(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105289217 A
(43)申请公布日 2016.02.03

(21)申请号 201510082376.6

(22)申请日 2015.02.15

(71)申请人 江苏恒联环境技术有限公司
地址 213000 江苏省常州市武进区湖塘镇沟南工业集中区

(72)发明人 张仁熙

(74)专利代理机构 上海精晟知识产权代理有限公司 31253
代理人 冯子玲

(51)Int.Cl.
B01D 53/18(2006.01)

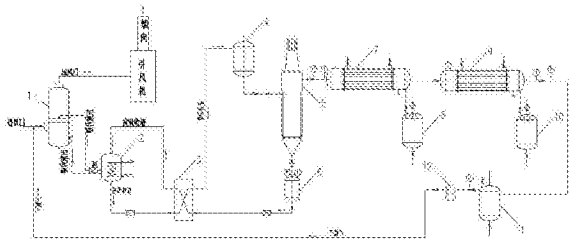
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种废气中VOCs回收利用系统

(57)摘要

本发明涉及一种废气中VOCs回收利用系统，包括微孔吸收塔、吸收液循环系统、吸收液冷却系统、富贫吸收液循环系统、冷凝系统、缓冲罐及真空泵，通过管道依次连接；所述真空泵尾气排放口与所述微孔吸收塔连接，形成闭路循环系统，实现VOCs零排放。本发明VOCs回收利用采用闭路循环操作方式，吸收和解吸过程同步进行，提高了工作效率，安全、可靠。



CN 105289217 A

1. 一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：包括微孔吸收塔、吸收液循环系统、吸收液冷却系统、富贫吸收液循环系统、冷凝系统、缓冲罐及真空泵，通过管道依次连接；所述真空泵尾气排放口与所述微孔吸收塔连接，形成闭路循环系统。

2. 根据权利要求 1 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述微孔吸收塔包括塔体、微孔气体切割器、进风口、出风口、进液管、吸收液溢流口、排空口，所述微孔气体切割器相对所述塔体径向设置；所述进风口设置于所述微孔气体切割器的下方，所述进液管设置于所述微孔气体切割器的上方，在所述微孔气体切割器处、所述塔体侧壁导出吸收液溢流口；在所述塔体内部、所述微孔气体切割器上方设置有钩形板除水器，在其下方设置有液体导流管。

3. 根据权利要求 2 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述微孔气体切割器孔径为 0.3 ～ 0.85mm。

4. 根据权利要求 2 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述出风口处设置引风机。

5. 根据权利要求 2 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述钩形板除水器由弧形板纵向拼接而成，所述弧形板上设置钩形板，钩形板凹面与气流方向相向；相邻所述弧形板间距离为 20-100mm。

6. 根据权利要求 1 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述吸收液循环系统包括富液储罐和提升泵，所述富液储罐通过管路分别于所述微孔吸收塔上所述进液管、吸收液溢流口连接；所述提升泵设置于所述富液储罐和所述进液管连接的管道上。

7. 根据权利要求 1 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述吸收液冷却系统为盘管换热装置，控制吸收液温度为 5 ～ 10℃。

8. 根据权利要求 1 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述富贫吸收液循环系统包括富贫吸收液热交换器、高位槽、刮板薄膜蒸发器、贫液储罐，所述富液储罐底端富吸收液出口通过管道依次连接所述富贫吸收液热交换器、高位槽和刮板薄膜蒸发器进液口，所述刮板薄膜蒸发器出液口通过管道依次连接所述贫液储罐、富贫吸收液热交换器和所述富液储罐顶端的贫吸收液进口。

9. 根据权利要求 1 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述冷凝系统包括多组冷凝器，通过管道与所述刮板薄膜蒸发器连接。

10. 根据权利要求 9 所述的一种废气中 VOCs 回收利用系统，其特征在于：所述冷凝器有两组，且均配套设置有 VOCs 收集罐。

一种废气中 VOCs 回收利用系统

技术领域

[0001] 本发明涉及环境保护技术领域，具体公开一种废气中 VOCs 回收利用系统。

背景技术

[0002] 挥发性有机化合物 (VOCs) 是大气污染物中的典型代表，VOCs 一般含有“三苯”(苯、甲苯、二甲苯)、醛、卤代烃、多环芳烃、有机硫化物、有机氮化物等挥发性有机污染物。随着当前雾霾天气的频发，作为雾霾重要贡献源之一的 VOCs 的排放也引起了高度重视。VOCs 还极易与空气中的水分、尘粒结合在一起，随呼吸系统进入人体危害人体健康，导致内分泌功能紊乱，对人体的免疫功能、呼吸道、心血管和中枢神经系统等产生影响，而且这类物质往往具有生物累积性和“三致”(致癌、致畸形、致突变) 作用。另外，这类物质在环境中的寿命较长，并可通过空气、水和迁徙物种作跨区域或长距离迁移，在环境中得到累积或转化为毒性更大的二次污染物，对生态环境和人体健康造成了更大威胁。因此，VOCs 气体的污染与控制问题越来越受到世界各国的重视和关注。

[0003] 根据《国家中长期科学与技术发展规划纲要 (2006-2020)》中明确将“综合治污与废弃物循环利用”列为重点领域及其优先主题。在 2013 年国务院以国函 [2012]146 号文批复同意的环保部颁布的《重点区域大气污染防治“十二五”规划》(环发 [2012]130 号文) 中明确将挥发性有机物 (VOCs) 的控制列为重点区域控制的重点，提高 VOCs 排放类项目的建设要求，并开展重点行业治理，完善 VOCs 污染防治体系，其中特别指出加强挥发性有机物的排放控制。

[0004] 目前，VOCs 的治理技术主要分为分解法和回收利用法。分解法主要采用高温焚烧、催化燃烧、生物氧化、低温等离子体破坏和光催化氧化技术等等。回收利用法中主要包括吸附、吸收、冷凝及膜分离方法。分解法由于受控于处理成本高、净化效率低、操作复杂或存在二次污染及安全性差等缺点，污染企业普遍难以接受。相较而言，回收利用法不仅有效解决了 VOCs 污染问题，同时也能对某些成分进行回收利用，因此，回收方法越来越受到污染企业的重视和广泛采用。而且，回收利用方法也符合国家对大气污染综合控制战略。比如，为贯彻落实《大气污染防治行动计划》，减少石化行业 VOCs 排放，促进环境空气质量改善，大力推进石化行业挥发性有机物 (VOCs) 污染治理，到 2017 年，全国石化行业基本完成 VOCs 综合整治工作，VOCs 排放总量较 2014 年削减 30％以上，对具有回收价值的工艺废气、储罐呼吸气和装卸废气进行回收利用。

[0005] 在回收利用技术中，冷凝法适合于体积分数大于 5％的高浓度 VOCs 气体 (通常超过 10,000ppm)，而对更为普遍的中低浓度的 VOCs 气体并不适用，而且，经冷凝后的废气中，仍含有较高浓度的不凝 VOCs 成分，仍需要后续的治理技术进行有效处理。膜分离法目前仅限于实验室研究阶段，还未进入实用过程。吸附法主要采用固体吸附材料如活性炭、分子筛，对废气中的 VOCs 进行吸附 - 脱附回收利用，是目前使用最为普遍的回收利用技术。但该方法存在吸附容量低、无选择性吸附、吸附材料机械磨损较快、再生过程复杂、运营成本高、更换频率高及安全性等问题，且易受水气、灰尘、油污、温度等的影响，因此，该方法多应

用于废气组分相对单一，杂质少的场合。

[0006] 溶剂吸收法因使用范围广、操作过程简单等优点，成为捕集废气中 VOCs 的首选方法和良好发展前景的净化工艺。但该方法在使用过程中存在如下问题：

[0007] 1、溶剂易挥发损耗，导致运行成本高；

[0008] 2、吸收设备存在带液问题，导致溶剂随流动气体逸出；

[0009] 3、吸收溶剂因解吸困难，难以做到循环使用，通常是一次性使用；

[0010] 4、为达到较高的吸收效率，一般采用多级吸收塔，带来设备投资费用提高；

[0011] 5、在油气的回收利用领域得到较好推广，但在其他领域，还未广泛应用。

发明内容

[0012] 本发明的目的在于：为解决以上问题提供一种运行成本低，所用吸收溶剂可循环利用、吸收效率高且其吸收面广，应用广泛的废气中 VOCs 回收利用系统。

[0013] 本发明所采用的技术方案是这样的：

[0014] 一种废气中 VOCs 回收利用系统，包括微孔吸收塔、吸收液循环系统、吸收液冷却系统、富贫吸收液循环系统、冷凝系统、缓冲罐及真空泵，通过管道依次连接；所述真空泵尾气排放口与所述微孔吸收塔连接，形成闭路循环系统。

[0015] 进一步地，所述微孔吸收塔包括塔体、微孔气体切割器、进风口、出风口、进液管、吸收液溢流口、排空口，所述微孔气体切割器相对所述塔体径向设置；所述进风口设置于所述微孔气体切割器的下方，所述进液管设置于所述微孔气体切割器的上方，在所述微孔气体切割器处、所述塔体侧壁导出吸收液溢流口；在所述塔体内部、所述微孔气体切割器上方设置有钩形板除水器，在其下方设置有液体导流管。

[0016] 进一步地，所述微孔气体切割器孔径为 0.3-0.85mm。

[0017] 进一步地，所述出风口处设置引风机。

[0018] 进一步地，所述钩形板除水器由弧形板纵向拼接而成，所述弧形板上设置钩形板，钩形板凹面与气流方向相向；相邻所述弧形板间距离为 20-100mm。

[0019] 进一步地，所述吸收液循环系统包括富液储罐和提升泵，所述富液储罐通过管路分别于所述微孔吸收塔上所述进液管、吸收液溢流口连接；所述提升泵设置于所述富液储罐和所述进液管连接的管道上。

[0020] 进一步地，所述吸收液冷却系统为盘管换热装置，控制吸收液温度为 5-10℃。

[0021] 进一步地，所述富贫吸收液循环系统包括富贫吸收液热交换器、高位槽、刮板薄膜蒸发器、贫液储罐，所述富液储罐底端富吸收液出口通过管道依次连接所述富贫吸收液热交换器、高位槽和刮板薄膜蒸发器进液口，所述刮板薄膜蒸发器出液口通过管道依次连接所述贫液储罐、富贫吸收液热交换器和所述富液储罐顶端的贫吸收液进口。

[0022] 进一步地，所述冷凝系统包括多组冷凝器，通过管道与所述刮板薄膜蒸发器连接。

[0023] 进一步地，所述冷凝器有两组，且均配套设置有 VOCs 收集罐。

[0024] 综上所述，由于采用上述技术方案，本发明的有益效果是：

[0025] (1) 在吸收塔中使用微孔气体切割器，形成分散相的气体，并在微孔结构中进行气液接触，强化了气液传质过程，同时，分散相的气体穿过流动相的液面，避免了带液问题，减少了吸收液的损耗。

[0026] (2) 吸收液采用闭路循环操作方式，吸收和解吸过程同步进行，提高了工作效率。

[0027] (3) 真空泵排出的不凝气返回吸收塔进行再处理，避免了二次污染，做到了 VOCs 零排放。

[0028] (4) 设置富贫吸收液热交换器，降低了能耗。

[0029] (5) 采用低温吸收，提高了吸收液的吸收容量，降低了吸收液的循环量。

[0030] (6) 采用减压刮板式薄膜蒸发器，可在短时间内再生吸收液。

[0031] (7) 引风机设置于吸收塔后面，避免设备渗漏引起污染。

[0032] (8) 采用微孔吸收塔的吸收液溢流口的出流速度的控制，保持微孔气体切割器上部的合理液位高度，降低了吸收液的循环量。

[0033] (9) 采用密闭循环操作方式，工艺安全、可靠。

附图说明

[0034] 图 1 为本发明的结构示意图；

[0035] 图 2 为本发明微孔吸收塔结构示意图；

[0036] 图 3 为图 2 中钩形板除水器结构示意图；

[0037] 图 4 为图 2 中微孔气体切割器内部结构图。

[0038] 图中标记：1- 微孔吸收塔；2- 富液储罐；3- 富贫吸收液热交换器；4- 高位槽；5- 刮板薄膜蒸发器；6- 贫液储罐；7- 一级冷凝器；8-VOCs 收集罐 1；9- 二级冷凝器；10-VOCs 收集罐 2；11- 缓冲罐；12- 真空泵；13- 塔体；14- 微孔气体切割器；15- 进风口；16- 出风口；17- 进液管；18- 吸收液溢流口；19- 排空口；20、钩形板除水器；21、液体导流管；22、弧形板；23、钩形板；24、折形板；25、分割板。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0040] 如图 1-4 所示，一种废气中 VOCs 回收利用系统，包括微孔吸收塔 1、吸收液循环系统、吸收液冷却系统、富贫吸收液循环系统、冷凝系统、缓冲罐 11 及真空泵 12，通过管道依次连接；所述真空泵 12 与所述微孔吸收塔 1 连接，形成闭路循环系统。

[0041] 所述微孔吸收塔 1 包括塔体 13、微孔气体切割器 14、进风口 15、出风口 16、进液管 17、吸收液溢流口 18、排空口 19，所述微孔气体切割器 14 相对所述塔体 13 径向设置；所述进风口 15 设置于所述微孔气体切割器 14 的下方，所述进液管 17 设置于所述微孔气体切割器 14 的上方，在所述微孔气体切割器 14 处、所述塔体 13 侧壁导出吸收液溢流口 18。

[0042] 含 VOCs 废气以 5-8m/s 的空塔风速流经微孔吸收塔 1，并经微孔气体切割器 14 时形成分散相流体，净化后的气体经由引风机从烟囱排出；所述微孔气体切割器 14 孔径为 0.3-0.85mm，可根据 VOCs 的具体组份选择合适的微孔尺寸。

[0043] 所述微孔气体切割器 14 有折形板 24 和分割板 25 插接而成，气流沿折形板 24 弯折通道穿过后从分割板 25 上密布的小孔间穿出，在此过程发生两级吸收净化：第一级净化过程为吸收液从分割板 25 上的小孔下流，并与上流的气流充分接触，进行气液两相传质过程，吸收了废气污染成分的富吸收液由排空口 19 排出；第二级净化过程为气体从分割板 25 上密布的小孔间穿出后，再流经微孔气体切割器 14 上部的一薄层吸收液面，气体中的污染

成分进一步得到净化处理。

[0044] 在所述塔体13内部、所述微孔气体切割器14上方设置有钩形板除水器20，在其下方设置有液体导流管21，经微气体孔切割器14单元充分吸收净化后的废气，从塔体13侧面排入钩形板除水器20，在此将可能存在的大的液滴截留去除，然后再从塔13体另一侧面排出，最终经由出风口16排出。截留下来的液滴经收集后，由液体导流管21返回微孔吸收塔。

[0045] 所述钩形板除水器20采用耐腐蚀金属或有机材料制成，过流速度为3-7m/s；所述钩形板除水器20由弧形板22纵向拼接而成，相邻所述弧形板22间距离为50mm；所述弧形板22上设置有钩形板23，钩形板23凹面与气流方向相向；所述钩形板23设置于所述弧形板22的凸面处。

[0046] 微孔吸收塔为一圆筒形塔结构，废气由进风口进入塔体1，经过微孔气体切割器14将流动相气体切割成分散相；并穿过微孔气体切割器14；吸收液经由进液管17排至微孔气体切割器14上部，并流经微孔气体切割器14的微孔，通过控制吸收液溢流口18排液速率，在微孔气体切割器14上部形成一薄层吸收液面；在微孔气体切割器14微孔结构中，分散相废气中的VOCs与吸收液充分接触并溶于吸收液中；被充分吸收了VOCs成分的废气穿过微孔气体切割器14上部的吸收液面，并经由出风口16排出；塔体1中的吸收液可经由排空口19放空。

[0047] 所述吸收液循环系统包括富液储罐2和提升泵，吸收了VOCs组份的吸收液称为富液，并储存的富液储罐2中；所述富液储罐2通过管路分别于所述微孔吸收塔1上所述进液管17、吸收液溢流口18连接；所述提升泵设置于所述富液储罐2和所述进液管17连接的管道上。

[0048] 吸收液经由提升泵排至微孔吸收塔1的微孔气体切割器14上部，在废气以5-8m/s的风速流经微孔气体切割器14时，在微孔气体切割器14形成1-8mm的吸收液面层。

[0049] 所述吸收液冷却系统为盘管换热装置，并通冰盐水对吸收液进行降温，控制吸收液温度为5-10℃。

[0050] 所用吸收液的沸点在200-300℃，饱和蒸汽压小于0.1kPa(100℃)。并可针对具体的VOCs成分，使用选择性强的吸收液，只针对某一种或某一类VOCs组份进行吸收。

[0051] 所述富贫吸收液循环系统包括富贫吸收液热交换器3、高位槽4、刮板薄膜蒸发器5、贫液储罐6，所述富液储罐2底端富吸收液出口通过管道依次连接所述富贫吸收液热交换器3、高位槽4和刮板薄膜蒸发器进液口5，所述刮板薄膜蒸发器5出液口通过管道依次连接所述贫液储罐6、富贫吸收液热交换器3和所述富液储罐2顶端的贫吸收液进口；在两组所述管道上均设置有泵，给吸收液循环提供动力；富吸收液在所述刮板薄膜蒸发器5内解吸完成后，先收集到贫液储罐6，然后泵至富贫吸收液热交换器3，经过降温操作后，排至微孔吸收塔1中，对吸收液解吸后循环使用。

[0052] 富吸收液和贫吸收液在富贫吸收液热交换器3里进行热量交换，使进入吸收液储罐的贫液的温度降下来，同时使吸收饱和的富液温度上升，有利于节省能源。

[0053] 所述刮板薄膜蒸发器5的操作温度由导热油实现，根据所吸收的VOCs沸点情况，通过导热油对刮板薄膜蒸发器5进行加温，一般控制温度在60-150℃；通过利用真空泵12抽吸作用，控制刮板薄膜蒸发器5的真空度在500-1500Pa。

[0054] 所述冷凝系统包括两组冷凝器 7、9，通过管道与所述刮板薄膜蒸发器 5 连接，且均配套设置有 VOCs 收集罐 8、10。

[0055] 解吸出来的 VOCs 成分先进入一级冷凝器 7 中，进行初级冷凝回收；控制真空度在 100-500Pa，所用冷源为自来水，回收下来的 VOCs 排至第一 VOCs 收集罐 8 中。然后再进入二级冷凝器 9 中，进行次级冷凝回收；控制真空度在 10-100Pa，所用冷源为冰盐水，回收下来的 VOCs 排至第二 VOCs 收集罐 10 中。

[0056] 经两级冷凝器 7、9 后，连接缓冲罐 11，保持缓冲罐 11 的真空度小于 10Pa，该缓冲罐 11 可对真空泵 12 起到保护作用。

[0057] 真空泵 12 排出的不凝气中含有少量 VOCs，需返回微孔吸收塔 1 的进风口 15，并经由微孔吸收塔 1 进行处理，避免二次污染。

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

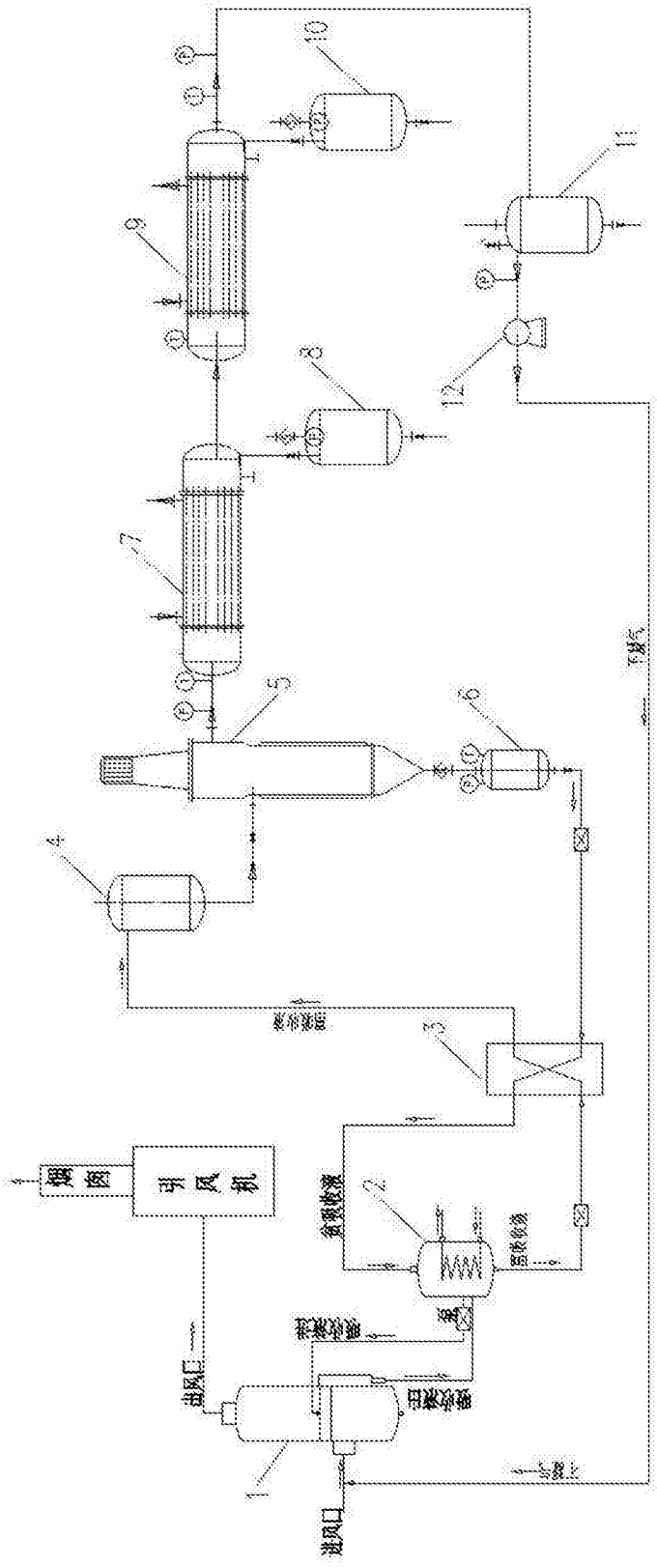


图 1

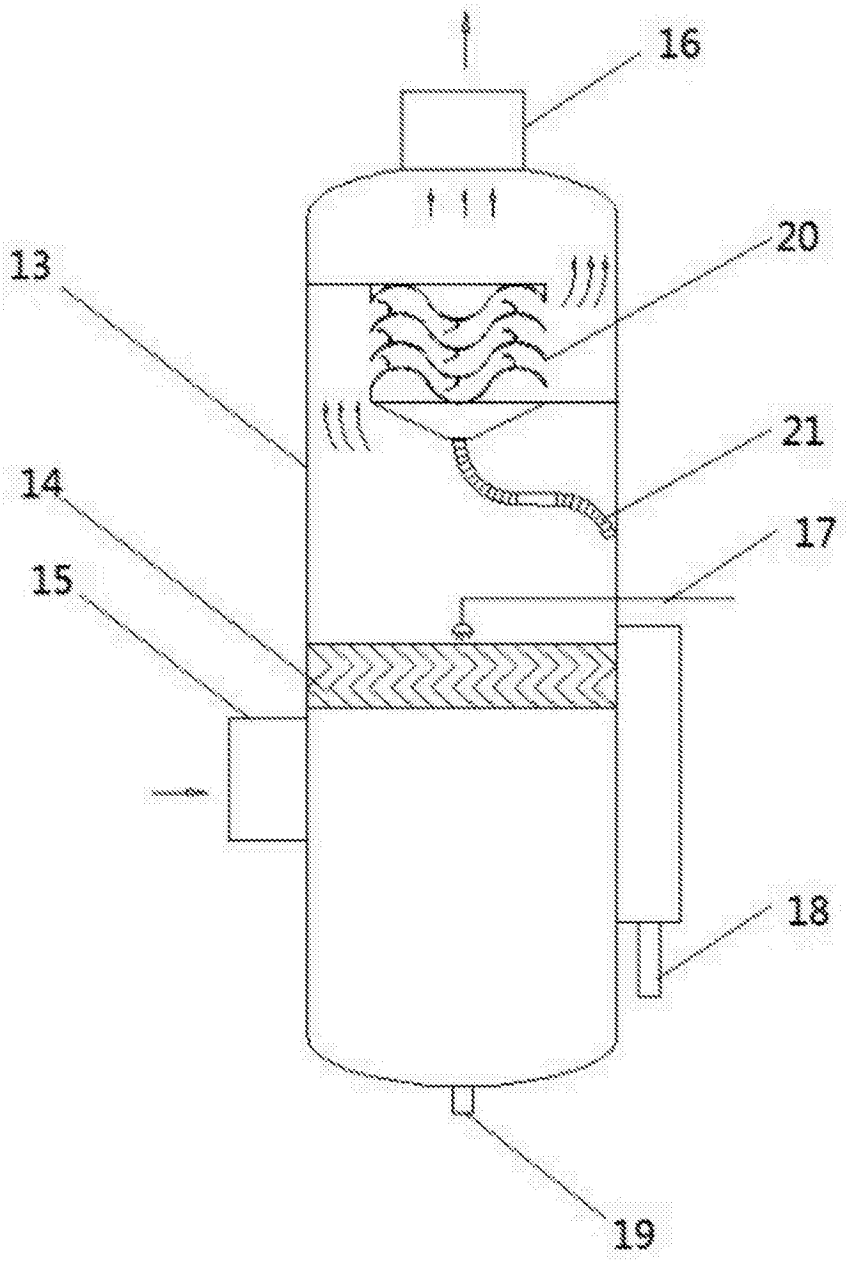


图 2

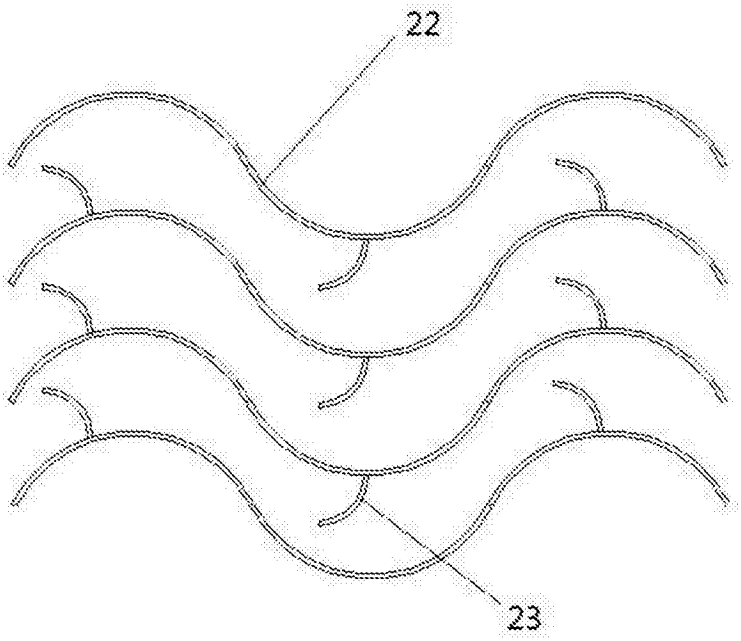


图 3

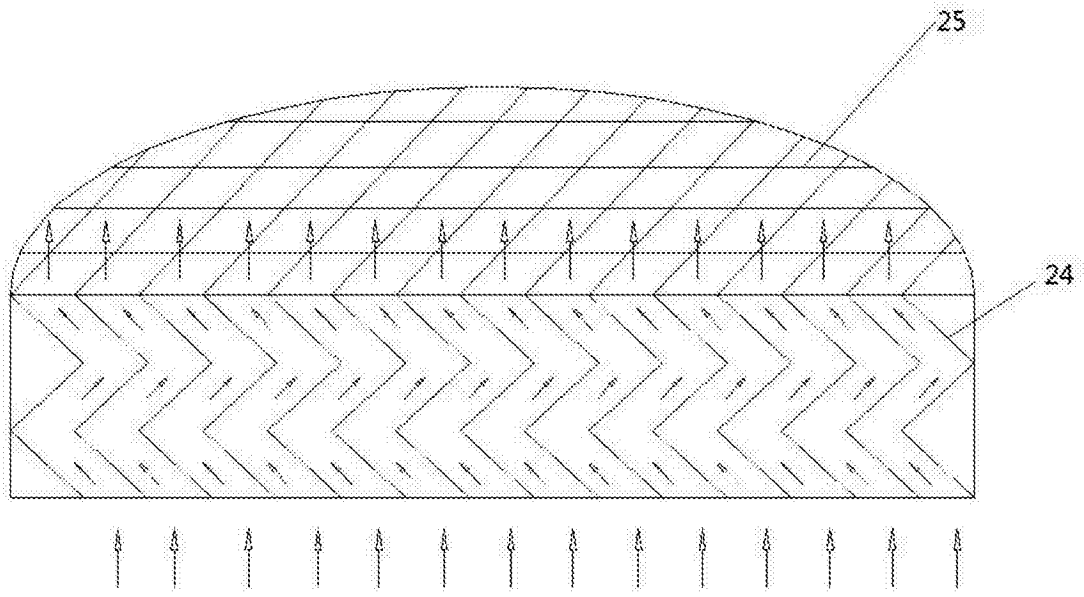


图 4