



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103007862 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201110280845. 7

(22) 申请日 2011. 09. 20

(73) 专利权人 上海浦景化工技术股份有限公司

地址 201600 上海市松江区中山中路 62 号
第 11 幢 1 楼 102 室

(72) 发明人 庄庆龙

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 蒋亮珠

(51) Int. Cl.

B01J 19/18(2006. 01)

B01J 10/00(2006. 01)

C07C 69/54(2006. 01)

C07C 67/38(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 100582079 C, 2010. 01. 20, 说明书第 4 页

第 8 段, 第 5 页第 5 段, 第 7-9 段, 说明书第 6 页第 3 段, 图 1.

US 6004386 A, 1999. 12. 21, 全文.

CN 2562866 Y, 2003. 07. 30, 全文.

CN 200984501 Y, 2007. 12. 05, 说明书第 3 页第 4 段-第 4 页第 1-2 段, 说明书附图.

审查员 周柯

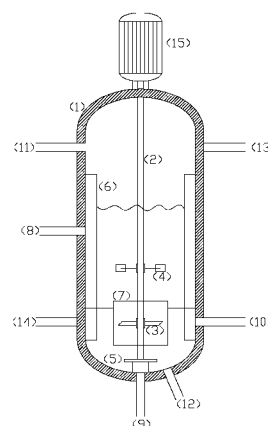
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种乙炔碳化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器

(57) 摘要

本发明涉及一种乙炔碳化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器。采用带有蒸气加热夹套的反应釜体,釜壁内侧设有挡板,采用上入式搅拌轴,双层搅拌桨,上层桨叶径流式,下层桨叶轴流式且置于导流筒内部,多孔气体分布器置于轴流搅拌桨与搅拌釜底部之间。与现有技术相比,本发明实现了上端桨叶区径向流的形成,以及下端桨叶区规整、快速轴向流的形成,使得径向流区域气泡在流体曳力的作用下更好的分散到下段釜体,结合挡板的作用形成了全釜大轴向流循环内部嵌套两个小轴向流循环的流型结构,大大改善混合、传热效果,并且气泡破碎、分散更均匀,气液传质性能得到有效提高,也适合其他常压或加压气液反应。



1. 一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,其特征在于,该反应器包括:釜体(1)、搅拌轴(2)、轴流搅拌桨(3)、径流搅拌桨(4)、气体分布器(5)、挡板(6)、导流筒(7),所述的釜体(1)带有蒸气加热夹套,所述的搅拌轴(2)设置在釜体(1)内,所述的径流搅拌桨(4)和轴流搅拌桨(3)分别上下设置在搅拌轴(2)下部,所述的釜体(1)侧壁设置有液体入口(8)、液体出口(10)和气体出口(11),釜体(1)底部设置有气体入口(9),该气体入口(9)与气体分布器(5)连接,所述的挡板(6)设置在釜体(1)内壁,所述的导流筒(7)设置在釜体(1)内,轴流搅拌桨(3)位于导流筒(7)内部;

液体由液体入口(8)进入釜体(1)内,在挡板(6)和导流筒(7)的配合下,经过轴流搅拌桨(3)和径流搅拌桨(4)的协同作用,在釜体内混合均匀,原料气从气体入口(9)进入釜体(1)内,并经气体分布器(5)分散均匀,穿过导流筒经过下层轴流搅拌桨(3)的初步破碎及加速进入上层径流搅拌桨(4)区,气泡进一步被破碎、分散,同时在轴向循环流的流体曳力下,原料气与液体充分接触反应;

所述的釜体(1)的直径 T 为200-6000mm,总高度 H 为1.5-2.5 T ,釜底与釜顶为形状相同的椭圆形,其高度 H_3 为0.2-0.4 T ,釜体(1)内的液位高度 H_4 为1.0-2.0 T ;

所述的径流搅拌桨(4)的桨径 d_1 为0.3-0.6 T ,距液面距离 C_2 为0.3-1.0 T ,所述的轴流搅拌桨(3)的桨径 d_2 为0.3-0.6 T ,距釜底 C_1 为0.2-0.6 T ,上层径流搅拌桨(4)与下层轴流搅拌桨(3)构成双层搅拌桨,两桨叶水平中心间距 S 为0.3-0.7 T 。

2. 根据权利要求1所述的一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,其特征在于,所述的釜体(1)中间为圆柱体状,其顶部和底部呈椭圆体状,釜体(1)侧壁为带有蒸气加热夹套式侧壁,其上部设有夹套蒸气入口(13),下部设有夹套蒸气出口(14),釜体(1)底部设有废液排放口(12)。

3. 根据权利要求1所述的一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,其特征在于,所述的搅拌轴(2)上端伸出釜体(1)顶端盖与动力装置连接,下端通过釜体(1)底中心的槽固定。

4. 根据权利要求1所述的一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,其特征在于,所述的轴流搅拌桨(3)为推进式或折叶式桨叶,径流搅拌桨(4)为直叶圆盘涡轮式或凹叶圆盘涡轮式桨叶。

5. 根据权利要求1所述的一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,其特征在于,所述的气体分布器(5)为均布开孔的环状管或均布开孔的发散管,气体分布器(5)设置在釜体(1)底端内部,距离釜底 C_3 为0.05-0.3 T ,直径 d_3 为0.5-1.0 d_2 ,孔径 d_4 为5-100mm,开孔数目 N_2 为4-16个。

6. 根据权利要求1所述的一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,其特征在于,所述的挡板(6)的宽度 T_1 为0.05-0.1 T ,挡板(6)底部设置在釜体(1)的圆柱体状中间部位与椭圆体状底部交接面处,挡板(6)顶部高出液面,挡板(6)的数量 N_1 为2-8根。

7. 根据权利要求1所述的一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,其特征在于,所述的导流筒(7)固定在釜体(1)内壁上,其水平中心线与下层轴流搅拌桨水平中心线重合,导流筒(7)的直径 T_2 为1.1-1.6 d_2 ,高度 H_2 为0.5-1.5 d_2 。

一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种化工反应器,尤其是涉及一种气相一氧化碳与溶解于液相的乙炔和水或醇在均相催化剂存在的条件下,进行气液相反应合成丙烯酸及酯的搅拌釜式反应器。

背景技术

[0002] 以气相一氧化碳、液相溶解乙炔、水或醇及催化剂存在条件下的乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的反应,大多数采用列管式反应器。如 US3023237、JP4235951. 1992 等曾用列管式反应器来合成丙烯酸。由于该乙炔羰基化法反应为一快速反应,反应放热量大,反应选择性受温度影响明显,所以需要快速均匀混合、气泡破碎、分散良好以提高传热、传质效果。而列管式反应器存在反应体积大、设备投资大、气液相分布不佳等问题,尤其在加压条件下乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的工程放大应用将受到一定限制。

发明内容

[0003] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种气泡破碎、分散良好,反应效率高的气液相乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的搅拌反应器。

[0004] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0005] 一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,其特征在于,该反应器包括:釜体 1、搅拌轴 2、轴流搅拌桨 3、径流搅拌桨 4、气体分布器 5、挡板 6、导流筒 7,所述的釜体 1 带有蒸气加热夹套,所述的搅拌轴 2 设置在釜体 1 内,所述的径流搅拌桨 4 和轴流搅拌桨 3 分别上下设置在搅拌轴 2 下部,所述的釜体 1 侧壁设置有液体入口 8、液体出口 10 和气体出口 11,釜体 1 底部设置有气体入口 9,该气体入口 9 与气体分布器 5 连接,所述的挡板 6 设置在釜体 1 内壁,所述的导流筒 7 设置在釜体 1 内,轴流搅拌桨 3 位于导流筒 7 内部;

[0006] 液体由液体入口 8 进入釜体 1 内,在挡板 6 和导流筒 7 的配合下,经过轴流搅拌桨 3 和径流搅拌桨 4 的协同作用,在釜体内混合均匀,原料气从气体入口 9 进入釜体 1 内,并经气体分布器 5 分散均匀,穿过导流筒经过下层轴流搅拌桨 3 的初步破碎及加速进入上层径流搅拌桨 4 区,气泡进一步被破碎、分散,同时在轴向循环流的流体曳力下,原料气与液体充分接触反应。

[0007] 所述的釜体 1 中间为圆柱体状,其顶部和底部呈椭圆体状,釜体 1 侧壁为带有蒸气加热夹套式侧壁,其上部设有夹套蒸气入口 13,下部设有夹套蒸气出口 14,釜体 1 底部设有废液排放口 12。

[0008] 所述的釜体 1 的直径 T 为 200-6000mm,总高度 H 为 1.5-2.5 T ,釜底与釜顶为形状相同的椭圆形,其高度 H_3 为 0.2-0.4 T ,釜体 1 内的液位高度 H_4 为 1.0-2.0 T 。

[0009] 所述的搅拌轴 2 上端伸出釜体 1 顶端盖与动力装置连接,下端通过釜体 1 底中心的槽固定。

[0010] 所述的径流搅拌桨 4 的桨径 d_1 为 0.3-0.6 T ,距液面距离 C_2 为 0.3-1.0 T ,所述的

轴流搅拌桨 3 的桨径 d_2 为 $0.3-0.6T$, 距釜底 C_1 为 $0.2-0.6T$, 上层径流搅拌桨 4 与下层轴流搅拌桨 3 构成双层搅拌桨, 两桨叶水平中心间距 S 为 $0.3-0.7T$ 。

[0011] 所述的轴流搅拌桨 3 为推进式或折叶式桨叶, 径流搅拌桨 4 为直叶圆盘涡轮式或凹叶圆盘涡轮式桨叶。

[0012] 所述的气体分布器 5 为均布开孔的环状管或均布开孔的发散管, 气体分布器 5 设置在釜体 1 底端内部, 距离釜底 C_3 为 $0.05-0.3T$, 直径 d_3 为 $0.5-1.0d_2$, 孔径 d_4 为 $5-100\text{mm}$, 开孔数目 N_2 为 $4-16$ 个。

[0013] 所述的挡板 6 的宽度 T_1 为 $0.05-0.1T$, 挡板 6 底部设置在釜体 1 的圆柱体状中间部位与椭圆体状底部交接面处, 挡板 6 顶部高出液面, 挡板 6 的数量 N_1 为 $2-8$ 根。

[0014] 所述的导流筒 7 固定在釜体 1 内壁上, 其水平中心线与下层轴流搅拌桨水平中心线重合, 导流筒 7 的直径 T_2 为 $1.1-1.6d_2$, 高度 H_2 为 $0.5-1.5d_2$ 。

[0015] 搅拌釜分为下层气液反应区和上层气相缓冲区, 当液体进入气液反应区, 在挡板和导流筒的配合下, 经过双层桨叶的协同作用, 在气液反应区形成了快速的大轴向流循环内部嵌套两个环桨叶的小轴向流循环, 使得流体混合更加快速、均匀。而原料气一氧化碳经过气体分布器后, 气泡在气液反应区分散更均匀, 穿过导流筒经过下层轴流搅拌桨的初步破碎及加速进入上层径流搅拌桨区, 气泡进一步被破碎、分散, 同时在轴向循环流的流体曳力下, 更多的气泡循环至气液反应区下段, 这样气泡在全釜内的分布更加均匀, 气液接触面积大大增加。

[0016] 当反应体系的介质一氧化碳经过压缩机增压气体分布器鼓泡进入搅拌反应釜内部, 同时液相溶解的乙炔、水或醇和催化剂经过增压泵的加压由液体入口进入反应釜内部, 在搅拌桨的快速破碎、混合作用下, 一氧化碳在催化剂的存在下与溶于溶剂的乙炔、水或醇快速反应, 得到一定反应条件下生成的丙烯酸或酯, 未反应的一氧化碳气体以及夹带物进入反应釜的上部气相缓冲区, 通过气相缓冲区上部侧出口进入气液分离器后再经压缩机压缩进入反应釜循环使用; 反应后的混合液以及夹带气体通过气液反应区下部侧出口经过气液分离、气相一氧化碳继续循环使用, 液相产物经过分离提纯得到丙烯酸及酯的产品, 其中未反应的乙炔、溶剂等继续循环使用。

[0017] 与现有技术相比, 本发明具有以下优点:

[0018] 1、本发明的反应器融合了搅拌釜与鼓泡塔的优点, 流体混合效果好, 气含率高且气泡分散更加均匀, 能够使热量在釜内的均一化更快, 气液传质效果得到明显提高, 反应效率较列管式反应器大大提高。

[0019] 2、本发明中的搅拌反应釜, 可实现物料循环、连续生产的工艺, 气相区未反应的气相采出以及气液反应区的气液采出均可连续化, 经过冷凝以及气液分离、产品分离, 可实现原料气以及溶有反应物及催化剂的原料液循环使用。

[0020] 3、本发明的搅拌反应器结构成熟, 便于安装, 操作方便, 在工业上有大量应用, 适用于均相以及非均相的气-液混合、反应, 用途非常广泛。

附图说明

[0021] 图 1 为本发明搅拌反应器的结构示意图;

[0022] 图 2 为本发明搅拌反应器内部流体流向示意图;

[0023] 图 3 为一种气体分布器结构示意图；

[0024] 图 4 为另一种气体分布器结构示意图；

[0025] 图 1 中 1 为夹套及釜体、2 为搅拌轴、3 为轴流搅拌桨、4 为径流搅拌桨、5 为气体分布器、6 为挡板、7 为导流筒、8 为液体入口、9 为气体入口、10 为液体出口、11 为气体出口、12 为废液排放、13 为夹套蒸气入口、14 为夹套蒸气出口、15 为电机。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图 1 和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0027] 实施例 1

[0028] 如图 1 所示,一种乙炔羰基化法合成丙烯酸及酯的气液搅拌反应器,该反应器包括:釜体 1、搅拌轴 2、轴流搅拌桨 3、径流搅拌桨 4、气体分布器 5、挡板 6、导流筒 7,所述的釜体 1 带有蒸气加热夹套,所述的釜体 1 中间为圆柱体状,其顶部和底部呈椭圆体状,釜体 1 侧壁为带有蒸气加热夹套式侧壁,其上部设有夹套蒸气入口 13,下部设有夹套蒸气出口 14,釜体 1 底部设有废液排放口 12。所述的釜体 1 侧壁设置有液体入口 8、液体出口 10 和气体出口 11,釜体 1 底部设置有气体入口 9,该气体入口 9 与气体分布器 5 连接,所述的气体分布器 5 为均布开孔的环状管或均布开孔的发散管,气体分布器 5 设置在釜体 1 底端内部,

[0029] 所述的搅拌轴 2 设置在釜体 1 内,搅拌轴 2 上端伸出釜体 1 顶端盖与动力装置连接,下端通过釜体 1 底中心的槽固定。所述的径流搅拌桨 4 和轴流搅拌桨 3 分为两层上下设置在搅拌轴 2 下部,上层径流搅拌桨 4 与下层轴流搅拌桨 3 构成双层搅拌桨,所述的挡板 6 设置在釜体 1 内壁,挡板 6 底部设置在釜体 1 的圆柱体状中间部位与椭圆体状底部交接面处,挡板 6 顶部高出液面,所述的导流筒 7 固定在釜体 1 内壁上,轴流搅拌桨 3 位于导流筒 7 内部,导流筒 7 其水平中心线与下层轴流搅拌桨水平中心线重合。

[0030] 所述的轴流搅拌桨 3 为推进式或折叶式桨叶,径流搅拌桨 4 为直叶圆盘涡轮式或凹叶圆盘涡轮式桨叶。

[0031] 采用本发明如图 1 所示的反应器结构,反应器材质为耐高压、高温且防腐的不锈钢材料,其釜体 1 的直径 $T = 300\text{mm}$,总高度 $H = 2.3 \times T = 700\text{mm}$,釜底与釜顶同样为椭圆形,高度 $H_3 = 0.3 \times T = 90\text{mm}$,体积约 45L,液位高度 $H_4 = 1.5 \times T = 450\text{mm}$,体积约 30L;釜内中心垂直一根搅拌轴上安装双层搅拌桨,搅拌轴上端通过密封措施伸出反应釜顶端盖与动力装置连接,下端通过反应釜底中心的槽固定,上层径流搅拌桨的桨型为六凹叶圆盘涡轮桨,桨径 $d_1 = 0.45 \times T = 135\text{mm}$,距液面距离 C_2 为 $0.5 \times T = 150\text{mm}$,下层轴流搅拌桨的桨型为六叶翼型桨,桨径 $d_2 = 0.4 \times T = 120\text{mm}$,距釜底 $C_1 = 0.5 \times T = 150\text{mm}$,两桨水平中心间距 $S = 0.5 \times T = 150\text{mm}$;导流筒的水平中心线与下层轴流搅拌桨水平中心线重合,导流筒的直径 $T_2 = 1.25 \times d_2 = 150\text{mm}$,高度 $H_2 = 1.0 \times d_2 = 120\text{mm}$,导流筒通过支架固定在反应釜内壁上;在反应釜内壁安装四根挡板,其宽度 $T_1 = 0.1 \times T = 30\text{mm}$,高度 $H_1 = 450\text{mm}$;在反应釜底端安装气体分布器,距离釜底 $C_3 = 0.1 \times T = 30\text{mm}$ 其结构为环状管均布开孔,直径 d_3 为 $0.75 \times d_2 = 90\text{mm}$,孔径 $d_4 = 6\text{mm}$,开孔数 $N_2 = 6$ 。

[0032] 先在原料混合器配置反应原料液大约 30L,乙炔与一氧化碳的摩尔比为 1 : 1.5,一氧化碳经过压缩机压入反应釜,溶有乙炔、水及催化剂的原料液由增压泵加入反应釜中,

开启反应釜搅拌装置,向反应器夹套通入蒸气加热反应液到 240℃,系统总压达到 8.5MPa,反应釜中一氧化碳与乙炔、水迅速反应生成丙烯酸,未反应的一氧化碳和反应液分别经过气相缓冲区和气液反应区的物料出口进入冷凝器,然后进入气液分离罐进行气液分离,一氧化碳进行回收循环利用。该反应器经历大约 1 小时后进入稳定状态,在经历 13 小时运行后,对冷凝、分离的液相产物进行三次取样分析,得到丙烯酸甲酯质量含量为 20.1%,其他有机副产物总质量含量小于 0.15%。

[0033] 实施例 2

[0034] 采用本发明如图 1 所示的反应器结构,反应器材质为耐高压、高温且防腐的不锈钢材料,其釜体带有蒸气加热夹套,反应釜体的直径 $T = 300\text{mm}$,总高度 $H = 2.3 \times T = 700\text{mm}$,釜底与釜顶同样为椭圆形,高度 $H_3 = 0.3 \times T = 90\text{mm}$,体积约 45L,液位高度 $H_4 = 1.5 \times T = 450\text{mm}$,体积约 30L;釜内中心垂直一根搅拌轴上安装双层搅拌桨,搅拌轴上端通过密封措施伸出反应釜顶端盖与动力装置连接,下端通过反应釜底中心的槽固定,上层径流搅拌桨的桨型为六直叶圆盘涡轮桨,桨径 $d_1 = 0.45 \times T = 135\text{mm}$,距液面距离 C_2 为 $0.5 \times T = 150\text{mm}$,下层轴流搅拌桨的桨型为四叶 45° 斜叶桨,桨径 $d_2 = 0.4 \times T = 120\text{mm}$,距釜底 $C_1 = 0.5 \times T = 150\text{mm}$,两桨水平中心间距 $S = 0.5 \times T = 150\text{mm}$;导流筒的水平中心线与下层轴流搅拌桨水平中心线重合,导流筒的直径 $T_2 = 1.25 \times d_2 = 150\text{mm}$,高度 $H_2 = 1.0 \times d_2 = 120\text{mm}$,导流筒通过支架固定在反应釜内壁上;在反应釜内壁安装四根挡板,其宽度 $T_1 = 0.1 \times T = 30\text{mm}$,高度 $H_1 = 450\text{mm}$;在反应釜底端安装气体分布器,距离釜底 $C_3 = 0.1 \times T = 30\text{mm}$ 其结构为环状管均布开孔,直径 d_3 为 $0.75 \times d_2 = 90\text{mm}$,孔径 $d_4 = 6\text{mm}$,开孔数 $N_2 = 6$ 。

[0035] 先在原料混合器配置反应原料液大约 30L,乙炔与一氧化碳的摩尔比为 1 : 1.5,一氧化碳经过压缩机压入反应釜,溶有乙炔、水及催化剂的原料液由增压泵加入反应釜中,开启反应釜搅拌装置,向反应器夹套通入蒸气加热反应液到 240℃,系统总压达到 8.5MPa,反应釜中一氧化碳与乙炔、水迅速反应生成丙烯酸,未反应的一氧化碳和反应液分别经过气相缓冲区和气液反应区的物料出口进入冷凝器,然后进入气液分离罐进行气液分离,一氧化碳进行回收循环利用。该反应器经历大约 1 小时后进入稳定状态,在经历 13 小时运行后,对冷凝、分离的液相产物进行三次取样分析,得到丙烯酸甲酯质量含量为 22.4%,其他有机副产物总质量含量小于 0.15%。

[0036] 实施例 3

[0037] 采用本发明如图 1 所示的反应器结构,反应器材质为耐高压、高温且防腐的不锈钢材料,其釜体带有蒸气加热夹套,反应釜体的直径 $T = 400\text{mm}$,总高度 $H = 2.5 \times T = 1000\text{mm}$,釜底与釜顶同样为椭圆形,高度 $H_3 = 0.3 \times T = 120\text{mm}$,体积约 120L,液位高度 $H_4 = 1.5 \times T = 600\text{mm}$,体积约 70L;釜内中心垂直一根搅拌轴上安装双层搅拌桨,搅拌轴上端通过密封措施伸出反应釜顶端盖与动力装置连接,下端通过反应釜底中心的槽固定,上层径流搅拌桨的桨型为六直叶圆盘涡轮桨,桨径 $d_1 = 0.45 \times T = 180\text{mm}$,距液面距离 C_2 为 $0.55 \times T = 220\text{mm}$,下层轴流搅拌桨的桨型为四叶 45° 斜叶桨,桨径 $d_2 = 0.4 \times T = 160\text{mm}$,距釜底 $C_1 = 0.45 \times T = 180\text{mm}$,两桨水平中心间距 $S = 0.5 \times T = 200\text{mm}$;导流筒的水平中心线与下层轴流搅拌桨水平中心线重合,导流筒的直径 $T_2 = 1.25 \times d_2 = 200\text{mm}$,高度 $H_2 = 1.0 \times d_2 = 160\text{mm}$,导流筒通过支架固定在反应釜内壁上;在反应釜内壁安装四根挡板,其

宽度 $T1 = 0.1 \times T = 40\text{mm}$, 高度 $H1 = 600\text{mm}$; 在反应釜底端安装气体分布器, 距离釜底 $C3 = 0.1 \times T = 40\text{mm}$ 其结构为环状管均布开孔, 直径 $d3$ 为 $0.75 \times d2 = 120\text{mm}$, 孔径 $d4 = 8\text{mm}$, 开孔数 $N2 = 6$ 。

[0038] 先在原料混合器配置反应原料液 70L, 乙炔与一氧化碳的摩尔比 1 : 1.5, 一氧化碳经过压缩机压入反应釜, 溶有乙炔、水及催化剂的原料液由增压泵加入反应釜中, 开启反应釜搅拌装置, 向反应器夹套通入蒸气加热反应液到 240°C , 系统总压达到 8.5MPa, 反应釜中一氧化碳与乙炔、水迅速反应生成丙烯酸, 未反应的一氧化碳和反应液分别经过气相缓冲区和气液反应区的物料出口进入冷凝器, 然后进入气液分离罐进行气液分离, 一氧化碳进行回收循环利用。该反应器大约 1 小时后进入稳定状态, 在经历 10 小时运行后, 对冷凝、分离的液相产物进行三次取样分析, 得到丙烯酸甲酯质量含量为 21.7%, 其他有机副产物总质量含量小于 0.2%。

[0039] 实施例 4

[0040] 所述的釜体 1 的直径 T 为 200mm, 总高度 H 为 $2.5T = 500\text{mm}$, 釜底与釜顶为形状相同的椭圆形, 其高度 $H3$ 为 $0.4T = 80\text{mm}$, 釜体 1 内的液位高度 $H4$ 为 $2.0T = 400\text{mm}$ 。

[0041] 所述的径流搅拌桨 4 的桨径 $d1$ 为 $0.6T$, 距液面距离 $C2$ 为 $1.0T$, 所述的轴流搅拌桨 3 的桨径 $d2$ 为 $0.6T$, 距釜底 $C1$ 为 $0.6T$, 上层径流搅拌桨 4 与下层轴流搅拌桨 3 构成双层搅拌桨, 两桨叶水平中心间距 S 为 $0.4T$ 。

[0042] 气体分布器 5 距离釜底 $C3$ 为 $0.3T$, 直径 $d3$ 为 $0.5d2$, 孔径 $d4$ 为 5mm, 开孔数目 $N2$ 为 4 个。

[0043] 所述的挡板 6 的宽度 $T1$ 为 $0.05T$, 挡板 6 底部设置在釜体 1 的圆柱体状中间部位与椭圆体状底部交接面处, 挡板 6 顶部高出液面, 挡板 6 的数量 $N1$ 为 2 根。

[0044] 所述的导流筒 7 的直径 $T2$ 为 $1.1d2$, 高度 $H2$ 为 $0.5d2$ 。

[0045] 其余同实施例 1。

[0046] 实施例 5

[0047] 所述的釜体 1 的直径 T 为 6000mm, 总高度 H 为 $1.5T$, 釜底与釜顶为形状相同的椭圆形, 其高度 $H3$ 为 $0.2T$, 釜体 1 内的液位高度 $H4$ 为 $1.0T$ 。

[0048] 所述的径流搅拌桨 4 的桨径 $d1$ 为 $0.3T$, 距液面距离 $C2$ 为 $0.3T$, 所述的轴流搅拌桨 3 的桨径 $d2$ 为 $0.3T$, 距釜底 $C1$ 为 $0.2T$, 上层径流搅拌桨 4 与下层轴流搅拌桨 3 构成双层搅拌桨, 两桨叶水平中心间距 S 为 $0.5T$ 。

[0049] 气体分布器 5 距离釜底 $C3$ 为 $0.05T$, 直径 $d3$ 为 $1.0d2$, 孔径 $d4$ 为 100mm, 开孔数目 $N2$ 为 16 个。

[0050] 所述的挡板 6 的宽度 $T1$ 为 $0.1T$, 挡板 6 底部设置在釜体 1 的圆柱体状中间部位与椭圆体状底部交接面处, 挡板 6 顶部高出液面, 挡板 6 的数量 $N1$ 为 8 根。

[0051] 所述的导流筒 7 的直径 $T2$ 为 $1.6d2$, 高度 $H2$ 为 $1.5d2$ 。

[0052] 其余同实施例 1。

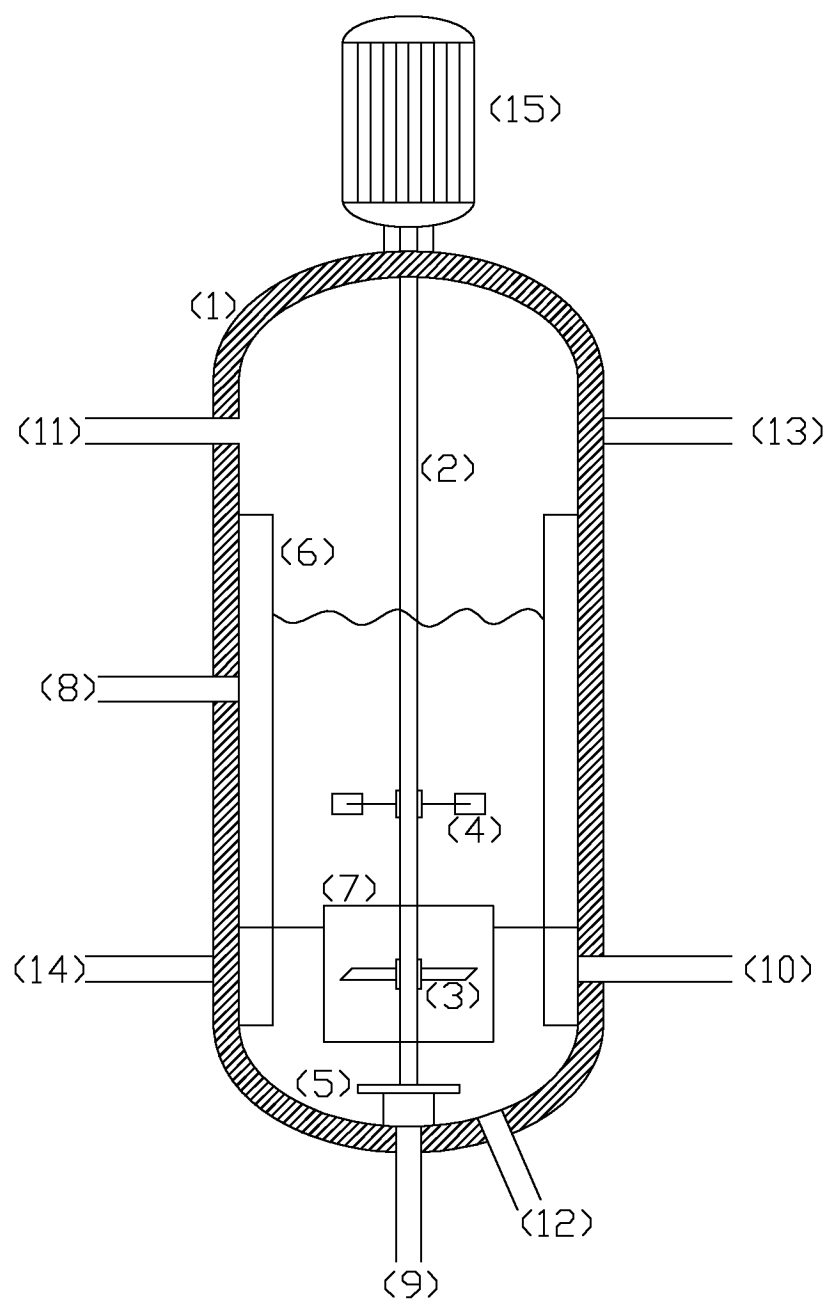


图 1

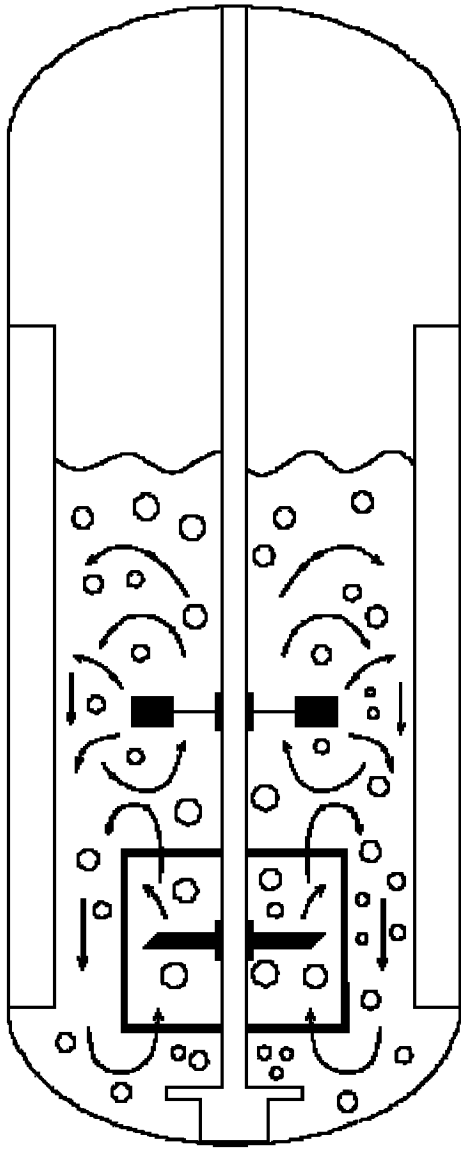


图 2

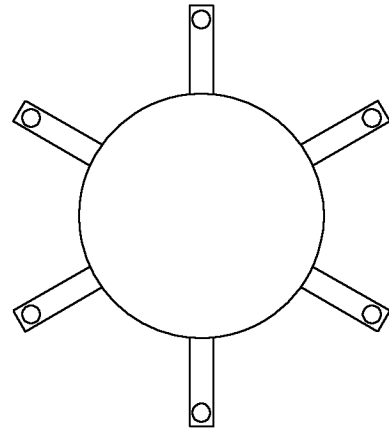


图 3

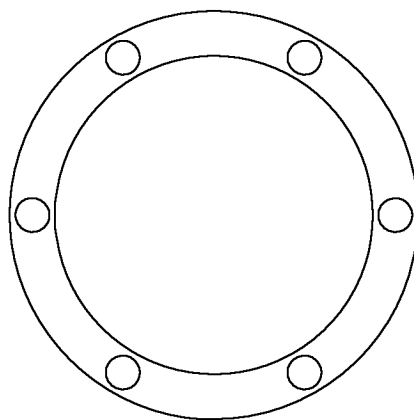


图 4