



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102766021 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 09

(21) 申请号 201210257742. 3

(22) 申请日 2012. 07. 24

(73) 专利权人 唐山市冀东溶剂有限公司
地址 064000 河北省唐山市丰润区厂前路 5 号

(72) 发明人 王天双 代淑梅

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
代理人 王朋飞 张庆敏

(51) Int. Cl.
C07C 31/08 (2006. 01)
C07C 29/149 (2006. 01)

审查员 孙颖幅

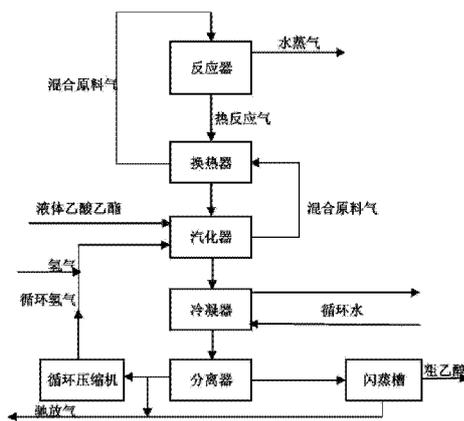
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产系统以及生产方法

(57) 摘要

本发明涉及一种乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产系统,采用汽化器和热交换器组合的方式,能够对反应生成的热反应气热量进行最大程度的利用。本发明还涉及了使用所述生产系统连续生产乙醇的方法。本发明提供的生产系统,能够充分利用热反应气中蕴含的热能,同时也减少了冷凝水的使用量,非常符合绿色、节能的新型化工工业的要求。本发明提供的生产方法最大限度回收了热反应气的热量,降低了能源消耗,而且生产条件温和、操作简便,适宜于大规模工业化的应用。



1. 一种乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产装置,其特征在于,所述生产装置包括汽化装置、热交换装置、反应装置、冷却装置和分离装置;其中,所述汽化装置管程的入口为原料入口,出口与热交换装置管程的入口相连,热交换装置管程的出口与反应装置的入口相连,反应装置的出口与热交换装置壳程的入口相连,热交换装置壳程的出口与汽化装置壳程的入口相连,汽化装置壳程的出口再依次与所述冷却装置和分离装置相连;

其中,所述汽化装置为汽化器,所述汽化器包括筒体,所述筒体的顶部和底部分别连接上封头和下封头;

所述筒体内分别设有上管板和下管板,所述上管板和下管板之间沿筒体长度方向排列多个折流板,所述折流板的一端与筒体内壁之间留有缺口;

所述上封头与上管板之间的空间形成上管箱,所述下封头和下管板之间的空间形成下管箱;在所述下管箱内,所述下管板上连接子封头,所述子封头和下管板之间的空间形成子管箱;

所述子管箱覆盖空间内设有一组穿过上管板、下管板和折流板的预热管束;

所述子管箱覆盖空间外且位于预热管束外围设有一组穿过上管板、下管板和折流板的蒸发管束;

所述上管板上设置液体分布器;

所述下封头的底端设有底部排液口;

所述子封头上设有液体原料入口;

所述下管箱内设有冷原料气进口;

所述筒体上靠近下封头位置处设有热反应气出口和冷凝液出口;

所述筒体上靠近上封头位置处设有热反应气进口;

所述上封头的顶端设有混合原料气出口;

所述蒸发管束的直径大于原料液预热管束的直径;

所述相邻两个折流板与筒体留有空隙的方向相对设置。

2. 根据权利要求1所述的生产装置,其特征在于,所述生产装置还包括循环压缩装置和闪蒸装置,分别与所述分离装置相连。

3. 根据权利要求2所述的生产装置,其特征在于,所述循环压缩装置与所述汽化装置管程的入口相连。

4. 根据权利要求2所述的生产装置,其特征在于,所述闪蒸装置连接有精馏装置。

5. 根据权利要求1所述的生产装置,其特征在于,所述反应装置为水浴式反应装置,其内部设置有铜系催化剂床。

6. 采用权利要求1-5任一项所述生产装置连续生产乙醇的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将乙酸乙酯和氢气分别送入汽化装置的管程,在其中乙酸乙酯汽化并与氢气混合形成混合原料气;

(2) 步骤(1)得到的混合原料气进入热交换装置的管程内加热至 200 ~ 250℃,然后再进入反应装置中进行反应;

(3) 步骤(2)反应生成的热反应气由反应装置出口依次进入所述热交换装置的壳程和所述汽化装置的壳程,然后进入冷却装置冷却至 40℃以下,再进入分离装置分离得到液体

产物粗乙醇以及未反应的氢气；

所述步骤(1)包括以下过程：将液体乙酸乙酯送入所述汽化装置的预热管束中，液体乙酸乙酯在其中向上流动，然后通过液体分布器均匀的流入蒸发管束中并依靠重力向下流动；将冷的氢气送入蒸发管束，在其中向上流动，与液体乙酸乙酯接触，对液体乙酸乙酯进行汽提将其汽化，汽化后的乙酸乙酯和氢气混合形成混合原料气。

7. 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，步骤(3)分离得到的氢气通过循环压缩装置加压后作为原料循环利用；液体产物粗乙醇通过闪蒸装置闪蒸后进入精馏装置进行精制。

8. 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述步骤(3)中，所述热反应气出所述热交换装置壳程时的温度为85～95℃；所述热反应气出所述汽化装置壳程时的温度为60～70℃。

乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产系统以及生产方法

技术领域

[0001] 本发明涉及化工产品的生产领域,具体涉及一种以乙酸乙酯为原料,催化加氢连续生产乙醇的生产系统以及生产方法。

背景技术

[0002] 乙醇是重要的化工原料和潜在的液体燃料资源,是未来最具前途的汽油替代燃料之一。但是,传统的乙醇生产是以粮食发酵工艺为主,其生产成本和发展受到了很大的限制。

[0003] 目前,乙酸乙酯加氢生产乙醇的技术,国内外都有大量的研究报告和专利技术发表,但尚无工业化装置投产。由于缺少合理、高效的生产设备以及生产系统,从而使乙酸乙酯加氢生产乙醇耗能高、生产成本高、制约了其工业规模的发展。

发明内容

[0004] 为寻找一种新型的、低能耗的、工业上可行的以乙酸乙酯为原料连续生产乙醇的生产系统,本发明的目的是提供一种乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产系统。

[0005] 本发明的另一目的是提供一种乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产方法。

[0006] 本发明提供的乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产系统,包括汽化装置、热交换装置、反应装置、冷却装置和分离装置;其中,所述汽化装置管程的入口为原料入口,出口与热交换装置管程的入口相连,热交换装置管程的出口与反应装置的入口相连,反应装置的出口与热交换装置壳程的入口相连,热交换装置壳程的出口与汽化装置壳程的入口相连,汽化装置壳程的出口再依次与所述冷却装置和分离装置相连。

[0007] 所述生产系统还包括循环压缩装置和闪蒸装置,分别与所述分离装置相连。

[0008] 所述循环压缩装置与所述汽化装置管程的入口相连。

[0009] 所述闪蒸装置还连接有精馏装置。

[0010] 所述反应装置为水浴式反应装置,其内部设有铜系催化剂床。

[0011] 上述各个装置通过常规化工管路相连。

[0012] 所述汽化装置为汽化器,所述汽化器包括筒体,所述筒体的顶部和底部分别连接上封头和下封头;

[0013] 所述筒体内分别设有上管板和下管板,所述上管板和下管板之间沿筒体长度方向排列多个折流板,所述折流板的一端与筒体内壁之间留有缺口;

[0014] 所述上封头与上管板之间的空间形成上管箱,所述下封头和下管板之间的空间形成下管箱;在所述下管箱内,所述下管板上连接子封头,所述子封头和下管板之间的空间形成子管箱;

[0015] 所述子管箱覆盖空间内设有一组穿过上管板、下管板和折流板的预热管束;

[0016] 所述子管箱覆盖空间外且位于预热管束外围设有一组穿过上管板、下管板和折流板的蒸发管束;

- [0017] 所述上管板上设置液体分布器。
- [0018] 进一步地,所述下封头的底端设有底部排液口。
- [0019] 进一步地,所述下封头上设有液体原料入口。
- [0020] 进一步地,所述下管箱内设有冷原料气进口。
- [0021] 进一步地,所述筒体上靠近下封头位置处设有热反应气出口和冷凝液出口。
- [0022] 进一步地,所述筒体上靠近上封头位置处设有热反应气进口。
- [0023] 进一步地,所述上封头的顶端设有混合原料气出口。
- [0024] 进一步地,所述蒸发管束的直径大于或等于原料液预热管束的直径。
- [0025] 进一步地,所述相邻两个折流板与筒体留有缺口的方向相对设置。
- [0026] 上述汽化装置中,预热管束和蒸发管束空间即为汽化装置管程,管束外部、上管板和下管板之间的空间为汽化器壳程。
- [0027] 本发明提供的乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产方法,包括以下步骤:
- [0028] (1) 将乙酸乙酯和氢气分别送入汽化装置的管程,在其中乙酸乙酯汽化并与氢气混合形成混合原料气;
- [0029] (2) 步骤(1)得到的混合原料气进入热交换装置的管程内加热至 200 ~ 250℃,然后再进入反应装置中进行反应;
- [0030] (3) 步骤(2)反应生成的热反应气由反应装置出口依次进入所述热交换装置的壳程和所述汽化装置的壳程,然后进入冷却装置冷却至 40℃以下,再进入分离装置分离得到液体产物粗乙醇以及未反应的氢气。
- [0031] 优选地,所述步骤(1)包括以下过程:将液体乙酸乙酯送入所述汽化装置的预热管束中,液体乙酸乙酯在其中向上流动,然后通过液体分布器均匀的流入蒸发管束中并依靠重力向下流动;将冷的氢气送入蒸发管束,在其中向上流动,与液体乙酸乙酯接触,对液体乙酸乙酯进行汽提将其汽化,汽化后的乙酸乙酯和氢气混合形成混合原料气。
- [0032] 本发明提供的生产方法,是在利用汽提技术使混合气体中乙酸乙酯分压大幅度降低的前提下,利用了反应气中乙醇的饱和温度高于混合原料气中乙酸乙酯的饱和温度十几摄氏度的传热温差,使原本难以利用的低温余热得到了充分的利用。
- [0033] 所述步骤(3)分离得到的氢气通过循环压缩装置加压后作为原料循环利用;液体产物粗乙醇通过闪蒸装置闪蒸后进入精馏装置进行精制。
- [0034] 所述步骤(3)中,所述热反应气出所述热交换装置壳程时的温度为 85 ~ 95℃;所述热反应气出所述汽化装置壳程时的温度为 60 ~ 70℃。
- [0035] 步骤(2)所述的反应装置为水浴式反应装置,催化加氢反应过程中产生的热量加热水产生水蒸气,所得水蒸气可以外排加以利用。
- [0036] 在类似的化工系统中,通常仅设置一个换热装置,使来自反应装置的热反应气体与即将要进入反应装置的低温原料气体进行换热,实现热能的部分回收利用。但是,由于出换热装置的反应气温度较低,所以尽管其中仍含有巨大的冷凝潜热,却很难加以回收利用,而且还需要大量的冷凝水将热量带走,造成了巨大的能量损失和资源浪费。本发明提供的生产系统,在热交换装置的基础上增加了一个特殊结构的汽化装置,能够充分利用热反应气体中蕴含的巨大热能,同时也减少了冷凝水的使用量,整个系统不需要额外的热量供给,完全依靠反应产生的热量,还能实现热量的输出,非常符合绿色、节能的新型化工工业的要

求。

[0037] 本发明提供的生产方法最大限度回收了反应气的热量,降低了能源消耗,而且生产条件温和、操作简便,适宜于大规模工业化的应用。

附图说明

[0038] 图 1 为本发明所述乙酸乙酯加氢连续生产乙醇的生产系统示意图;

[0039] 图 2 为本发明实施例 1 使用的汽化装置的整体结构示意图;

[0040] 图 3 为本发明实施例 1 使用的汽化装置的 I 处局部放大示意图;

[0041] 图 4 为图 3 中 A-A 剖面图。

[0042] 图中:1:上封头;2:上管箱;3:上管板;4:折流板;5:筒体;6:冷凝液出口;7:下管板;8:冷原料气进口;9:下管箱;10:下封头;11:底部排液口;12:子管箱;13:液体原料进口;14:热反应气出口;15:蒸发管束;16:原料液预热管束;17:热反应气进口;18:液体分布器;19:混合原料气出口;20:子封头。

具体实施方式

[0043] 以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0044] 实施例 1

[0045] 如图 1 所示,本发明提供的生产系统包括一个汽化器、一个热交换器、一个反应器、一个冷凝器和一个分离器。

[0046] 其中,汽化器管程的入口为原料的入口,汽化器管程的出口与热交换器管程的入口相连,热交换器管程的出口与反应器的入口相连,反应器的出口与热交换器壳程的入口相连,热交换器壳程的出口与汽化器壳程的入口相连,汽化器壳程的出口再依次与、冷凝器和分离器相连。

[0047] 所述生产系统还可以包括一个循环压缩机和一个闪蒸槽,分别与分离器相连。

[0048] 所述循环压缩机与汽化器管程的入口相连。

[0049] 所述闪蒸槽还连接有精馏装置。

[0050] 所述反应器为水浴式反应器,其内部设有铜系催化剂床,催化剂床中的催化剂成分可采用现有相关铜系催化剂的任一种,如中国专利 CN 102327774A 公开的催化剂。

[0051] 上述生产系统中,热交换器采用化工领域常见的管壳式换热器,分离器采用化工领域常见的气液分离器,其余设备如冷凝器、循环压缩机、闪蒸槽、精馏装置等均采用化工领域的常规设备即可。

[0052] 上述生产系统中,汽化器的具体结构如图 2-4 所示,包括:筒体 5,筒体 5 的顶部和底部分别连接上封头 1 和下封头 10;筒体 5 内分别设有上管板 3 和下管板 7,具体的,该筒体 5 分别焊接上管板 3 和下管板 7,所述上管板 3 和下管板 7 之间沿筒体长度方向排列多个折流板 4,所述折流板 4 的一端与筒体 5 内壁之间留有缺口;为了热反应气可以交错流动,使得相邻两个折流板 4 与筒体 5 留有缺口的方向相对设置。

[0053] 上封头 1 与上管板 3 之间的空间形成上管箱 2,下封头 10 和下管板 7 之间的空间形成下管箱 9,;在所述下管箱 9 内,下管板 7 上连接子封头 20,所述子封头 20 和下管板 7 之间的空间形成子管箱 12;该子管箱 12 覆盖空间内设有穿过上管板 3、下管板 7 和折流板

4 的预热管束 16 ;所述子管箱 12 覆盖空间外且位于预热管束 16 外围设有穿过上管板 3、下管板 7 和折流板 4 的蒸发管束 15,其中蒸发管束 15 的直径大于或等于原料液预热管束 16。其中,该下封头 10 的底端设有底部排液口 11 ;子封头 20 上设有液体原料入口 13,下管箱 9 内设有冷原料气进口 8。筒体 5 上靠近下封头 10 位置处设有热反应气出口 14 和冷凝液出口 6。筒体 5 上靠近上封头 1 位置处设有热反应气进口 17。上封头 1 的顶端设有混合原料气出口 19,上管板 3 上设置液体分布器 18。

[0054] 上述筒体 5、上管板 3、下管板 7、预热管束 16、蒸发管束 15 与折流板 4 之间形成壳程的热气体流动通道。

[0055] 在实际生产中,热反应气从热反应气进口 17 进入,在壳程的折流板 4 之间,自上向下流动,将催化反应产生的热量传递给管程内(预热管束、蒸发管束)的原料,自身被冷却,并从反应气出口 14 排出。

[0056] 液体乙酸乙酯从液体原料入口 13 进入,通过子管箱 12 进入预热管束 16,在液体向上流动的过程中被预热至饱和温度附近。被预热的液体乙酸乙酯通过上管板 3 上的液体分布器 18,均匀的流入蒸发管束 15 中,依靠重力作用沿管壁向下流动,不断被加热和蒸发,蒸发剩余的残液从底部排液口 11 排出。

[0057] 冷的氢气原料从汽化器底部冷原料气进口 8 进入下管箱 9,沿蒸发管束 15 内部向上流动,一方面吸收壳程的热量,另一方面汽提、汽化靠重力从上向下流动的液体乙酸乙酯,汽化所需的热量由壳程的热反应气提供。乙酸乙酯在蒸发管束中被汽提、汽化,并与加热后的热氢气混合形成混合原料气体,经上管箱 2 从顶部混合原料气出口 19 排出,从而达到了利用生产系统余热加热气体和汽化液体原料的目的。

[0058] 实施例 2 年产 20 万吨乙醇的生产过程

[0059] 以 26 吨 / 小时的供给流量将液体乙酸乙酯原料从汽化器的液体原料入口 13 经子管箱 12 进入到汽化器的预热管束 16 中,在预热管束 16 中向上流动,流动过程中被壳程的热反应气预热至饱和温度附近,然后通过上管板 3 上方设置的液体分布器均匀的流入蒸发管束 15 中,在蒸发管束 15 内形成膜状并依靠重力向下流动。

[0060] 将冷的原料氢气以 $266000\text{Nm}^3 / \text{h}$ 的供给流量从汽化器底部的冷原料气进口 8 经下管箱进入汽化器的蒸发管束 15 中,在蒸发管束 15 中向上流动,与从上方流下来的液体乙酸乙酯接触,对液体乙酸乙酯进行汽提并将其汽化,最终混合形成混合原料气。

[0061] 混合原料气经上管箱 2 由汽化器的混合原料气出口 19 排出,此时,混合原料气的温度约为 72°C 左右。混合原料气进入气气换热器的管程中,与壳程中的热反应气体进一步发生热交换,在换热器出口,原料混合气被加热至 210°C 左右,然后进入带有铜系催化剂床的反应器中。

[0062] 混合原料气进入反应器后,经过反应器内部的催化剂床,在催化剂的作用下,乙酸乙酯发生加氢反应生成乙醇,并放出大量热量。反应器采用水浴式结构,利用反应放热生产水蒸汽外供。反应后的热反应气大约为 230°C ,由反应器中输出,进入气气换热器的壳程中,与即将要进入反应器的混合原料气进行热交换,热交换完成之后,壳程出口的热反应气降至 90°C 左右,然后继续进入汽化器的壳程。经过汽化器的热量交换之后,热反应气降至 66°C 左右,然后进入冷却器中,被循环冷却水降温至 40°C 以下,此时,反应生成的乙醇被冷凝为液体,反应气变为含有乙醇液体和未反应氢气的气液混合物。

[0063] 气液混合物进入分离器,分离出的未反应的氢气,小部分作为驰放气减压排放(目的是防止惰性气体积累),绝大部分经循环压缩机加压后,返回汽化器重新作为原料气循环使用。分离出的乙醇液体(粗产物)经闪蒸槽降压,收集闪蒸出的溶解气体和驰放气混合送制氢工序重新作为原料使用,闪蒸后的乙醇粗产物送至常规精馏工序加工成成品乙醇 25 吨/h。

[0064] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

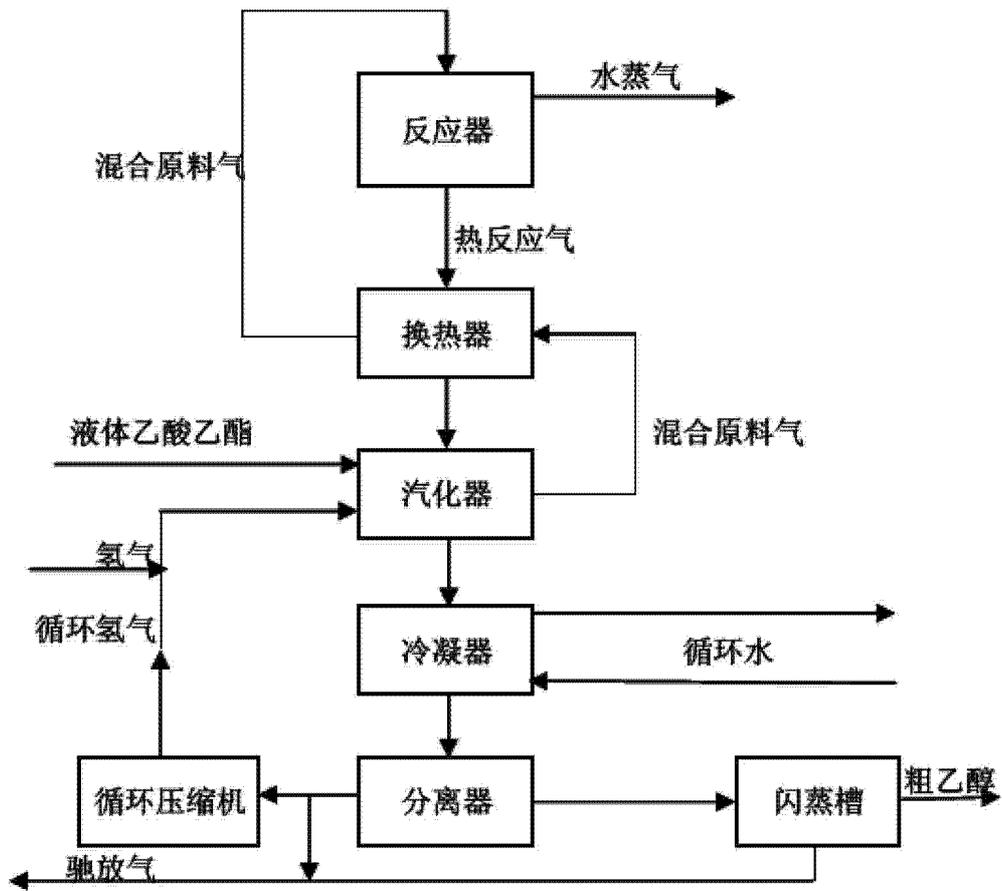


图 1

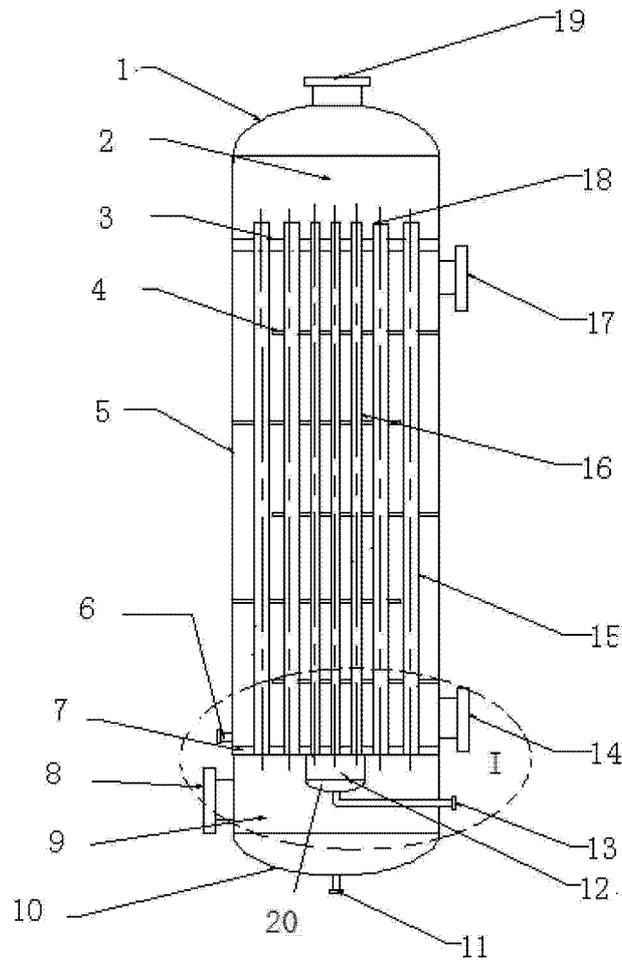


图 2

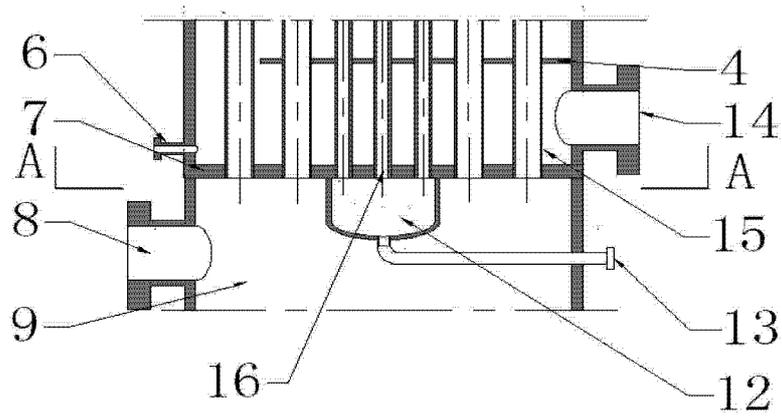


图 3

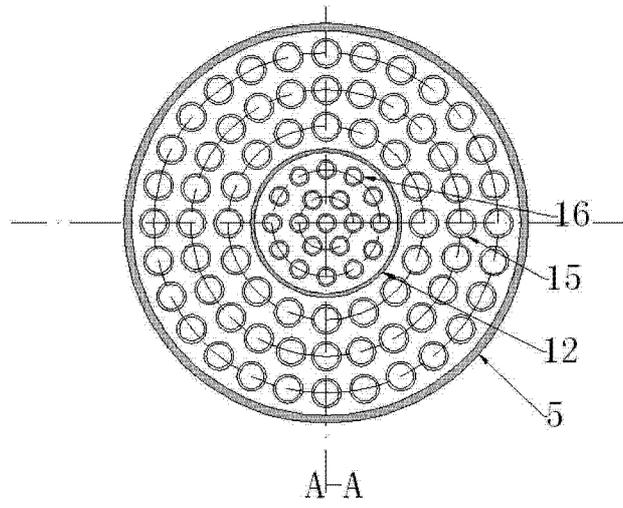


图 4