临界水氧化方法，其特征在于，

在将待反应原料分批通入如权利要求1-9任一项所述的超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应之前，所述方法还包括：

在所述激冷区通入第二部分冷却水，并对所述第二换热夹层形成液封。

18. 根据权利要求17所述的超临界水氧化方法，其特征在于，

当所述隔壁为上下两端开口的筒状结构，且所述隔壁的上端分别与所述外壁的侧壁和所述内筒的侧壁连接，与所述外壁的顶部和所述内筒的顶部围合成顶部换热区域，并与所述外壁的侧壁围合成下端开口的所述第二换热夹层，与所述内筒的侧壁围合成下端开口的

所述第一换热夹层时；

所述激冷区的液位高度高于所述隔壁的下端的水平高度，而低于所述内筒的下端的水平高度。

19. 根据权利要求18所述的超临界水氧化方法，其特征在于，

所述激冷区的液位高度与所述隔壁的下端的水平高度之间的高度差为10-20cm。

一种超临界水氧化反应器、超临界水氧化系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超临界水氧化技术领域,尤其涉及一种超临界水氧化反应器、超临界水氧化系统及方法。

背景技术

[0002] 所谓超临界水,是指当气压和温度达到一定值时,因高温而膨胀的水的密度和因高压而被压缩的水蒸气的密度正好相同时的水。即当水处于其临界点(374.3℃,22.05MPa)的高温高压状态时被称为超临界水(Supercritical Water,简称SCW),在此条件下水具有许多独特的性质。如烃类等非极性有机物与极性有机物一样可完全与超临界水互溶,氧气、氮气、一氧化碳、二氧化碳等气体也都能以任意比例溶于超临界水中,无机物尤其是盐类在超临界水中的溶解度很小。超临界水还具有很好的传质、传热性质。这些特性使得超临界水成为一种优良的反应介质。

[0003] 超临界水氧化技术是利用超临界水作为介质,将含有有机物的物料用氧气分解为水和二氧化碳等小分子化合物的技术,由于超临界水与有机物和气体具有良好的互溶性,因此,有机物能够在富氧的均一相中发生氧化反应,反应不存在需要相间转移而产生的限制,并且,反应较为彻底,反应产物清洁、无污染,不会产生硫氧化物、氮氧化物和二噁英等有害气体,有利于环境保护。

[0004] 但是,由于超临界水氧化反应条件为高温高压,且超临界水反应体系中常含有不溶于超临界水的腐蚀性离子,因此,作为超临界水反应的容器,超临界水氧化反应器的耐高温高压特性和耐腐蚀性,以及超临界水氧化反应所产生的灰渣的堵塞问题等直接影响着超临界水氧化反应的彻底性和系统运行的稳定性,从而限制了超临界水氧化反应器的应用。

发明内容

[0005] 本发明的实施例提供一种超临界水氧化反应器、超临界水氧化系统及方法,通过分层设计,能够解决超临界水氧化反应器需要同时满足耐高温高压性和耐腐蚀性而带来的选材困难的问题,以及超临界水氧化反应器的堵塞问题,能够延长所述超临界水氧化反应器的使用寿命,提高系统运行的稳定性。

[0006] 为达到上述目的,本发明的实施例采用如下技术方案:

[0007] 第一方面,本发明实施例提供一种超临界水氧化反应器,包括:

[0008] 外壁、内筒,以及设置在所述外壁和内筒之间的隔壁;

[0009] 其中,所述内筒环绕的区域为反应区,所述外壁的底部设有排渣口,所述反应区和所述排渣口之间的区域为激冷区;所述内筒和所述隔壁围合成与所述反应区连通的第一换热夹层,所述隔壁和所述外壁围合成与所述激冷区连通的第二换热夹层;

[0010] 所述第一换热夹层上开设有产物出口,所述第一换热夹层内设置有换热管,所述换热管的外壁与所述第一换热夹层的内壁构成分别与所述产物出口和所述反应区连通的产物通道;

[0011] 所述换热管用于在超临界水氧化反应过程中通入第一换热介质,对所述内筒和进入所述产物通道内的产物进行换热,所述第二换热夹层用于通入第二换热介质,对所述外壁进行换热。

[0012] 可选的,所述换热管螺旋盘绕在所述第一换热夹层内。

[0013] 可选的,所述隔壁为上下两端开口的筒状结构,且所述隔壁的上端分别与所述外壁的侧壁和所述内筒的侧壁连接,与所述外壁的顶部和所述内筒的顶部围合成顶部换热区域,并与所述外壁的侧壁围合成下端开口的所述第二换热夹层,与所述内筒的侧壁围合成下端开口的所述第一换热夹层。

[0014] 可选的,所述第二换热夹层从上到下包括对应所述反应区的至少两个独立的第一换热区域,和对应所述激冷区的一个独立的第二换热区域;

[0015] 其中,所述第二换热区域的上部设有进液口,所述第二换热夹层的下端开口为所述第二换热区域的出液口。

[0016] 可选的,各个所述第一换热区域与顶部换热区域从下到上依次串联连通为一条换热介质通道。

[0017] 可选的,各个所述第一换热区域与顶部换热区域按照从下到上依次间隔串联的方式连通为至少两条独立的换热介质通道。

[0018] 可选的,各个所述第一换热区域与所述顶部换热区域分别通过下部进液口和上部出液口串联连通。

[0019] 可选的,所述第二换热区域内设置有分别与所述第二换热区域的进液口和出液口连通的螺旋状通道。

[0020] 可选的,所述第二换热区域的出液口的出液方向为斜向下。

[0021] 第二方面,本发明实施例提供一种超临界水氧化系统,包括如上所述的超临界水氧化反应器。

[0022] 可选的,所述超临界水氧化系统还包括原料输送装置、氧气输送装置和原料预热器;

[0023] 其中,所述原料预热器包括第一预热介质通道和原料通道,所述原料输送装置的出口与所述原料通道的入口连通,所述原料通道的出口与所述换热管的进口连通,所述换热管的出口与所述超临界水氧化反应器的原料入口连通,所述氧气输送装置的出口与所述超临界水氧化反应器的氧气入口连通;

[0024] 所述第一预热介质通道用于通入第一预热介质,对流经所述原料通道的待反应原料进行预热。

[0025] 可选的,当所述隔壁为上下两端开口的筒状结构,且所述隔壁的上端分别与所述外壁的侧壁和所述内筒的侧壁连接,与所述外壁的顶部和所述内筒的顶部围合成顶部换热区域,并与所述外壁的侧壁围合成下端开口的所述第二换热夹层,与所述内筒的侧壁围合成下端开口的所述第一换热夹层时;

[0026] 所述第一预热介质通道的入口与所述超临界水氧化反应器中的顶部换热区域的出液口连通,所述第一预热介质通道的出口与所述第二换热夹层的入口连通。

[0027] 可选的,所述氧气输送装置包括依次连通的液氧储罐、液氧输送泵和液氧气化器,其中,所述液氧气化器内还设置有第二预热介质通道,所述第二预热介质通道用于通入第

二预热介质,将进入所述液氧气化器中的液氧加热为氧气。

[0028] 可选的,所述超临界水氧化系统还包括反应产物冷却装置,所述反应产物冷却装置包括冷却水通道和反应产物通道,其中,所述反应产物通道的入口与所述超临界水氧化器的产物出口连通,所述冷却水通道用于通入冷却水,对进入所述反应产物通道内的产物进行换热。

[0029] 可选的,所述反应产物冷却装置的冷却水通道的入口与所述第二预热介质通道的出口连通,所述冷却水通道的出口与所述第二预热介质通道的入口连通。

[0030] 再一方面,本发明实施例提供一种超临界水氧化方法,包括:

[0031] 将待反应原料分批通入如上所述的超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应,同时,向所述第二换热夹层中通入第一部分冷却水对外壁进行换热,并对超临界水氧化反应产生的灰渣进行激冷;并在上一批待反应原料进行超临界水氧化反应时,将下一批待反应原料通入所述换热管中进行预热处理,如此不断循环,直至将最后一批待反应原料通入所述超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应为止。

[0032] 可选的,在将待反应原料分批通入如上所述的超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应之前,所述方法还包括:

[0033] 在所述激冷区通入第二部分冷却水,并对所述第二换热夹层形成液封。

[0034] 可选的,当所述隔壁为上下两端开口的筒状结构,且所述隔壁的上端分别与所述外壁的侧壁和所述内筒的侧壁连接,与所述外壁的顶部和所述内筒的顶部围合成顶部换热区域,并与所述外壁的侧壁围合成下端开口的所述第二换热夹层,与所述内筒的侧壁围合成下端开口的所述第一换热夹层时;

[0035] 所述激冷区的液位高度高于所述隔壁的下端的水平高度,而低于所述内筒的下端的水平高度。

[0036] 可选的,所述激冷区的液位高度与所述隔壁的下端的水平高度之间的高度差为10-20cm。

[0037] 本发明实施例提供一种超临界水氧化反应器、超临界水氧化系统及方法,通过设置外壁和内筒,所述内筒环绕的区域为反应区,所述外壁的底部为排渣口,所述反应区和所述排渣口之间的区域为激冷区,因此,所述内筒环绕的区域为温度最高的区域,通过在所述内筒和所述外壁之间设置隔壁,所述内筒和所述隔壁围绕成与所述反应区连通的第一换热夹层,所述隔壁和所述外壁围绕成与所述激冷区连通的第二换热夹层,所述第一换热夹层上设有产物出口,且所述第一换热夹层内设有换热管,这样一来,在所述反应区发生超临界水氧化反应时,一方面,通过向所述换热管内通入第一换热介质,超临界水氧化反应产生的产物可经第一换热介质换热之后经所述产物出口排出,在此过程中,所述第一换热介质能够对所述内筒进行换热,降低所述内筒的温度,且所述内筒的内外基本没有压差,所述内筒在选材时仅需要考虑其耐高温性即可,能够有效降低所述内筒在高温高压下容易被腐蚀的风险,同时还能够充分利用超临界水氧化反应产生的反应热。另一方面,通过向所述第二换热夹层通入第二换热介质,能够对所述外壁进行换热,所述外壁在选材时仅需要承受换热介质所带来的高压冲击即可,同样能够降低所述外壁在高温高压下容易被腐蚀的风险;同时,由于激冷区通常通入有冷却水,用于对超临界水氧化反应产生的灰渣进行激冷,可以通过控制所述冷却水的液位高度,对所述第二换热夹层形成液封,在向所述第二换热夹层内

通入第二换热介质对所述外壁进行降温的同时,还能够对落入所述外壁底部的灰渣颗粒进行扰动,避免超临界水氧化反应器发生堵塞,在此超临界水氧化反应器中,通过分层设计,解决了超临界水氧化反应器需要同时满足耐高温高压性和耐腐蚀性而带来的选材困难的问题,以及超临界水氧化反应器的堵塞问题,能够延长所述超临界水氧化反应器的使用寿命,提高系统运行的稳定性。

附图说明

[0038] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0039] 图1为本发明实施例提供的一种超临界水氧化反应器的结构示意图;

[0040] 图2为本发明实施例提供的另一种超临界水氧化反应器的结构示意图;

[0041] 图3为本发明实施例提供的一种超临界水氧化系统的结构示意图;

[0042] 图4为本发明实施例提供的另一种超临界水氧化系统的结构示意图;

[0043] 图5为本发明实施例提供的另一种超临界水氧化系统的结构示意图;

[0044] 图6为本发明实施例提供的另一种超临界水氧化系统的结构示意图;

[0045] 图7为本发明实施例提供的另一种超临界水氧化系统的结构示意图;

[0046] 图8为本发明实施例提供的再一种超临界水氧化系统的结构示意图。

具体实施方式

[0047] 下面将结合本专利申请实施例中的附图,对本专利申请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专利申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本专利申请中的实施例,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,都属于本专利申请保护的范围。

[0048] 在本专利申请的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“上”、

[0049] “下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、

[0050] “顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本专利申请和简化描述,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专利申请的限制。在本专利申请的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0051] 第一方面,本发明实施例提供一种超临界水氧化反应器,参见图1,包括:

[0052] 外壁1、内筒2,以及设置在所述外壁1和所述内筒2之间的隔壁3;

[0053] 其中,所述内筒2环绕的区域为反应区A,所述外壁1的底部设有排渣口,所述反应区A与所述排渣口之间的区域为激冷区B,所述内筒2和所述隔壁3围合成与所述反应区A连通的第一换热夹层C,所述隔壁3和外壁1围合成与所述激冷区B连通的第二换热夹层D;

[0054] 所述第一换热夹层C上开设有产物出口,所述第一换热夹层C内设置有换热管4,所述换热管4的外壁与所述第一换热夹层C的内壁构成分别与所述产物出口和所述反应区A连通的产物通道5;

[0055] 所述换热管4用于在超临界水氧化反应过程中通入第一换热介质,对所述内筒2和进入所述产物通道5内的产物进行换热,所述第二换热夹层D用于通入第二换热介质,对所述外壁1进行换热。

[0056] 本发明实施例提供一种超临界水氧化反应器,通过设置外壁1和内筒2,所述内筒2环绕的区域为反应区A,所述外壁1的底部为排渣口,所述反应区A和所述排渣口之间的区域为激冷区B,因此,所述内筒2环绕的区域为温度最高的区域,通过在所述内筒2和所述外壁1之间设置隔壁3,所述内筒2和所述隔壁3围绕成与所述反应区A连通的第一换热夹层C,所述隔壁3和所述外壁1围绕成与所述激冷区B连通的第二换热夹层D,所述第一换热夹层C上设有产物出口,且所述第一换热夹层C内设有换热管4,这样一来,在所述反应区A发生超临界水氧化反应时,一方面,通过向所述换热管4内通入第一换热介质,超临界水氧化反应产生的反应产物可经第一换热介质换热之后经所述产物出口排出,在此过程中,所述第一换热介质能够对所述内筒2进行换热,降低所述内筒2的温度,且所述内筒2的内外基本没有压差,所述内筒2在选材时仅需要考虑其耐高温性即可,能够有效降低所述内筒2在高温高压下容易被腐蚀的风险,同时还能够充分利用超临界水氧化反应产生的反应热。另一方面,通过向所述第二换热夹层D通入第二换热介质,能够对所述外壁1进行换热,所述外壁1在选材时仅需要承受换热介质所带来的高压冲击即可,同样能够降低所述外壁1在高温高压下容易被腐蚀的风险;同时,由于激冷区B通常通入有冷却水,用于对超临界水氧化反应产生的灰渣进行激冷,可以通过控制所述冷却水的液位高度,对所述第二换热夹层形成液封,在向所述第二换热夹层D内通入第二换热介质对所述外壁1进行降温的同时,还能够对落入所述外壁1底部的灰渣颗粒进行扰动,避免超临界水氧化反应器发生堵塞,在此超临界水氧化反应器中,通过分层设计,解决了超临界水氧化反应器需要同时满足耐高温高压性和耐腐蚀性而带来的选材困难的问题,以及超临界水氧化反应器的堵塞问题,能够延长所述超临界水氧化反应器的使用寿命,提高系统运行的稳定性。

[0057] 本发明的一实施例中,所述换热管4螺旋盘绕在所述第一换热夹层C内。这样能够在所述第一换热夹层C内形成螺旋状的产物通道5,提高所述换热管4对产物的换热效果。

[0058] 本发明的又一实施例中,所述隔壁3为上下两端开口的筒状结构,且所述隔壁3的上端分别与所述外壁1的侧壁和所述内筒2的侧壁连接,与所述外壁1的顶部和所述内筒2的顶部围合成顶部换热区域E,并与所述外壁1的侧壁围合成下端开口的第二换热夹层D,与所述内筒2的侧壁围合成下端开口的所述第一换热夹层C。这样一来,一方面,通过在所述顶部换热区域E通入换热介质,能够防止反应物料返混造成的高温对所述外壁1和所述内筒2的顶部的腐蚀,另一方面,所述产物出口可以设置在所述第一换热夹层C的上部,同时,还可以将所述换热管4从下到上螺旋盘绕在所述第一换热夹层C内,可形成从下到上延伸设置的螺旋状的产物通道5,能够提高产物通道5的流程,从而能够进一步提高产物的换热效果。

[0059] 本发明的一优选实施例中,所述第二换热夹层D从上到下包括对应所述反应区A的至少两个独立的第一换热区域a,和对应所述激冷区B的一个独立的第二换热区域b;

[0060] 其中,所述第二换热区域b的上部设有进液口,所述第二换热夹层D的下端开口为所述第二换热区域b的出液口。

[0061] 在本发明实施例中,通过将所述第二换热夹层D从上到下分隔为独立的第一换热区域a和第二换热区域b,能够提高所述外壁1的换热效果。同时,通过在所述第二换热区域b

通入第二换热介质,所述第二换热介质能够在对所述外壁1进行换热的同时,经所述第二换热区域b的出液口进入所述激冷区B,对激冷区B中的冷却水进行扰动,能够避免激冷区B中的灰渣颗粒的沉积,提高排渣效果。

[0062] 这里,所述第一换热区域a和第二换热区域b可以通过设置在所述第二换热夹层D内的环状隔板分隔形成。

[0063] 其中,第一种可能的实现方式中,各个所述第一换热区域a与顶部换热区域E从下到上依次串联连通为一条换热介质通道。在这种可能的实现方式中,最底层的第一换热区域a通入的换热介质的温度最低,越往上,换热介质的温度逐渐升高,能够实现充分回收反应热,并能够节约用水。

[0064] 这里以所述子换热区域为n个为例,对各个所述第一换热区域a与顶部换热区域E依次串联连通的具体连接方式进行说明。

[0065] 具体的,参见图1,将各个所述第一换热区域a从上到下依次标记为第一层第一换热区域a1、第二层第一换热区域a2、...和第n层第一换热区域an,将第二换热介质通过第n层第一换热区域an的进液口通入所述第n层子换热区域an中,再分别将下一层第一换热区域的出液口依次与上一层第一换热区域的进液口连通(即第n层第一换热区域an的出液口与第n-1层子换热区域a(n-1)的进液口连通,第n-1层第一换热区域a(n-1)的出液口与第n-2层第一换热区域a(n-2)的进液口连通, ..., 第二层子第一换热区域a2的出液口与第一层子第一换热区域a1的进液口连通),最后,将第一层子第一换热区域a1的出液口与所述顶部换热区域E的进液口连通,所述第二换热介质从所述顶部换热区域E的出液口排出。

[0066] 第二种可能的实现方式中,参见图2,各个所述第一换热区域a与顶部换热区域E按照从下到上依次间隔串联的方式连通为至少两条换热介质通道。在这种可能的实现方式中,通过将各个第一换热区域a和所述顶部换热区域E通过至少两条换热介质通道间隔串联连通,与通过一条换热介质通道串联连通相比,能够加大换热介质与物料之间的温差,提高换热效率,并能够通过设置合理的串联,实现热量的充分回收利用以及节约用水。

[0067] 这里以所述第一换热区域为n个为例,对各个所述第一换热区域a与顶部换热区域E按照从下到上依次间隔串联的方式连通为至少两条换热介质通道的具体连接方式进行说明。

[0068] 具体的,可以将各个第一换热区域a和顶部换热区域E从下到上分为至少两组,使得每一组中各个第一换热区域a之间间隔排列,并使得顶部换热区域E与所在组中从下到上排列的最后一个第一换热区域a之间间隔排列,将各组中的各个换热区域分别从下到上依次串联连通为一条独立的换热介质通道。

[0069] 这里,以各个所述第一换热区域a与顶部换热区域E按照从下到上依次间隔串联的方式连通为两条换热介质通道为例进行说明,具体的,将所述第一换热区域a从上到下依次标记为第一层第一换热区域a1、第二层第一换热区域a2、...和第n层第一换热区域an,可以将第二换热介质分别自第n层第一换热区域an的进液口和第n-1层第一换热区域a(n-1)的进液口通入,分别将各个偶数层第一换热区域中下一层第一换热区域的出液口与上一层第一换热区域的进液口连通,将各个奇数层第一换热区域中下一层第一换热区域的出液口与上一层第一换热区域的进液口连通(如当所述n为偶数时,将第n层第一换热区域an的出液口与第n-2层第一换热区域a(n-2)的进液口连通,第n-2层第一换热区域a(n-2)的出液口与

第 $n-4$ 层第一换热区域 $a(n-4)$ 的进液口连通, ..., 第四层第一换热区域 a_4 的出液口与第二层第一换热区域 a_2 的进液口连通, 将第 $n-1$ 层第一换热区域 $a(n-1)$ 的出液口与第 $n-3$ 层第一换热区域 $a(n-3)$ 的进液口连通, 第 $n-3$ 层第一换热区域 $a(n-3)$ 的出液口与第 $n-5$ 层第一换热区域 $a(n-5)$ 的进液口连通, ..., 第三层第一换热区域 a_3 的出液口与第一层第一换热区域 a_1 的进液口连通), 最后, 将第二层第一换热区域 a_2 的出液口与顶部换热区域E的进液口连通, 换热介质可以分别经顶部换热区域E的出液口和第一层第一换热区域 a_1 的出液口排出。

[0070] 其中, 当将各个第一换热区域 a 和顶部换热区域E从下到上分为三组以上时, 每一组中的各个换热区域之间可以间隔一个换热区域进行排列, 也可以间隔2个以上换热区域进行排列, 这里不做限定。

[0071] 为了进一步提高换热效果, 优选的, 参见图1和图2, 各个所述第一换热区域 a 与所述顶部换热区域E分别通过下部进液口和上部出液口串联连通。

[0072] 本发明的又一实施例中, 所述反应区A内还设置有多点测温仪7, 所述多点测温仪7用于对不同高度处的温度进行测量。

[0073] 本发明的又一实施例中, 参见图1和图2, 所述第二换热区域b内设置有分别与所述第二换热区域b的进液口和出液口连通的螺旋状通道6。

[0074] 在本发明实施例中, 通过向所述第二换热区域b通入第二换热介质, 所述第二换热介质可经所述螺旋状通道6进入所述激冷区B中, 能够对所述外壁1对应所述激冷区B的区域进行单独降温, 且由于所述激冷区B通常通入有冷却水, 因此, 通过对所述第二换热夹层C的下端开口形成液封, 所述第二换热介质进入所述激冷区B对所述激冷区B的冷却水造成扰动, 能够防止落入所述外壁1底部的灰渣颗粒的沉积, 从而有利于灰渣的排出, 避免发生堵塞。

[0075] 本发明的又一优选实施例中, 所述第二换热区域b的出液口的出液方向为斜向下。

[0076] 这样一来, 对排渣口处的灰渣向斜下方冲刷, 便于灰渣的排出。

[0077] 这里, 可以将所述外壁1的内侧对应所述第二换热区域b的出液口的位置设置为斜面结构, 所述第二换热区域b中的第二换热介质可沿所述外壁1的内侧斜向下流出所述第二换热区域b。

[0078] 进一步地, 所述第二换热区域b的出液口的出液方向与水平面的夹角为 $15-45$ 度。

[0079] 本发明的一实施例中, 参见图1和图2, 所述超临界水氧化反应器的顶部还安装有进料喷嘴8, 所述进料喷嘴8与所述反应区A连通。

[0080] 第二方面, 本发明实施例提供一种超临界水氧化系统, 参见图3, 包括如上所述的超临界水氧化反应器01。

[0081] 本发明实施例提供一种超临界水氧化系统, 由于所述超临界水氧化系统采用如上所述的超临界水氧化反应器01, 而所述超临界水氧化反应器01通过设置外壁1和内筒2, 所述内筒2环绕的区域为反应区A, 所述外壁1的底部为排渣口, 所述反应区A和所述排渣口之间的区域为激冷区B, 因此, 所述内筒2环绕的区域为温度最高的区域, 通过在所述内筒2和所述外壁1之间设置隔壁3, 所述内筒2和所述隔壁3围绕成与所述反应区A连通的第一换热夹层C, 所述隔壁3和所述外壁1围绕成与所述激冷区B连通的第二换热夹层D, 所述第一换热夹层C上设有产物出口, 且所述第一换热夹层C内设有换热管4, 这样一来, 在所述反应区A发

生超临界水氧化反应时,一方面,通过向所述换热管4内通入第一换热介质,超临界水氧化反应产生的产物可经第一换热介质换热之后经所述产物出口排出,在此过程中,所述第一换热介质能够对所述内筒2进行换热,降低所述内筒2的温度,且所述内筒2的内外基本没有压差,所述内筒2在选材时仅需要考虑其耐高温性即可,能够有效降低所述内筒2在高温高压下容易被腐蚀的风险,同时还能够充分利用超临界水氧化反应产生的反应热。另一方面,通过向所述第二换热夹层D通入第二换热介质,能够对所述外壁1进行换热,所述外壁1在选材时仅需要承受换热介质所带来的高压冲击即可,同样能够降低所述外壁1在高温高压下容易被腐蚀的风险;同时,由于激冷区B通常通入有冷却水,用于对超临界水氧化反应产生的灰渣进行激冷,可以通过控制所述冷却水的液位高度,对所述第二换热夹层形成液封,在向所述第二换热夹层D内通入第二换热介质对所述外壁1进行降温的同时,还能够对落入所述外壁1底部的灰渣颗粒进行扰动,避免超临界水氧化反应器发生堵塞,在此超临界水氧化反应器中,通过分层设计,解决了超临界水氧化反应器需要同时满足耐高温高压性和耐腐蚀性而带来的选材困难的问题,以及超临界水氧化反应器的堵塞问题,能够延长所述超临界水氧化反应器的使用寿命,提高系统运行的稳定性。

[0082] 本发明的又一实施例中,参见图3,所述超临界水氧化系统还包括原料输送装置02、氧气输送装置03和原料预热器04;

[0083] 其中,所述原料预热器04包括第一预热介质通道和原料通道,所述原料输送装置02的出口与所述原料通道的入口连通,所述原料通道的出口与所述换热管4的进口连通,所述换热管4的出口与所述超临界水氧化反应器01的原料入口连通,所述氧气输送装置03的出口与所述超临界水氧化反应器01的氧气入口连通;

[0084] 所述第一预热介质通道用于通入第一预热介质,对流经所述原料通道的待反应原料进行预热。

[0085] 这样一来,通过将待反应原料进行预热后输送入所述换热管4中对所述内筒1和进入所述产物通道的产物进行换热,能够对所述待反应原料进行预热的同时,充分利用反应热。

[0086] 其中,所述第一预热介质可以为热水。

[0087] 为了充分利用热量,优选的,当所述隔壁3为上下两端开口的筒状结构,且所述隔壁3的上端分别与所述外壁1的侧壁和所述内筒2的侧壁连接,与所述外壁1的顶部和所述内筒2的顶部围合成顶部换热区域E,并与所述外壁1的侧壁围合成下端开口的所述第二换热夹层D,与所述内筒2的侧壁围合成下端开口的所述第一换热夹层C时;

[0088] 所述第一预热介质通道的入口与所述顶部换热区域E的出液口连通,所述第一预热介质通道的出口与所述第二换热夹层D的入口连通。

[0089] 其中,参见图4,所述原料输送装置02可以包括原料储罐021和输送泵022,所述输送泵022的输入端与所述原料储罐021连通,所述输送泵022的输出端与所述换热管4的进口连通。

[0090] 本发明的又一实施例中,所述氧气输送装置03包括依次连通的液氧储罐031、液氧输送泵032和液氧气化器033;

[0091] 其中,所述液氧气化器033还可以包括第二预热介质通道,所述第二预热介质通道033用于通入第二预热介质,将进入所述液氧气化器033中的液氧加热为氧气。

[0092] 其中,所述第二预热介质可以为热水。

[0093] 本发明的又一实施例中,参见图5,所述超临界水氧化系统还可以包括反应产物冷却装置05,所述反应产物冷却装置05可以包括冷却介质通道和反应产物通道,其中,所述反应产物通道的入口与所述超临界水氧化器01的产物出口连通,所述冷却介质通道用于通入冷却介质,对进入所述反应产物通道内的产物进行换热。

[0094] 其中,所述冷却介质可以为冷却水。

[0095] 为了节约用水,并提高换热效率,优选的,所述反应产物冷却装置05的冷却介质通道的入口与所述第二预热介质通道的出口连通,所述冷却介质通道的出口与所述第二预热介质通道的入口连通。

[0096] 本发明的再一实施例中,参见图6,所述超临界水氧化系统还可以包括气液分离器06,所述气液分离器06包括产物入口,以及气体出口和液体出口;

[0097] 其中,所述气液分离器06的产物入口与所述反应产物通道的出口连通。

[0098] 通过对反应产物进行气液分离,可分别对不同状态的反应产物进行分类处理。

[0099] 其中,为了进一步提高第一预热介质与所述内筒1和产物的换热效果,参见图7和图8,优选的,所述第一预热介质通道的出口与所述换热管4之间还设置有第一循环冷却系统07,所述第一循环冷却系统07用于对所述第一预热介质进行进一步冷却。

[0100] 同样的,为了进一步提高所述第二预热介质与反应产物的换热效果。优选的,所述第二预热介质通道的出口与所述冷却介质通道的入口之间还设置有第二循环冷却系统08,所述第二循环冷却系统08用于对所述第二预热介质进行进一步冷却。

[0101] 第三方面,本发明实施例提供一种超临界水氧化方法,包括:

[0102] 将待反应原料分批通入如上所述的超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应,同时,向所述第二换热夹层中通入第一部分冷却水对外壁进行换热,并对超临界水氧化反应产生的灰渣进行激冷;并在上一批待反应原料进行超临界水氧化反应时,将下一批待反应原料通入所述换热管中进行预热处理,如此不断循环,直至将最后一批待反应原料通入所述超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应为止。

[0103] 本发明实施例提供一种超临界水氧化方法,通过采用如上所述的超临界水氧化反应器,由于所述超临界水氧化反应器通过设置外壁和内筒,所述内筒环绕的区域为反应区,所述外壁的底部为排渣口,所述反应区和所述排渣口之间的区域为激冷区,因此,所述内筒环绕的区域为温度最高的区域,通过在所述内筒和所述外壁之间设置隔壁,所述内筒和所述隔壁围绕成与所述反应区连通的第一换热夹层,所述隔壁和所述外壁围绕成与所述激冷区连通的第二换热夹层,所述第一换热夹层上设有产物出口,且所述第一换热夹层内设有换热管,这样一来,通过将待反应原料分批通入所述反应区进行超临界水氧化反应,并在上一批待反应原料发生超临界水氧化反应的同时,将下一批待反应原料通入换热管内对内筒和进入产物通道内的产物进行换热,能够利用反应热对待反应原料进行预热,从而能够充分利用热能,同时,还能够对内筒进行换热,降低内筒在高温高压下容易被腐蚀的风险;另一方面,通过向所述第二换热夹层中通入第一部分冷却水,能够在反应过程中对外壁进行换热,并对落入外壁底部的灰渣进行激冷,还能够通过第一部分冷却水将排渣口处的灰渣及时带出,避免发生排渣口发生堵塞,解决了超临界水氧化反应器需要同时满足耐高温高压性和耐腐蚀性而带来的选材困难的问题,以及超临界水氧化反应器的堵塞问题,能够延

长所述超临界水氧化反应器的使用寿命,提高系统运行的稳定性。

[0104] 本发明的一实施例中,在将待反应原料分批通入如上所述的超临界水氧化反应器中进行超临界水氧化反应之前,所述方法还包括:

[0105] 在所述激冷区通入第二部分冷却水,并对所述第二换热夹层形成液封。

[0106] 通过事先在所述激冷区通入第二部分冷却水,超临界水氧化反应产生的灰渣可直接通过所述第二部分冷却水进行激冷,并且,在向所述第二换热夹层内通入第一部分冷却水对所述外壁进行降温时,所述第一部分冷却水可流入所述激冷区,由于所述激冷区的第二部分冷却水对所述第二换热夹层形成液封,因此,当第二换热夹层中的第一部分冷却水进入所述激冷区时,能够对第二部分冷却水造成扰动,避免第二部分冷却水中的灰渣颗粒沉积,从而能够进一步避免超临界水氧化反应器发生堵塞,进一步提高系统运行的稳定性。

[0107] 本发明的又一实施例中,当所述隔壁为上下两端开口的筒状结构,且所述隔壁的上端分别与所述外壁的侧壁和所述内筒的侧壁连接,与所述外壁的顶部和所述内筒的顶部围合成顶部换热区域,并与所述外壁的侧壁围合成下端开口的所述第二换热夹层,与所述内筒的侧壁围合成下端开口的所述第一换热夹层时;

[0108] 所述激冷区的液位高度高于所述隔壁的下端的水平高度,而低于所述内筒的下端的水平高度。

[0109] 在本发明实施例中,有利于对所述第二换热夹层形成液封,并使所述反应区和所述第一换热夹层之间保持连通,从而保证内筒内外几乎没有压差,降低所述内筒在高温高压下容易被腐蚀的风险。

[0110] 为了加强所述第一部分冷却水对第二部分冷却水的扰动效果,优选的,所述激冷区的液位高度与所述隔壁的下端的水平高度之间的高度差为10-20cm。

[0111] 以下,本发明实施例将通过实施例对本发明的技术效果进行说明。这些实施例仅是为了具体说明本发明而提出的示例,本领域技术人员可以知道的是本发明的范围不受这些实施例的限制。

[0112] 实施例1

[0113] 实施例1中,以采用如图7所示的超临界水氧化系统对市政污泥进行超临界水氧化处理为例进行说明。

[0114] 将浓度为13%的市政污泥储存于原料储罐021中,并经原料泵022加压(压力达到23MPa)后输送到原料预热器04进行预热至120℃,预热后的原料进入换热管4中,经再次预热原料温度达到225℃并通过所述进料喷嘴8进入所述反应区A,同时,通过将液氧储罐031中的液氧经液氧泵032加压后输送到液氧气化器033中,通过热水换热后气化为氧气并通过所述进料喷嘴8进入所述反应区A与所述原料在反应区A混合并发生超临界水氧化反应,反应温度为665℃,反应后产物经产物通道5到达产物出口,产物出口的温度为320℃,反应产物进入反应产物冷却装置05,冷却后物料经气液分离器06实现产物的最终分离。污泥灰渣中碳含量为0.5%。第二换热夹层D包含有三层第一换热区域,冷却水自最下层的第一换热区域a3的进液口通入,并从下往上依次与上层的第一换热区域和顶部换热区域E串联连通,换热后顶部换热区域E的出液口温度为240℃,与原料预热后温度降低至104℃,冷却水进入第一循环冷却水系统07进行进一步冷却,冷却后作为第一换热区域a和顶部换热区域E的水源供应;反应产物冷却装置05中的冷却水换热后升温至127℃,作为液氧气化器033的热源,

换热后温度降低至47℃,降温后水进入第二循环冷却水系统08进一步冷却,冷却后水作为反应产物冷却装置05的水源。在此过程中可充分利用系统能量,降低系统水用量。

[0115] 实施例2

[0116] 实施例2中,以采用如图8所示的超临界水氧化系统对制药废水进行超临界水氧化处理为例进行说明。

[0117] 将制药废水储存于原料储罐021中,并经原料泵022加压(压力达到24MPa)后输送到原料预热器04进行预热至115℃,预热后的原料进入换热管4中,经再次预热原料温度达到230℃,并通过进料喷嘴8进入反应区A;同时,通过将液氧储罐031中的液氧经液氧泵032加压后输送到液氧气化器033中,通过热水换热后气化为氧气并通过所述进料喷嘴8进入所述反应区A与所述原料在反应区A混合并发生超临界水氧化反应,反应温度为685℃,反应后产物经产物通道5到达产物出口,产物出口的温度为343℃,反应产物经气液分离器06实现产物的最终分离。出水COD为46mg/L。第二换热夹层D包含对应所述反应区A的三层第一换热区域a,冷却水分别自第3层第一换热区域的进液口和第2层第一换热区域的进液口通入,并将第3层第一换热区域a3与第1层第一换热区域a1串联连通为一条独立的冷却水通道,将第2层第一换热区域a2和顶部换热区域E串联为一条独立的冷却水通道,换热后冷却水作为原料预热器04的热量来源,与原料预热后进入第一循环冷却水系统07进行进一步冷却,冷却后作为第一换热区域a和顶部换热区域E的水源供应;反应产物冷却装置05中的冷却水换热后作为液氧气化器033的热源,换热后水进入第二循环冷却水系统08进一步冷却,冷却后水作为反应产物冷却装置05的水源。在此过程中可充分利用系统能量,降低系统水用量。

[0118] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

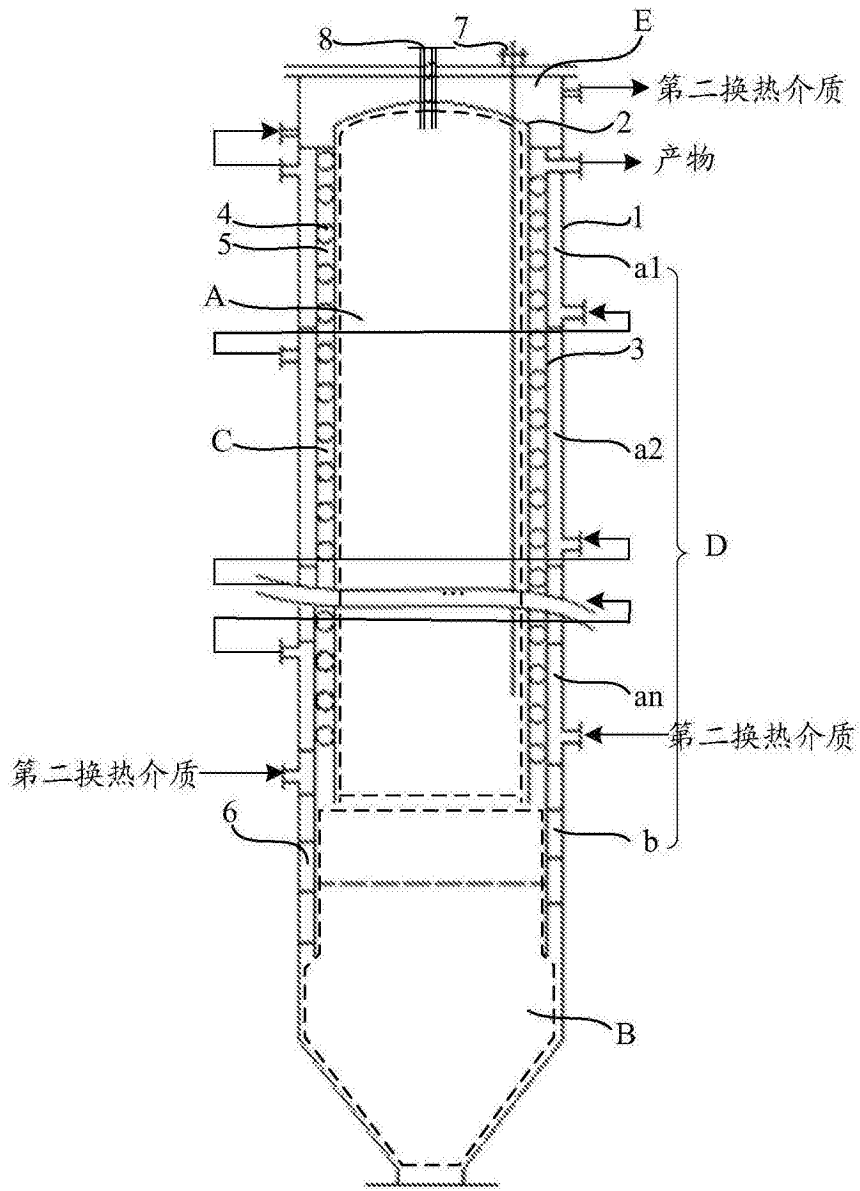


图1

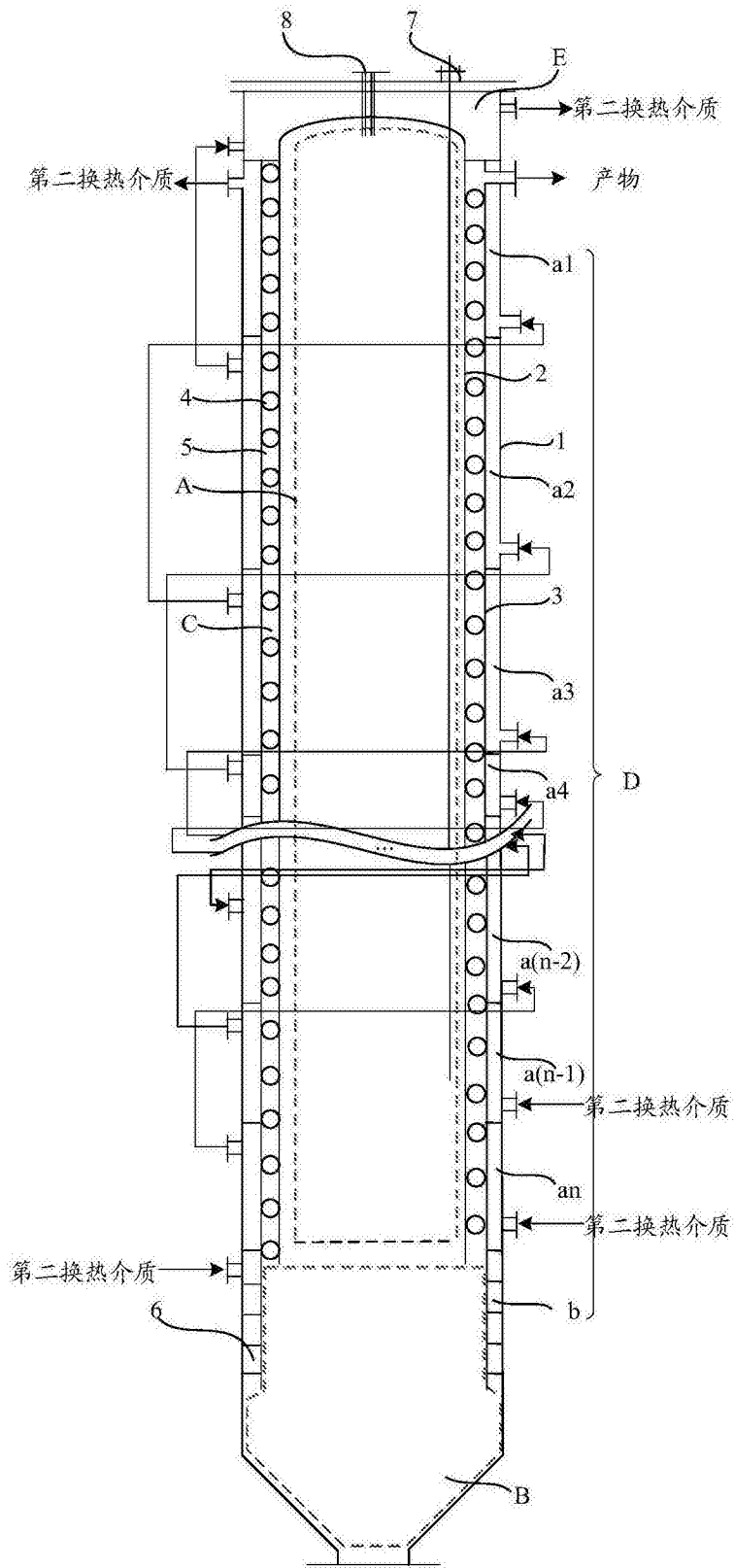


图2

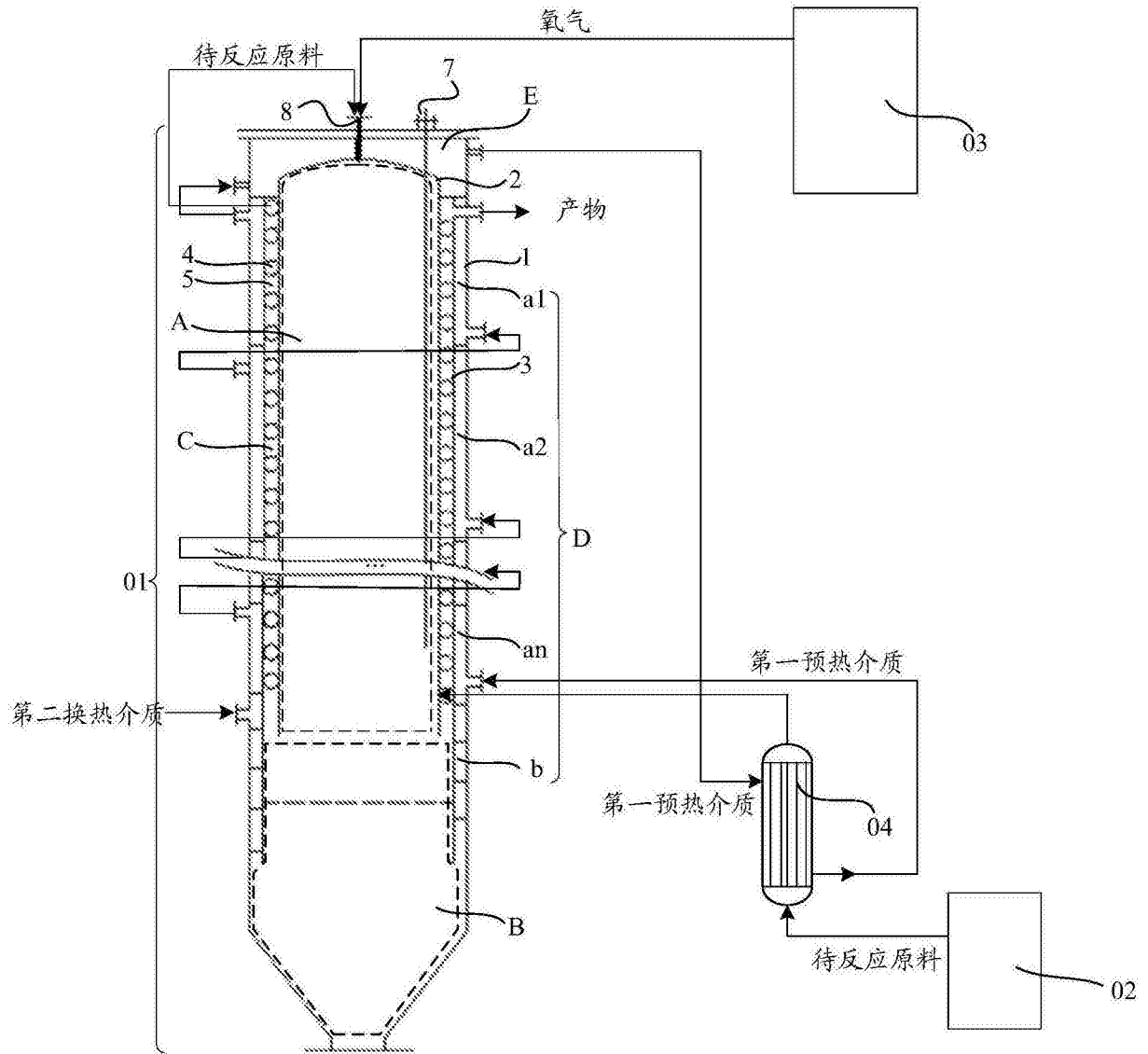


图3

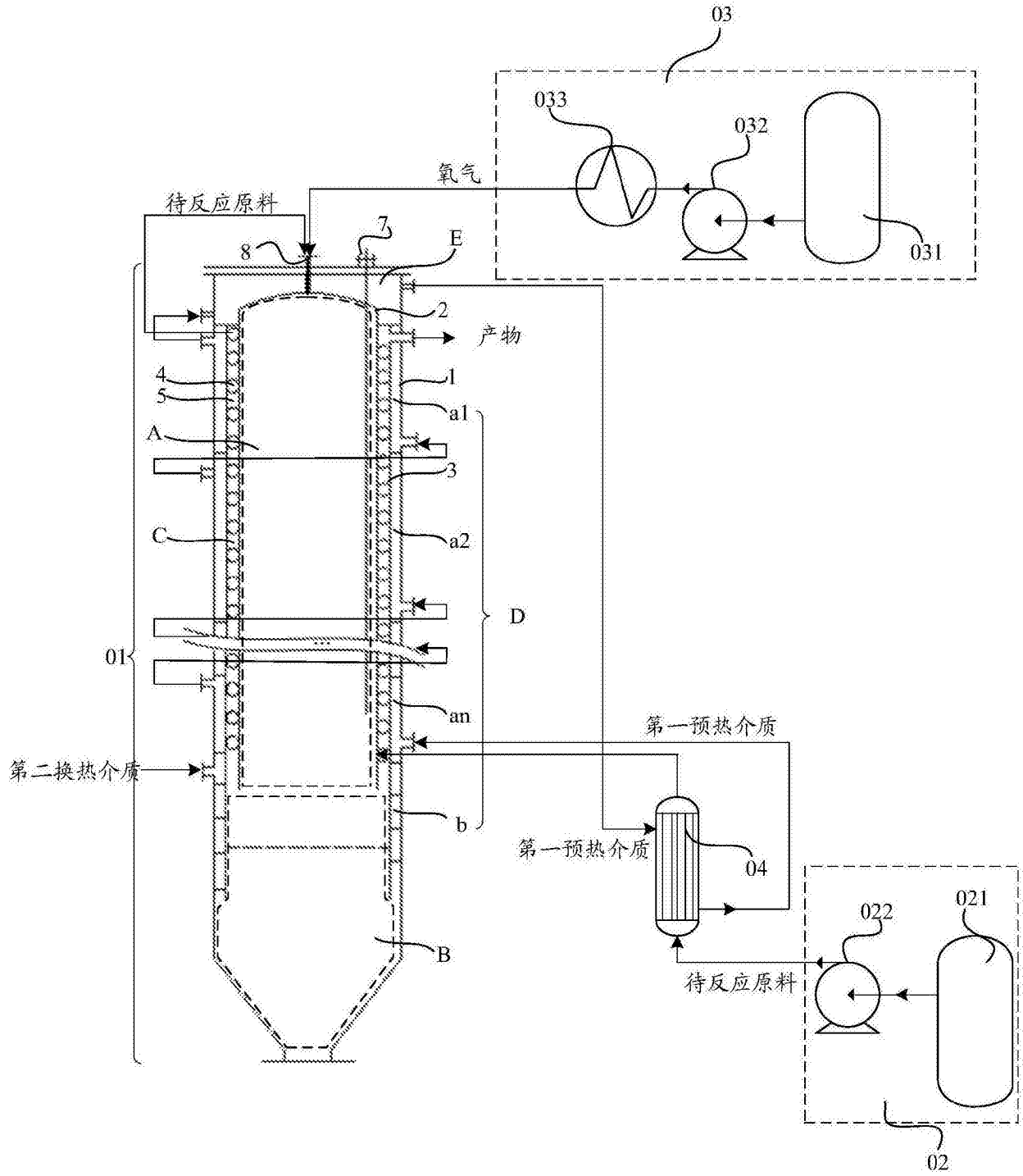


图4

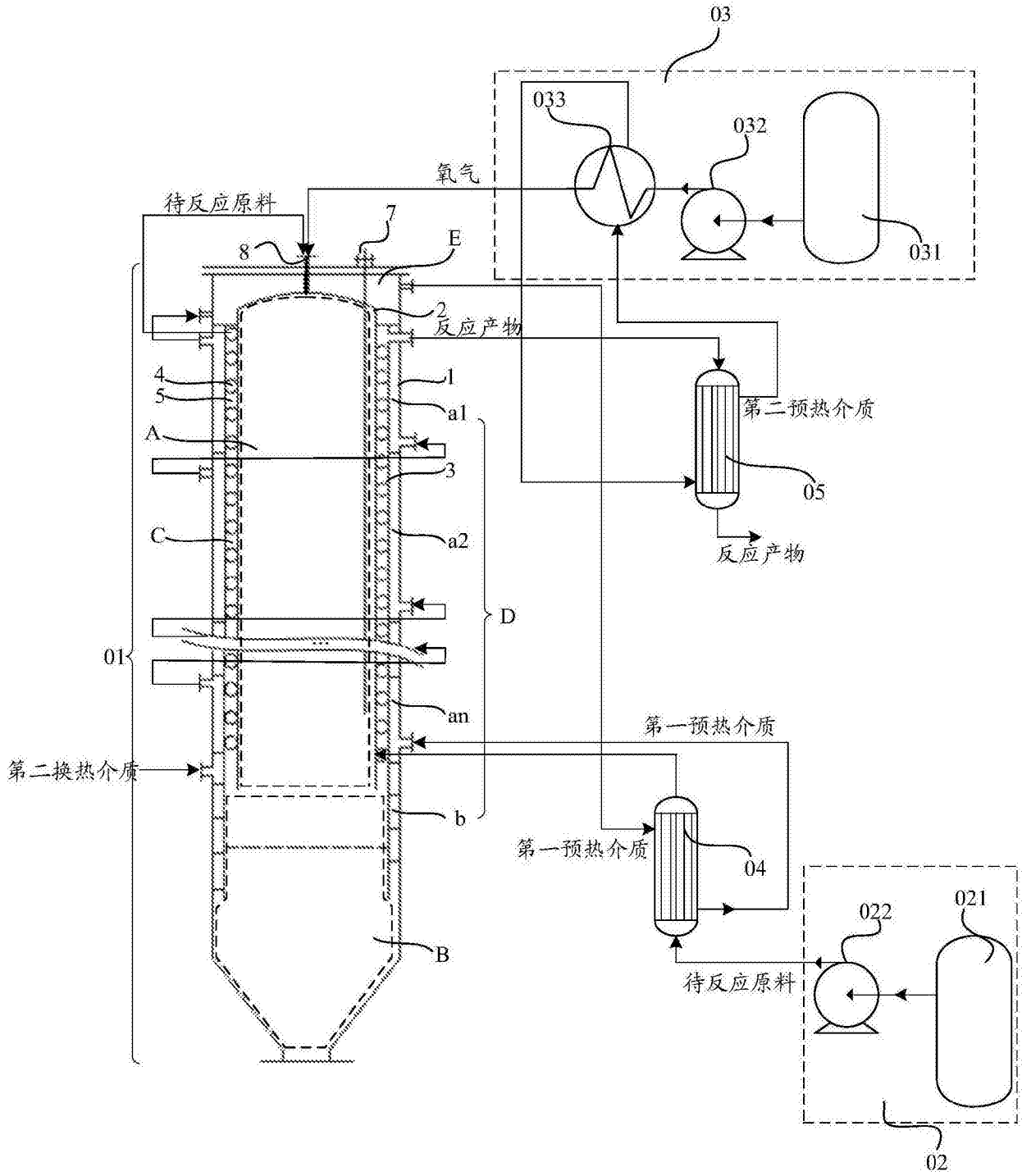


图5

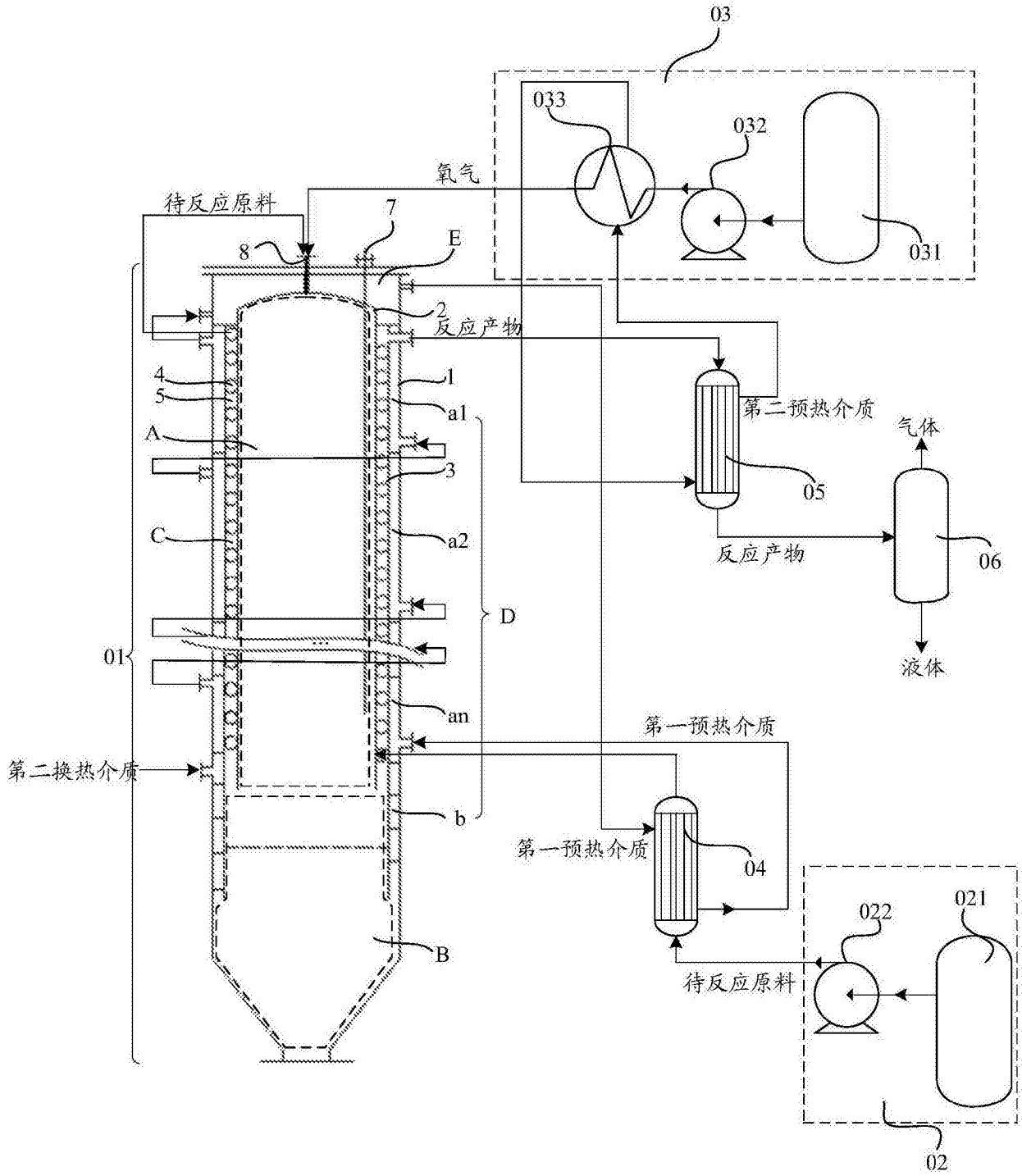


图6

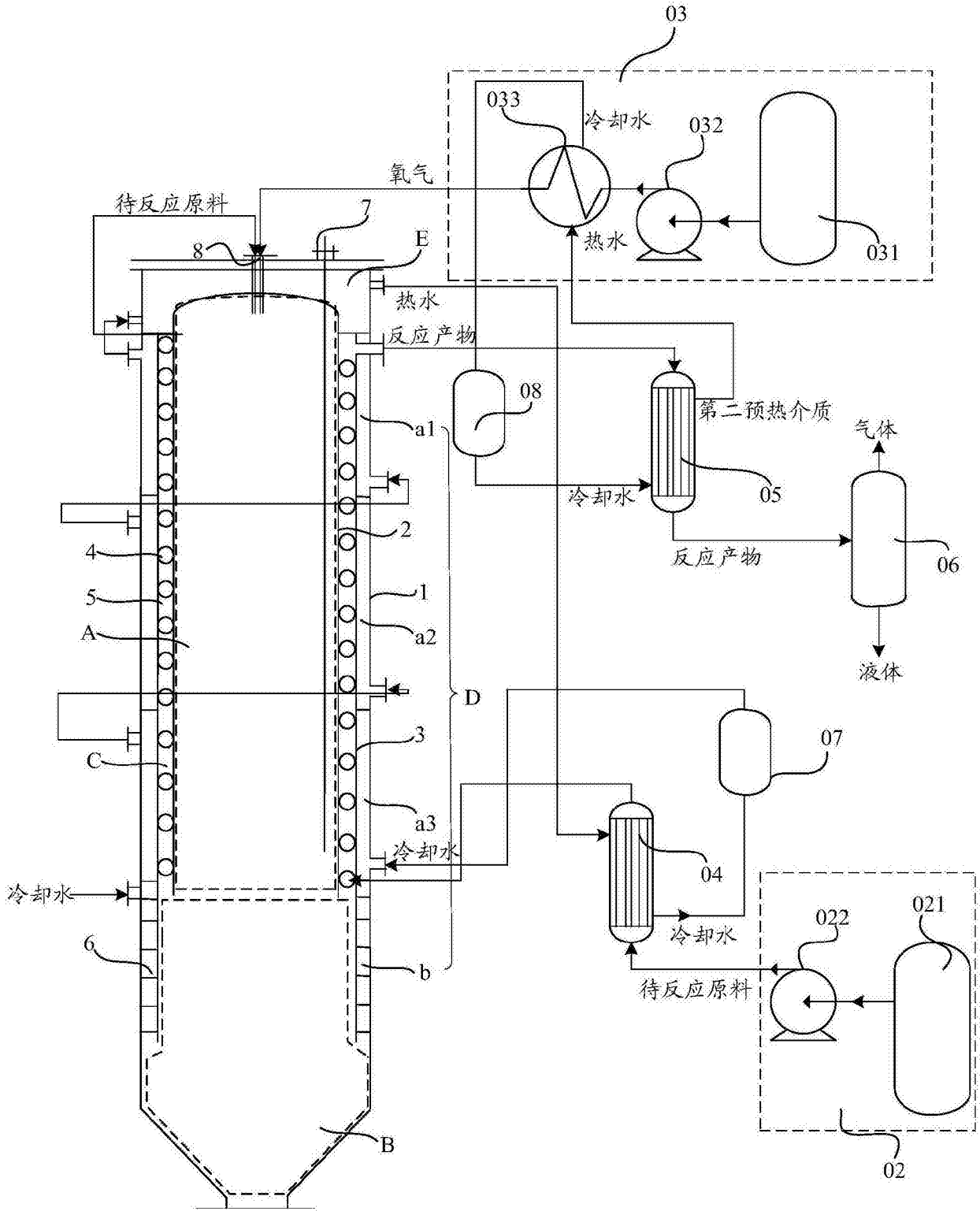


图7

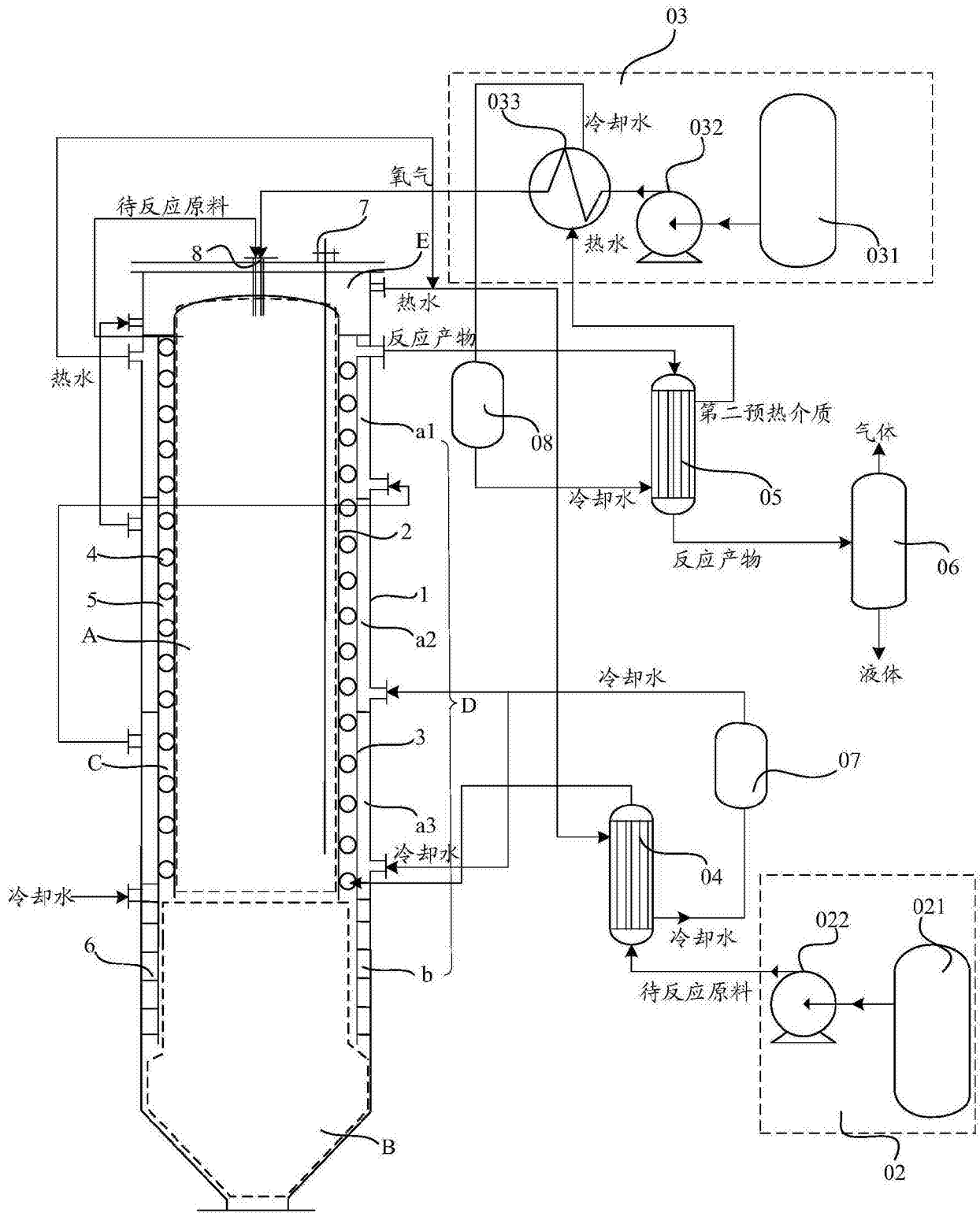


图8