



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118403482 A

(43) 申请公布日 2024.07.30

(21) 申请号 202410874756.2

(22) 申请日 2024.07.02

(71) 申请人 四川大学

地址 610065 四川省成都市武侯区一环路
南一段24号

(72) 发明人 李军 王玉滨 陈奕帆 白昌云
许涛 金央 陈建钧 陈明

(74) 专利代理机构 北京中济纬天专利代理有限
公司 11429

专利代理师 郭萍

(51) Int. Cl.

B01D 53/52 (2006.01)

B01D 53/78 (2006.01)

B01D 19/00 (2006.01)

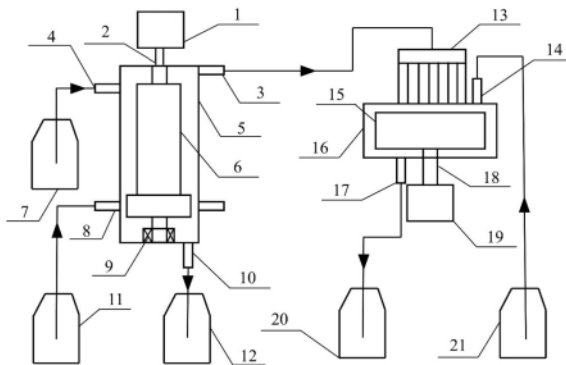
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置及
方法

(57) 摘要

本发明属于分散、传质以及化学反应工程技术领域,提供了一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置及方法。所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置包括相互串联的 H_2S 解吸装置和 H_2S 吸收装置。 H_2S 解吸装置内设置了变径转轴,变径转轴位于解吸装置壳体内,变径转轴的外壁与解吸装置壳体的内壁之间形成环隙,处于解吸段的环隙宽度大于处于分散段的环隙宽度; H_2S 吸收装置内设置了转盘,转盘与吸收装置壳体的内壁之间形成间隙。本发明可提高利用吹脱气体脱除磷酸溶液中 H_2S 的过程和利用碱液吸收吹脱气体中 H_2S 过程的传质效率,实现湿法磷酸中 H_2S 尾气的高效脱除。



1. 一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,包括 H_2S 解吸装置和 H_2S 吸收装置,其特征在于:

所述 H_2S 解吸装置包括第一驱动装置(1)、第一传动轴(2)、解吸装置壳体(5)、变径转轴(6)、固定轴承(9);所述解吸装置壳体(5)为两端封闭的圆筒,解吸装置壳体(5)的轴线垂直于水平面,解吸装置壳体(5)内部的空间包括相互衔接的解吸段(5-1)和分散段(5-2),解吸段(5-1)的壁面上设有磷酸入口(4),分散段(5-2)的壁面上设有气体入口(8),气体入口(8)为多个,各气体入口环绕分散段(5-3)的壁面设置,解吸装置壳体(5)的上部设有气体出口(3)、下部设有磷酸出口(10);所述变径转轴(6)位于解吸装置壳体(5)内,变径转轴(6)的轴线与解吸装置壳体(5)的轴线重合,变径转轴(6)的外壁与解吸装置壳体(5)的内壁之间形成环隙,处于解吸段(5-1)的环隙宽度与处于分散段(5-2)的环隙宽度之比为(5~50):1;变径转轴(6)的一端通过第一传动轴(2)与第一驱动装置(1)连接、另一端与设置于解吸装置壳体(5)内的固定轴承(9)连接;

所述 H_2S 吸收装置包括第二驱动装置(19)、第二传动轴(18)、转盘(15)、吸收装置壳体(16)、气体分布器(13);所述吸收装置壳体(16)为两端封闭的圆筒,吸收装置壳体(16)的轴线垂直于水平面,吸收装置壳体(16)的顶部设有吸收液入口(14)、底部设有吸收液出口(17);所述气体分布器(13)设置于吸收装置壳体(16)顶部,气体分布器(13)的出口与吸收装置壳体(16)内部连通;所述转盘(15)呈圆形,转盘(15)水平设置于吸收装置壳体(16)内,转盘(15)与吸收装置壳体(16)的内壁之间形成间隙;转盘(15)通过第二传动轴(18)与第二驱动装置(19)连接;转盘(15)、吸收装置壳体(16)以及第二传动轴(18)的轴线重合;

所述气体出口(3)通过管件与气体分布器(13)的入口连通。

2. 根据权利要求1所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其特征在于,处于解吸段(5-1)的环隙宽度为5~100 mm,处于分散段(5-2)的环隙宽度为0.5~10 mm。

3. 根据权利要求1所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其特征在于,解吸段(5-1)与分散段(5-2)的高度比为(5~50):1。

4. 根据权利要求1所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其特征在于,转盘(15)上表面到吸收装置壳体(16)上壁的距离、转盘(15)下表面到吸收装置壳体(16)下壁的距离,以及转盘(15)侧壁到吸收装置壳体(16)侧壁的距离相等,均为1~20 mm。

5. 根据权利要求1至4中任一权利要求所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其特征在于,处于解吸段(5-1)的变径转轴(6)的表面设有若干环绕变径转轴(6)且平行于水平面的第一凹槽(6-1);转盘(15)上表面和下表面上设有若干环形的第二凹槽(15-1),转盘(15)上表面上的各第二凹槽(15-1)与转盘(15)上表面共圆心,转盘(15)下表面上的各第二凹槽(15-1)与转盘(15)下表面共圆心。

6. 根据权利要求5所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其特征在于,第一凹槽(6-1)的深度为0.25~2 mm、第一凹槽(6-1)最宽处的宽度为0.25~4 mm;第二凹槽(15-1)的深度为0.25~2 mm,第二凹槽(15-1)最宽处的宽度为0.25~4 mm。

7. 根据权利要求6所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其特征在于,相邻第一凹槽(6-1)之间的距离相等,转盘(15)上表面上的相邻第二凹槽(15-1)之间的距离相等,转盘(15)下表面上的相邻第二凹槽(15-1)之间的距离相等。

8. 根据权利要求1至4中任一权利要求所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其特征

在于,气体入口(8)设置多组,同一组气体入口(8)均匀分布于解吸装置壳体(5)的同一高度处;同一组气体入口(8)中,各气体入口(8)的轴线位于同一平面且与解吸装置壳体(5)的轴线相交,相邻气体入口(8)的轴线相交于解吸装置壳体(5)的轴线后形成的角的角度为 45° ~ 90° ;气体入口(8)的内径为0.5~10 mm。

9.根据权利要求1至4中任一权利要求所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其特征在于,气体分布器(13)的出口直径为0.5~5 mm。

10.一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的方法,其特征在于,使用权利要求1至9中任一权利要求所述装置,包括以下步骤:

①启动第一驱动装置(1)驱动第一传动轴(2)带动变径转轴(6)转动,启动第二驱动装置(19)驱动第二传动轴(18)带动转盘(15)旋转;

②将富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体分别由磷酸入口(4)和气体入口(8)连续通入解吸装置壳体(5)内,将吸收液从吸收液入口(14)连续通入吸收装置壳体(16)内,富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体在解吸段(5-1)的环隙内充分分散和传质实现 H_2S 的解吸,完成解吸的磷酸由磷酸出口(10)连续排出,所形成的富载 H_2S 的吹脱气体从气体出口(3)经气体分布器(13)连续进入吸收装置壳体(16)内,富载 H_2S 的吹脱气体与吸收液在吸收装置壳体(16)与转盘(15)之间的间隙内充分分散和传质实现 H_2S 的吸收,将完成 H_2S 吸收后形成的气液混合物从吸收液出口(17)连续排出。

一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于分散、传质以及化学反应工程技术领域,涉及一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置及方法。

背景技术

[0002] 从工业级磷酸到食品级或电子级磷酸的制备,需要对磷酸中的砷进行深度脱除。目前工业脱砷的原理是采用脱砷剂与磷酸中的砷反应,生成沉淀物三硫化二砷。为了不引入其他杂质离子,最常用的脱砷剂是五硫化二磷(P_2S_5),而为了确保砷被深度脱除, P_2S_5 的添加量往往是过量的,这就导致磷酸溶液中含有未反应的硫化氢(H_2S)。虽然磷酸溶液中的 H_2S 是微量的,但却存在严重的安全隐患。因此需要对磷酸溶液中的 H_2S 进行脱除。

[0003] 工业上,脱除磷酸溶液中 H_2S 的现有工艺是通过向磷酸溶液中鼓吹空气,通过改变 H_2S 的平衡分压来实现磷酸溶液中 H_2S 的脱除,随后富载 H_2S 的空气被通入到氢氧化钠或碳酸钠溶液中,对空气中的 H_2S 进行吸收,之后将不含 H_2S 的空气排除。现有工艺主要是在塔设备内进行,塔设备的气泡分散尺度在毫米级,加之磷酸溶液的粘度较大,这两方面的原因导致利用空气吹脱 H_2S 过程的传质效率低下、设备体积庞大,并且需要大量的空气进行吹脱,最终造成了设备占地面积大、操作不方便以及投资运行成本高等问题。同样,将富载 H_2S 的空气通入到氢氧化钠或碳酸钠溶液中进行 H_2S 吸收的过程也存在着传质效率低下和设备体积庞大的问题。因此,目前迫切需要发展传质效率更高的技术和装备来强化湿法磷酸中 H_2S 尾气吸收和解吸过程。

发明内容

[0004] 针对现有技术存在脱除湿法磷酸中的 H_2S 尾气时存在的传质效率低下的问题,本发明提供了一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置及方法,以提高利用吹脱气体脱除磷酸溶液中 H_2S 的过程以及利用碱液吸收吹脱气体中 H_2S 过程的传质效率,实现湿法磷酸中 H_2S 尾气的高效脱除。

[0005] 为实现上述发明目的,本发明主要对现有湿法磷酸中 H_2S 尾气净化设备中 H_2S 解吸装置和 H_2S 吸收装置的结构进行了改进,具体采用的技术方案如下:

[0006] 一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,包括 H_2S 解吸装置和 H_2S 吸收装置,

[0007] 所述 H_2S 解吸装置包括第一驱动装置、第一传动轴、解吸装置壳体、变径转轴、固定轴承;所述解吸装置壳体为两端封闭的圆筒,解吸装置壳体的轴线垂直于水平面,解吸装置壳体内部的空间包括相互衔接的解吸段和分散段,解吸段的壁面上设有磷酸入口,分散段的壁面上设有气体入口,气体入口为多个,各气体入口环绕分散段的壁面设置,解吸装置壳体的上部设有气体出口、下部设有磷酸出口;所述变径转轴位于解吸装置壳体内,变径转轴的轴线与解吸装置壳体的轴线重合,变径转轴的外壁与解吸装置壳体的内壁之间形成环隙,处于解吸段的环隙宽度与处于分散段的环隙宽度之比为(5~50):1;变径转轴的一端通过第一传动轴与第一驱动装置连接、另一端与设置于解吸装置壳体内的固定轴承连接;

[0008] 所述 H_2S 吸收装置包括第二驱动装置、第二传动轴、转盘、吸收装置壳体、气体分布器；所述吸收装置壳体为两端封闭的圆筒，吸收装置壳体的轴线垂直于水平面，吸收装置壳体的顶部设有吸收液入口、底部设有吸收液出口；所述气体分布器设置于吸收装置壳体顶部，气体分布器的出口与吸收装置壳体内部连通；所述转盘呈圆形，转盘水平设置于吸收装置壳体内，转盘与吸收装置壳体的内壁之间形成间隙；转盘通过第二传动轴与第二驱动装置连接；转盘、吸收装置壳体以及第二传动轴的轴线重合；

[0009] 所述气体出口通过管件与气体分布器的入口连通。

[0010] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，所述环隙宽度是指变径转轴的外壁到解吸装置壳体内壁的距离。例如，处于解吸段的环隙宽度是指处于解吸段的变径转轴的外壁到解吸装置壳体内壁的距离，处于分散段的环隙宽度是指处于分散段的变径转轴的外壁到解吸装置壳体内壁的距离。为了满足处于解吸段的环隙宽度大于处于分散段的环隙宽度，变径转轴在解吸段的直径应小于变径转轴在分散段的直径。在处于解吸段的环隙宽度与处于分散段的环隙宽度之比满足前述比例关系的基础之上，处于解吸段的环隙宽度优选为5~100 mm，处于分散段的环隙宽度优选为0.5~10 mm。

[0011] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，所述解吸段与分散段的高度比优选为(5~50): 1，通常分散段高度可以为10~50 mm。

[0012] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，为了减少变径转轴旋转形成的旋流场对去除了 H_2S 的磷酸与富载 H_2S 的吹脱气体的分离造成的扰动，在解吸装置壳体内，于解吸段的上方设有第一分离段，于分散段的下方设有第二分离段；解吸段与第一分离段和第二分离段的高度之比优选为(8~10): 1；并且，变径转轴处于第一分离段和第二分离段的直径小于变径转轴处于解吸段的直径，例如，通常可以控制变径转轴在解吸段的直径与变径转轴在第一分离段和第二分离段的直径之比为(2.5~5): 1。

[0013] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，转盘上表面到吸收装置壳体上壁的距离、转盘下表面到吸收装置壳体下壁的距离，以及转盘侧壁到吸收装置壳体侧壁的距离相等，均为1~20 mm。

[0014] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，为了强化气液两相在高速剪切场内混合过程的湍动，处于解吸段的变径转轴的表面设有若干环绕变径转轴且平行于水平面的第一凹槽，转盘上表面和下表面上设有若干环形的第二凹槽，转盘上表面上的各第二凹槽与转盘上表面共圆心，转盘下表面上的各第二凹槽与转盘下表面共圆心。对于第一凹槽而言，优选地，第一凹槽的深度为0.25~2 mm、第一凹槽最宽处的宽度为0.25~4 mm，进一步优选地，第一凹槽的截面形状呈矩形，更优选地，各相邻第一凹槽之间的距离为0.25~4 mm；对于第二凹槽而言，优选地，第二凹槽的深度为0.25~2 mm，第二凹槽最宽处的宽度为0.25~4 mm，进一步优选地，第二凹槽的截面呈矩形，更优选地，转盘上表面上的相邻第二凹槽之间的距离为0.25~4 mm，转盘下表面上的相邻第二凹槽之间的距离为0.25~4 mm。

[0015] 进一步地，上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，相邻第一凹槽之间的距离相等，转盘上表面上的相邻第二凹槽之间的距离相等，转盘下表面上的相邻第二凹槽之间的距离相等。

[0016] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，气体入口设置多组，同一

组气体入口均匀分布于解吸装置壳体的同一高度处；同一组气体入口中，各气体入口的轴线位于同一平面且与解吸装置壳体的轴线相交，相邻气体入口的轴线相交于解吸装置壳体的轴线后形成的角的角度为 $45^{\circ}\sim 90^{\circ}$ ；气体入口的内径为 $0.5\sim 10$ mm。

[0017] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，所述气体分布器设置多个，例如气体分布器可以设置 $2\sim 20$ 个，气体分布器环绕解吸装置壳体的顶部的中心设置。

[0018] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，气体分布器的出口直径为 $0.5\sim 5$ mm。解吸装置壳体的直径根据实际应用需求进行确定，通常，解吸装置壳体的直径为 $20\sim 100$ cm。

[0019] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，所述磷酸入口与磷酸储槽连通，气体入口与气体储罐连通，磷酸出口与磷酸收集槽连通，吸收液入口与吸收液储槽连通，吸收液出口与吸收液收集槽连通。

[0020] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，所述变径转轴、解吸装置壳体、吸收装置壳体以及转盘的材质可以为不锈钢、有机玻璃或聚四氟乙烯等材料。

[0021] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，所述 H_2S 解吸装置和 H_2S 吸收装置均由支撑架支撑安装。

[0022] 上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的技术方案中，所述第一驱动装置和第二驱动装置可以是驱动电机。

[0023] 本发明还提供了一种高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的方法，该方法使用上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置，包括以下步骤：

①启动第一驱动装置驱动第一传动轴带动变径转轴转动，启动第二驱动装置驱动第二传动轴带动转盘旋转；

②将富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体分别由磷酸入口和气体入口连续通入解吸装置壳体内，将吸收液从吸收液入口连续通入吸收装置壳体内，富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体在解吸段的环隙内充分分散和传质实现 H_2S 的解吸，完成解吸的磷酸由磷酸出口连续排出，所形成的富载 H_2S 的吹脱气体从气体出口经气体分布器连续进入吸收装置壳体内，富载 H_2S 的吹脱气体与吸收液在吸收装置壳体与转盘之间的间隙内充分分散和传质实现 H_2S 的吸收，将完成 H_2S 吸收后形成的气液混合物从吸收液出口连续排出。

[0024] 上述方法的技术方案中，所述吹脱气体为氮气、空气或稀有气体。

[0025] 上述方法的技术方案中，所述吸收液为质量分数为 $1\%\sim 20\%$ 的碱液，所述碱液可以是氢氧化钠溶液、碳酸钠溶液或氢氧化钾溶液。

[0026] 上述方法的技术方案中，可以控制变径转轴的转速为 $100\sim 5000$ rpm，可以控制转盘的转速为 $100\sim 5000$ rpm。

[0027] 本发明的原理主要如下：

[0028] 本发明提供的高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置，包括 H_2S 解吸装置和 H_2S 吸收装置， H_2S 解吸装置通过第一驱动装置和变径转轴在微尺度空间引入高速剪切场，高速剪切场可有效地将吹脱气体分散为微气泡，从而减小气液间的传质距离，加快 H_2S 的扩散，高速剪切场还能强化气液间的界面更新和湍动，加快气液间传质速率，从而促进 H_2S 从磷酸溶液中扩散到吹脱气体中；同时，变径转轴使得处于解吸段的环隙宽度大于分散段的环隙宽度，环隙宽度的扩大可避免在分散段生成的微气泡在后续运动过程中发生碰撞而聚并，有利于

更好地保持微气泡的小尺寸,进而促进气液两相之间的高效传质。 H_2S 解吸装置传质效率的提高有利于减小 H_2S 解吸装置的体积,减少吹脱气体的用量。

[0029] H_2S 吸收装置将转盘设置在吸收装置壳体内,在转盘与吸收装置壳体的内壁之间形成了间隙,在 H_2S 吸收装置运行过程中,富载 H_2S 的吹脱气与吸收液依次通过吸收装置壳体与转盘上、下表面之间的间隙,相对于现有直接将物料输送至转盘表面的转盘反应器,该结构设计能有效增加气液两相的接触时间,有利于提高从吹脱气体中吸收 H_2S 的效率并减小设备体积。通过在变径转轴的表面以及转盘的上、下表面设置若干凹槽,可进一步强化气液两相在高速剪切场内混合过程的湍动,从而提升气液两相之间的传质效率。在 H_2S 解吸装置具有高传质效率的基础上,在 H_2S 吸收装置中引入气体分布器,将富载 H_2S 的吹脱气体分散成为尺寸更小的微气泡,微气泡尺寸的缩小可增加气液间接触的比表面积和减小气液间的传质距离,进一步提高 H_2S 吸收效率。

[0030] 与现有技术相比,本发明提供的技术方案产生了以下有益的技术效果:

[0031] 1. 本发明提供了高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,包括 H_2S 解吸装置和 H_2S 吸收装置,通过在 H_2S 解吸装置中设置第一驱动装置和变径转轴,在微尺度空间引入高速剪切场,一方面,高速剪切场不但可以将吹脱气体分散为微气泡,减小气液间的传质距离,而且能强化气液间的界面更新和湍动,加快气液间传质速率,从而有效促进 H_2S 从磷酸溶液向吹脱气体中扩散;另一方面,变径转轴使得处于解吸段的环隙宽度大于分散段的环隙宽度,环隙宽度的扩大可避免在分散段生成的微气泡在后续运动过程中发生碰撞而聚并,更好地保持微气泡的小尺寸,进而促进气液两相之间的高效传质。通过在 H_2S 吸收装置的转盘外设计吸收装置壳体,在转盘与吸收装置壳体之间形成间隙,在 H_2S 吸收装置运行过程中,富载 H_2S 的吹脱气与吸收液依次通过吸收装置壳体与转盘上、下表面之间的间隙,相对于现有转盘式反应器,该结构有效增加了气液两相的接触时间,有利于提高从吹脱气体中吸收 H_2S 的效率并减小设备体积。以上结构特点使得本发明的装置在脱除湿法磷酸中 H_2S 尾气的过程中实现高效的分散和传质,不但能有效提高 H_2S 的脱除效率,而且可减小现有湿法磷酸中 H_2S 尾气脱除设备的体积。

[0032] 2. 本发明所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置中,通过在变径转轴的表面和转盘的上、下表面设置若干凹槽,可进一步强化气液两相在高速剪切场内混合过程的湍动,有效提高富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体之间、以及富载 H_2S 的吹脱气体与吸收液之间的传质效率。

[0033] 3. 本发明所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置中,在 H_2S 解吸装置具有高传质效率的基础上,通过在 H_2S 吸收装置中引入气体分布器,将富载 H_2S 的吹脱气体分散成为尺寸更小的微气泡,这有利于提高气液间接触的比表面积和减小气液间的传质距离,进一步提高 H_2S 吸收效率。

[0034] 4. 以上述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置为基础,本发明还提供了净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的方法。本发明通过实验证实,相对于现有技术采用塔设备来净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的方式,本发明的方法能显著降低磷酸产品中的 H_2S 浓度,在利用碱液吸收之后 H_2S ,排出的吹脱气体中 H_2S 的浓度也显著降低,磷酸产品和最终排出的吹脱气体中, H_2S 浓度的降低幅度达到了1~2个数量级。解决了现有技术使用塔设备净化湿法磷酸中 H_2S 尾气存在的传质效率低下,获得的磷酸产品和排出的吹脱气体中 H_2S 浓度相对较高的问题。

附图说明

- [0035] 图1是本发明所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置的结构示意图。
- [0036] 图2是 H_2S 解吸装置的结构式示意图。
- [0037] 图3是 H_2S 解吸装置的变径转轴的结构示意图。
- [0038] 图4是 H_2S 吸收装置的转盘表面的示意图。
- [0039] 图中,1—第一驱动装置、2—第一传动轴、3—气体出口、4—磷酸入口、5—解吸装置壳体、5-1—解吸段、5-2—分散段、5-3—第一分离段、5-4—第二分离段、6—变径转轴、6-1—第一凹槽、7—磷酸储槽、8—气体入口、9—固定轴承、10—磷酸出口、11—气体储罐、12—磷酸收集槽、13—气体分布器、14—吸收液入口、15—转盘、15-1—第二凹槽、16—吸收装置壳体、17—吸收液出口、18—第二传动轴、19—第二驱动装置、20—吸收液收集槽、21—吸收液储槽。

具体实施方式

[0040] 以下通过实施例对本发明提供的高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置及方法作进一步说明。有必要指出,以下实施例只用于对本发明作进一步说明,不能理解为对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员根据上述发明内容,对本发明做出一些非本质的改进和调整进行具体实施,仍属于本发明保护的范围。

[0041] 实施例1

[0042] 本实施例中,提供高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,该装置的结构示意图如图1所示,包括 H_2S 解吸装置和 H_2S 吸收装置。

[0043] 如图2所示,所述 H_2S 解吸装置包括第一驱动装置1、第一传动轴2、解吸装置壳体5、变径转轴6以及固定轴承9。所述解吸装置壳体5为两端封闭的圆筒,解吸装置壳体5的轴线垂直于水平面,解吸装置壳体5内部的空间由上至下依次分为第一分离段5-3、解吸段5-1、分散段5-2和第二分离段5-4;解吸段5-1的壁面上设有磷酸入口4,分散段5-2的壁面上设有气体入口8,气体入口8为多个,各气体入口8环绕分散段5-2的壁面设置,第一分离段5-3的壁面上设有气体出口3,第二分离段5-4的壁面底部设有磷酸出口10;所述变径转轴6位于解吸装置壳体5内,变径转轴6的轴线与解吸装置壳体5的轴线重合,变径转轴6在解吸段5-1的直径小于变径转轴6在分散段5-2的直径,变径转轴6在第一分离段5-3和第二分离段5-4的直径小于变径转轴6在解吸段5-1的直径,变径转轴6的外壁与解吸装置壳体5的内壁之间形成环隙;变径转轴6的一端通过第一传动轴2与第一驱动装置1连接、另一端与设置于解吸装置壳体5内的固定轴承9连接,第一驱动装置1为驱动电机,第一驱动装置1驱动第一传动轴2带动变径转轴6旋转。具体地:

[0044] 处于解吸段5-1的环隙宽度为20 mm,处于分散段5-2的环隙宽度为3 mm,变径转轴6在解吸段5-1的直径与变径转轴6在第一分离段5-3和第二分离段5-4的直径之比为2.5:1,解吸段5-1与分散段5-2的高度比为20:1,解吸段5-1与第一分离段5-3和第二分离段5-4的高度之比为8:1,分散段5-2的高度为20 mm。气体入口8设置两组,每组包括四组气体入口8,同一组气体入口8均匀分布于解吸装置壳体5的同一高度处,同一组气体入口8中,各气体入口8的轴线位于同一平面且与解吸装置壳体5的轴线相交,相邻气体入口8的轴线相交于解吸装置壳体5的轴线后形成的角的角度为 90° ,各气体入口8的内径为1 mm。如图3所示,

处于解吸段5-1的变径转轴6的表面设有若干环绕变径转轴6且平行于水平面的第一凹槽6-1,第一凹槽6-1的截面形状呈矩形,第一凹槽6-1的深度为0.5 mm,第一凹槽6-1的宽度为0.5 mm,各相邻第一凹槽6-1之间的距离为0.5 mm。

[0045] 所述H₂S吸收装置包括第二驱动装置19、第二传动轴18、转盘15、吸收装置壳体16以及气体分布器13。所述吸收装置壳体16为两端封闭的圆筒,吸收装置壳体16的轴线垂直于水平面,吸收装置壳体16的顶部设有吸收液入口14、底部设有吸收液出口17。气体分布器13设置于吸收装置壳体16顶部,气体分布器13的出口与吸收装置壳体16内部连通。所述转盘15呈圆形,转盘15水平设置于吸收装置壳体16内,转盘15的表面与吸收装置壳体16的内壁之间形成间隙;转盘15通过第二传动轴18与第二驱动装置19连接,第二驱动装置19为驱动电机,第二驱动装置19驱动第二传动轴18带动转盘15旋转。转盘15、吸收装置壳体16以及第二传动轴18的轴线重合。具体地:

[0046] 转盘15上表面到吸收装置壳体16上壁的距离、转盘15下表面到吸收装置壳体16下壁的距离,以及转盘15侧壁到吸收装置壳体16侧壁的距离相等,均为3 mm。如图4所示,转盘15上表面和下表面上设有若干环形的第二凹槽15-1,转盘15上表面上的各第二凹槽15-1与转盘15上表面共圆心,转盘15下表面上的各第二凹槽15-1与转盘15下表面共圆心;第二凹槽15-1的截面形状呈矩形,第二凹槽15-1的深度为0.5 mm,第二凹槽15-1的宽度为0.5 mm,转盘15上表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为0.5 mm,转盘15下表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为0.5 mm。吸收装置壳体16的直径为30 cm,气体分布器13设置四个,各气体分布器13均匀环绕吸收装置壳体16顶部的中心设置,各气体分布器13的出口直径为5 mm。吸收液入口14位于气体分布器13外侧。

[0047] 所述气体出口3通过管件与气体分布器13的入口连通。所述变径转轴6、解吸装置壳体5、转盘15和吸收装置壳体16的材质均为不锈钢。所述磷酸入口4与磷酸储槽7连通,气体入口8与气体储罐11连通,磷酸出口10与磷酸收集槽12连通,吸收液入口14与吸收液储槽21连通,吸收液出口17与吸收液收集槽20连通。

[0048] 实施例2

[0049] 本实施例中,高效净化湿法磷酸中H₂S尾气的装置结构与实施例1中的装置的结构基本相同,不同之处仅在于:

[0050] 处于解吸段5-1的环隙宽度为40 mm,处于分散段5-2的环隙宽度为5 mm,解吸段5-1与分散段5-2的高度比为30:1,解吸段5-1与第一分离段5-3和第二分离段5-4的高度之比为10:1,分散段5-2的高度为40 mm。气体入口8设置四组,每组包括八个气体入口8,同一组气体入口8均匀分布于解吸装置壳体5的同一高度处,同一组气体入口8中,各气体入口8的轴线位于同一平面且与解吸装置壳体5的轴线相交,相邻气体入口8的轴线相交于解吸装置壳体5的轴线后形成的角的角度为45°,各气体入口8的内径为1 mm。处于解吸段5-1的变径转轴6的表面设有若干环绕变径转轴6且平行于水平面的第一凹槽6-1,第一凹槽6-1的截面形状呈矩形,第一凹槽6-1的深度为1 mm,第一凹槽6-1的宽度为1 mm,各相邻第一凹槽6-1之间的距离为1 mm。

[0051] 转盘15上表面到吸收装置壳体16上壁的距离、转盘15下表面到吸收装置壳体16下壁的距离、以及转盘15侧壁到吸收装置壳体16的侧壁的距离相等,均为6 mm。转盘15上表面和下表面上设有若干环形的第二凹槽15-1,转盘15上表面上的各第二凹槽15-1与转盘15上

表面共圆心,转盘15下表面上的各第二凹槽15-1与转盘15下表面共圆心;第二凹槽15-1的截面形状呈矩形,第二凹槽15-1的深度为1 mm,第二凹槽15-1的宽度为1 mm,转盘15上表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为1 mm,转盘15下表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为1 mm。吸收装置壳体16的直径为60 cm。气体分布器13设置八个,各气体分布器13均匀环绕吸收装置壳体16的顶部的中心设置,各气体分布器13的出口直径为0.5 mm。

[0052] 实施例3

[0053] 本实施例中,高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置结构与实施例1中的装置的结构基本相同,不同之处仅在于:

[0054] 处于解吸段5-1的环隙宽度为100 mm,处于分散段5-2的环隙宽度为10 mm,解吸段5-1与分散段5-2的高度比为50:1,分散段5-2的高度为25 mm。气体入口8设置三组,每组包括六个气体入口8,同一组气体入口8均匀分布于解吸装置壳体5的同一高度处,同一组气体入口8中,各气体入口8的轴线位于同一平面且与解吸装置壳体5的轴线相交,相邻气体入口8的轴线相交于解吸装置壳体5的轴线后形成的角的角度为 60° ,各气体入口8的内径为10 mm。处于解吸段5-1的变径转轴6的表面设有若干环绕变径转轴6且平行于水平面的第一凹槽6-1,第一凹槽6-1的截面形状呈矩形,第一凹槽6-1的深度为2 mm,第一凹槽6-1的宽度为4 mm,各相邻第一凹槽6-1之间的距离为4 mm。

[0055] 转盘15上表面到吸收装置壳体16上壁的距离、转盘15下表面到吸收装置壳体16下壁的距离、以及转盘15侧壁到吸收装置壳体16的侧壁的距离相等,均为20 mm。转盘15上表面和下表面上设有若干环形的第二凹槽15-1,转盘15上表面上的各第二凹槽15-1与转盘15上表面共圆心,转盘15下表面上的各第二凹槽15-1与转盘15下表面共圆心;第二凹槽15-1的截面形状呈矩形,第二凹槽15-1的深度为2 mm,第二凹槽15-1的宽度为4 mm,转盘15上表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为2 mm,转盘15下表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为4 mm。吸收装置壳体16的直径为100 cm。气体分布器13设置六个,各气体分布器13均匀环绕吸收装置壳体16的顶部的中心设置,各气体分布器13的出口直径为1 mm。

[0056] 实施例4

[0057] 本实施例中,高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置结构与实施例1中的装置的结构基本相同,不同之处仅在于:

[0058] 处于解吸段5-1的环隙宽度为5 mm,处于分散段5-2的环隙宽度为1 mm,解吸段5-1与分散段5-2的高度比为5:1,分散段5-2的高度为50 mm。气体入口8设置三组,每组包括六个气体入口8,同一组气体入口8均匀分布于解吸装置壳体5的同一高度处,同一组气体入口8中,各气体入口8的轴线位于同一平面且与解吸装置壳体5的轴线相交,相邻气体入口8的轴线相交于解吸装置壳体5的轴线后形成的角的角度为 60° ,各气体入口8的内径为0.5 mm。处于解吸段5-1的变径转轴6的表面设有若干环绕变径转轴6且平行于水平面的第一凹槽6-1,第一凹槽6-1的截面形状呈矩形,第一凹槽6-1的深度为0.25 mm,第一凹槽6-1的宽度为0.25 mm,各相邻第一凹槽6-1之间的距离为0.25 mm。

[0059] 转盘15上表面到吸收装置壳体16上壁的距离、转盘15下表面到吸收装置壳体16下壁的距离、以及转盘15侧壁到吸收装置壳体16的侧壁的距离相等,均为1 mm。转盘15上表面和下表面上设有若干环形的第二凹槽15-1,转盘15上表面上的各第二凹槽15-1与转盘15上表面共圆心,转盘15下表面上的各第二凹槽15-1与转盘15下表面共圆心;第二凹槽15-1的

截面形状呈矩形,第二凹槽15-1的深度为0.25 mm,第二凹槽15-1的宽度为0.25 mm,转盘15上表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为0.25 mm,转盘15下表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为0.25 mm。吸收装置壳体16的直径为40 cm。气体分布器13设置四个,各气体分布器13均匀环绕吸收装置壳体16的顶部的中心设置,各气体分布器13的出口直径为2 mm。

[0060] 实施例5

[0061] 本实施例中,高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置结构与实施例1中的装置的结构基本相同,不同之处仅在于:

[0062] 处于解吸段5-1的环隙宽度为25 mm,处于分散段5-2的环隙宽度为0.5 mm,解吸段5-1与分散段5-2的高度比为10:1,分散段5-2的高度为40 mm。气体入口8设置四组,每组包括八个气体入口8,同一组气体入口8均匀分布于解吸装置壳体5的同一高度处,同一组气体入口8中,各气体入口8的轴线位于同一平面且与解吸装置壳体5的轴线相交,相邻气体入口8的轴线相交于解吸装置壳体5的轴线后形成的角的角度为 45° ,各气体入口8的内径为2 mm。处于解吸段5-1的变径转轴6的表面设有若干环绕变径转轴6且平行于水平面的第一凹槽6-1,第一凹槽6-1的截面形状呈矩形,第一凹槽6-1的深度为1 mm,第一凹槽6-1的宽度为1.5 mm,各相邻第一凹槽6-1之间的距离为1.5 mm。

[0063] 转盘15上表面到吸收装置壳体16上壁的距离、转盘15下表面到吸收装置壳体16下壁的距离、以及转盘15侧壁到吸收装置壳体16的侧壁的距离相等,均为2 mm。转盘15上表面和下表面上设有若干环形的第二凹槽15-1,转盘15上表面上的各第二凹槽15-1与转盘15上表面共圆心,转盘15下表面上的各第二凹槽15-1与转盘15下表面共圆心;第二凹槽15-1的截面形状呈矩形,第二凹槽15-1的深度为1 mm,第二凹槽15-1的宽度为1.5 mm,转盘15上表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为1 mm,转盘15下表面上的相邻第二凹槽15-1之间的距离为1 mm。吸收装置壳体16的直径为40 cm。气体分布器13设置四个,各气体分布器13均匀环绕吸收装置壳体16的顶部的中心设置,各气体分布器13的出口直径为3 mm。

[0064] 实施例6

[0065] 本实施例中,提供本发明所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的方法,使用实施例1所述装置,步骤如下:

[0066] ①启动第一驱动装置驱动第一传动轴带动变径转轴以2500 rpm的转速转动,启动第二驱动装置驱动第二传动轴带动转盘以2000 rpm的转速旋转。

[0067] ②湿法磷酸生产的富载 H_2S 的磷酸溶液中 H_2S 的浓度为1000 ppm,以空气作为吹脱气体,以质量分数为5%的氢氧化钠溶液作为吸收液。

[0068] 将富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体分别由磷酸入口和气体入口连续通入解吸装置壳体内,控制富载 H_2S 的磷酸溶液的流量为100 mL/min、控制吹脱气体的流量为200 mL/min;将吸收液从吸收液入口连续通入吸收装置壳体内,控制吸收液的流量为1 mL/min;富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体在解吸段的环隙内充分分散和传质实现 H_2S 的解吸,完成解吸的磷酸由磷酸出口连续排出,所形成的富载 H_2S 的吹脱气体从气体出口经气体分布器连续进入吸收装置壳体内,控制富载 H_2S 的吹脱气体的流量为200 mL/min,富载 H_2S 的吹脱气体与吸收液在吸收装置壳体与转盘之间的间隙内充分分散和传质实现 H_2S 的吸收,将完成 H_2S 吸收后形成的气液混合物从吸收液出口连续排出。

[0069] 待装置运行稳定后,从磷酸出口取完成解吸的磷酸样品,采用紫外分光光度计根据GB/T 11060.1-2023测定完成解吸的磷酸样品中的 H_2S 浓度,结果表明磷酸出口处完成解吸的磷酸样品中的 H_2S 浓度为1 ppm;采用气相色谱根据GB/T 33443-2016测定 H_2S 吸收装置的吸收液出口处 H_2S 浓度,结果表明, H_2S 吸收装置的吸收液出口处 H_2S 的浓度为0.5 ppm。

[0070] 对比例1

[0071] 本对比例中,采用常规的塔设备来净化湿法磷酸中 H_2S 尾气,所采用的常规塔设备包括一个解吸塔和一个吸收塔,解吸塔与吸收塔串联,解吸塔与吸收塔的结构相同,均为振动筛板塔,呈圆柱形,内径为30 cm、高度为100 cm,解吸塔的下部设有气体入口和磷酸出口,解吸塔的上部设有磷酸入口和气体出口,吸收塔下部设有气体入口和吸收液出口,吸收液的上部设有吸收液入口和气体出口,在解吸塔和吸收塔内气液逆流接触。

[0072] 湿法磷酸生产的富载 H_2S 的磷酸溶液中 H_2S 的浓度为1000 ppm,以空气作为吹脱气体,以质量分数为5%的氢氧化钠溶液作为吸收液。操作如下:

[0073] 将富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体分别通过解吸塔的磷酸入口和气体入口连续通入解吸塔内,控制富载 H_2S 的磷酸溶液的流量为100 mL/min、吹脱气体的流量为200 mL/min;将吸收液从吸收塔的吸收液入口连续通入吸收塔内,控制吸收液的流量为1 mL/min;富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体在解吸塔内进行充分分散和传质实现 H_2S 的解吸,完成解吸的磷酸由磷酸出口连续排出,所形成的富载 H_2S 的吹脱气体从解吸塔的气体出口经吸收塔的气体入口连续进入吸收塔内,控制富载 H_2S 的吹脱气体的流量为200 mL/min,富载 H_2S 的吹脱气体与吸收液在吸收塔内进行充分分散和传质实现 H_2S 的吸收,将完成 H_2S 吸收后的吸收液和吹脱气体从吸收塔的吸收液出口和气体出口连续排出。

[0074] 待装置运行稳定后,从解吸塔的磷酸出口取完成解吸的磷酸样品,采用紫外分光光度计根据GB/T 11060.1-2023测定完成解吸的磷酸样品中的 H_2S 浓度,结果表明磷酸出口处完成解吸的磷酸样品中的 H_2S 浓度为123 ppm;采用气相色谱根据GB/T 33443-2016测定吸收塔的气体出口处 H_2S 浓度,结果表明,吸收塔的气体出口处 H_2S 的浓度为87 ppm。

[0075] 结合实施例6和对比例1可知,相对于现有技术采用塔设备来净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的方式,采用本发明的方法能显著降低磷酸产品中的 H_2S 浓度,降低幅度达到了2个数量级,同时,能显著降低经过碱液吸收后排出的吹脱气体中 H_2S 的浓度,降低幅度达到了1~2个数量级。这主要归因于本发明所述装置有效改善和强化了气液两相之间的传质速率。

[0076] 对比例2

[0077] 本对比例中,提供净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其结构与实施例1所述装置基本相同,不同之处仅在于:将 H_2S 解吸装置中的变径转轴替换为等径转轴,整个解吸装置壳体中,等径转轴与解吸装置壳体内壁之间形成的环隙的宽度为20 mm。

[0078] 对比例3

[0079] 本对比例中,采用对比例2所述装置净化湿法磷酸中 H_2S 尾气,操作如下:

[0080] ①启动第一驱动装置驱动第一传动轴带动变径转轴以2500 rpm的转速转动,启动第二驱动装置驱动第二传动轴带动转盘以2000 rpm的转速旋转。

[0081] ②湿法磷酸生产的富载 H_2S 的磷酸溶液中 H_2S 的浓度为1000 ppm,以空气作为吹脱气体,以质量分数为5%的氢氧化钠溶液作为吸收液。

[0082] 将富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体分别由磷酸入口和气体入口连续通入解吸装置

壳体内,控制富载 H_2S 的磷酸溶液的流量为100 mL/min、控制吹脱气体的流量为200 mL/min;将吸收液从吸收液入口连续通入吸收装置壳体内,控制吸收液的流量为1 mL/min;富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体在解吸装置壳体内的环隙中充分分散和传质实现 H_2S 的解吸,完成解吸的磷酸由磷酸出口连续排出,所形成的富载 H_2S 的吹脱气体从气体出口经气体分布器连续进入吸收装置壳体内,控制富载 H_2S 的吹脱气体的流量为200 mL/min,富载 H_2S 的吹脱气体与吸收液在吸收装置壳体与转盘之间的间隙内充分分散和传质实现 H_2S 的吸收,将完成 H_2S 吸收后形成的气液混合物从吸收液出口连续排出。

[0083] 待装置运行稳定后,从磷酸出口取完成解吸的磷酸样品,采用紫外分光光度计根据GB/T 11060.1-2023测定完成解吸的磷酸样品中的 H_2S 浓度,结果表明磷酸出口处完成解吸的磷酸样品中的 H_2S 浓度为100 ppm;采用气相色谱根据GB/T 33443-2016测定 H_2S 吸收装置的吸收液出口处 H_2S 浓度,结果表明, H_2S 吸收装置的吸收液出口处 H_2S 的浓度为5 ppm。

[0084] 结合实施例6和对比例3可知,相对于 H_2S 解吸装置采用等径转轴的情况而言,本发明在 H_2S 解吸装置中采用变径转轴的方式,能显著降低磷酸产品中的 H_2S 浓度,降低幅度达到了2个数量级,同时,经过碱液吸收后排出的吹脱气体中 H_2S 的浓度也得到了有效降低。这主要归因于本发明在 H_2S 解吸装置中采用变径转轴,可以避免在分散段的环隙内产生的微气泡在运动过程中在环隙内发生碰撞而聚并,造成微气泡增大而降低传质效果,能更好地保持微微气泡自分散度分散出来后的尺寸,提高了传质效率。

[0085] 实施例7

[0086] 本实施例中,提供净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的装置,其结构与实施例1所述装置基本相同,不同之处仅在于: H_2S 吸收装置的转盘15上未设置第二凹槽15-1,即转盘15的表面为光滑表面。

[0087] 实施例8

[0088] 本实施例中,提供本发明所述高效净化湿法磷酸中 H_2S 尾气的方法,使用实施例4所述装置,步骤如下:

[0089] ①启动第一驱动装置驱动第一传动轴带动变径转轴以2500 rpm的转速转动,启动第二驱动装置驱动第二传动轴带动转盘以2000 rpm的转速旋转。

[0090] ②湿法磷酸生产的富载 H_2S 的磷酸溶液中 H_2S 的浓度为1000 ppm,以空气作为吹脱气体,以质量分数为5%的氢氧化钠溶液作为吸收液。

[0091] 将富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体分别由磷酸入口和气体入口连续通入解吸装置壳体内,控制富载 H_2S 的磷酸溶液的流量为100 mL/min、控制吹脱气体的流量为200 mL/min;将吸收液从吸收液入口连续通入吸收装置壳体内,控制吸收液的流量为1 mL/min;富载 H_2S 的磷酸溶液与吹脱气体在解吸段的环隙内充分分散和传质实现 H_2S 的解吸,完成解吸的磷酸由磷酸出口连续排出,所形成的富载 H_2S 的吹脱气体从气体出口经气体分布器连续进入吸收装置壳体内,控制富载 H_2S 的吹脱气体的流量为200 mL/min,富载 H_2S 的吹脱气体与吸收液在吸收装置壳体与转盘之间的间隙内充分分散和传质实现 H_2S 的吸收,将完成 H_2S 吸收后形成的气液混合物从吸收液出口连续排出。

[0092] 待装置运行稳定后,从磷酸出口取完成解吸的磷酸样品,采用紫外分光光度计根据GB/T 11060.1-2023测定完成解吸的磷酸样品中的 H_2S 浓度,结果表明磷酸出口处完成解吸的磷酸样品中的 H_2S 浓度为1 ppm;采用气相色谱根据GB/T 33443-2016测定 H_2S 吸收装置

的吸收液出口处 H_2S 浓度,结果表明, H_2S 吸收装置的吸收液出口处 H_2S 的浓度为1 ppm。

[0093] 结合实施例6和实施例8可知,相对于光滑转盘的情况,在 H_2S 吸收装置的转盘上设置第二凹槽后,能进一步降低 H_2S 吸收装置排出的吹脱气体中的 H_2S 浓度。

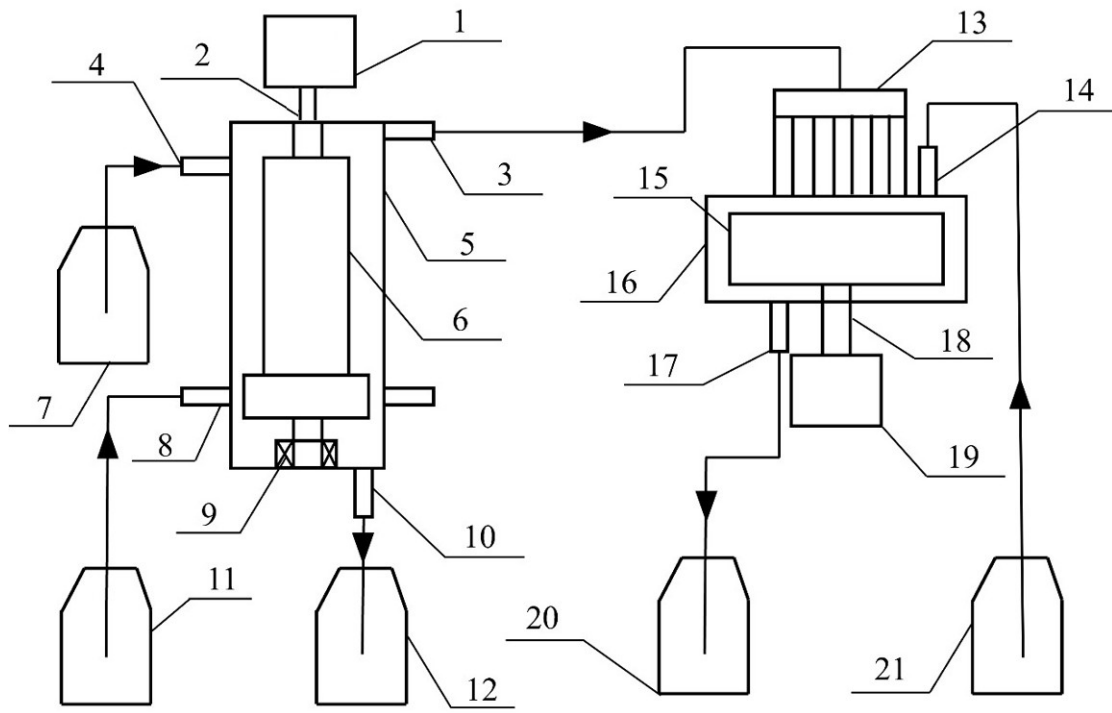


图 1

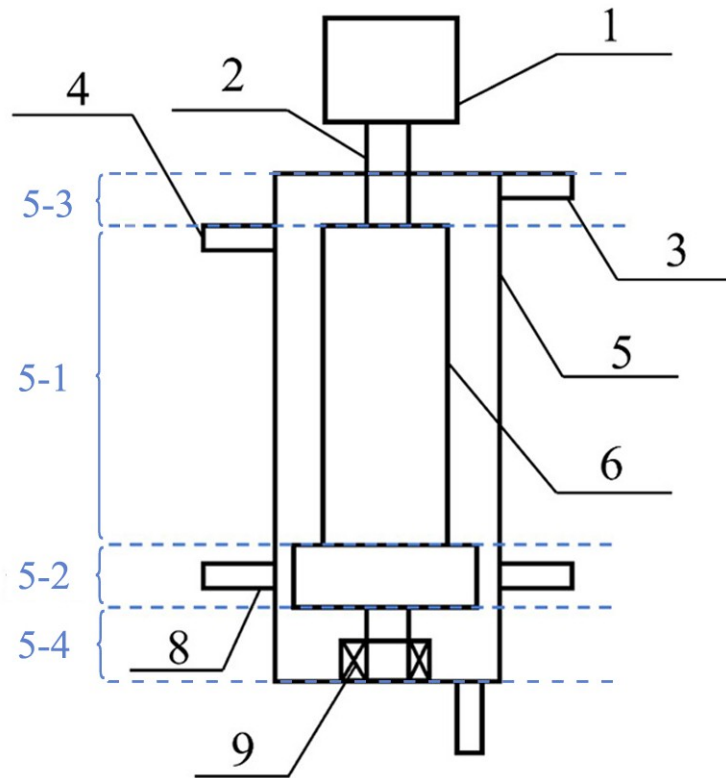


图 2

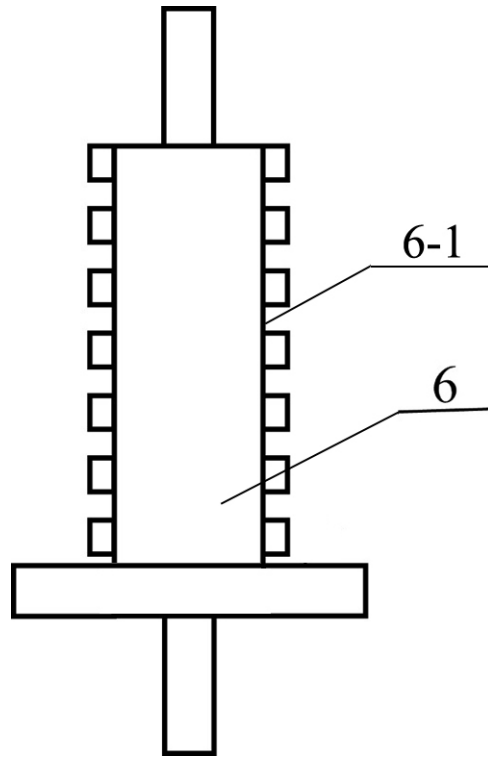


图 3

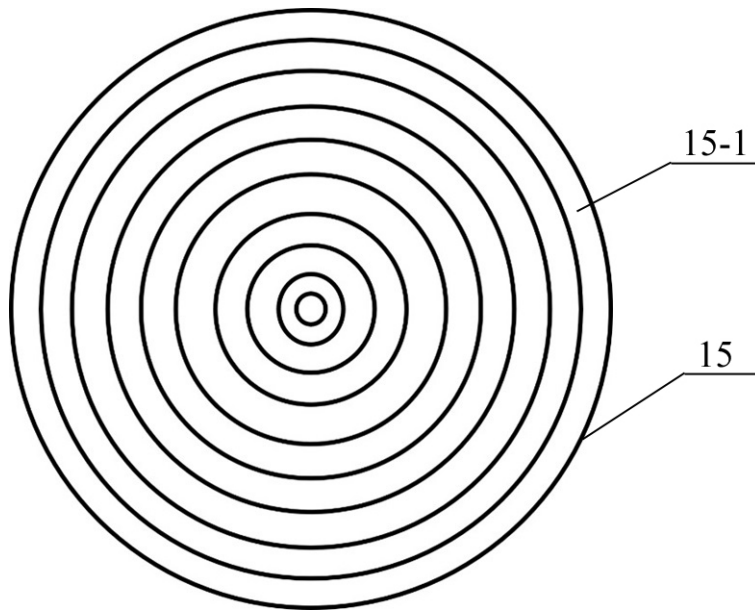


图 4