

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
B01D 45/12 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02811160.5

[45] 授权公告日 2009年8月12日

[11] 授权公告号 CN 100525881C

[22] 申请日 2002.5.24 [21] 申请号 02811160.5

[30] 优先权

[32] 2001.6.1 [33] US [31] 09/872,739

[86] 国际申请 PCT/US2002/016746 2002.5.24

[87] 国际公布 WO2002/098538 英 2002.12.12

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.1

[73] 专利权人 塞拉尼斯国际公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 J·肖斯内克 D·W·福特

M·B·莱金

[56] 参考文献

US 4486207A 1984.12.4

US 4726686A 1988.2.23

审查员 李小南

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 林柏楠 刘金辉

权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于减少固体和液体夹带物的方法

[57] 摘要

本发明提供了一种用于在采用分离装置从蒸气中分离非蒸气的加工和精制工序中减少固体和液体夹带物以及有用化学药品例如催化剂损失的方法。该方法包括调节进料物流和被分离蒸气的速度、致使且保持进料物流沿分离装置的内表面的切线方向流动，这样有助于减少夹带和有用化学药品的损失。

1. 一种用于减少在排出分离装置的蒸气中夹带固体和液体的方法，所述方法包括：

将一种物流引入具有内表面、至少一个入口和至少一个蒸气出口的分离装置，其中该物流通过至少一个入口引入并沿分离装置内表面的切线方向流动，其中该物流包括非蒸气部分和蒸气部分，且其中当物流进入分离装置时减小该物流的速度；

将蒸气从分离装置的物流中分离出来，所述蒸气在分离装置中具有非均匀的蒸气速度；

允许该蒸气通过至少一个蒸气出口排出分离装置。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中物流的非蒸气部分包括至少一种固体。

3. 根据权利要求 2 的方法，其中固体溶解或者悬浮在非蒸气部分中。

4. 根据上述权利要求任一项的方法，其中所述分离装置具有弯曲的第一内表面和垂直于所述的弯曲的第一内表面并用来在所述分离装置中分布蒸气速度的第二内表面。

5. 根据上述权利要求任一项的方法，其中将所述物流通过至少两个入口引入该分离装置。

6. 根据权利要求 6 的方法，其中所述的分离装置具有一个纵轴，并且所述物流通过位于该分离装置的纵轴的两个不同位置的入口引入该分离装置。

用于减少固体和液体夹带物的方法

背景

发明领域

本发明涉及采用分离装置分离非蒸气和蒸气的加工工序、精制工序及发电工业。更确切地说，本发明涉及用于在蒸馏/闪蒸过程中分离非蒸气和蒸气组分的旋风分离法/涡流法，以及因减少蒸气中液体和固体夹带物而受益的过程。更进一步地说，本发明涉及在分离非蒸气和蒸气过程中减少催化剂损失的方法。

相关技术背景的说明

在许多带有混和相原料的蒸馏/闪蒸过程中，从经济和产品纯度的角度考虑不宜在来自原料区的蒸气中夹带液滴。本领域已经清楚地认识到有关在真空闪蒸装置中夹带液态物质的问题，如 Bannon 等人在美国专利 5,743,926 中描述的。正如 Bannon 等人指出，在烃加工和精制的过程中可将塔板直接放在进料区的上方以除去蒸气中夹带的液滴。Bannon 等人进一步指出可以在精炼厂中引入除夹带区或洗油区，在蒸气流向真空闪蒸装置的蒸气出口运动的过程中通过从蒸气中击出液滴的方法减少夹带问题。尽管有了 Bannon 等人要求保护的方法，但是工业上仍旧缺少从费用角度考虑既有效又节约的用于减少夹带物的方法。

从经济和产品纯度的角度考虑，另一个问题在于顶部蒸气中溶解或悬浮的固体夹带物，例如催化剂。被夹带的固体会损害产品纯度，或者会污染下游设备。此外，被夹带的固体意味着有用化学药品例如催化剂的损失。在这方面，Leet 等人的美国专利 6,153,792 公开了一种用于在固体催化剂颗粒存在的条件下生产羧酸的方法，该方法采用了闪蒸步骤并使用了塔板和液体冲洗。Leet 等人公开的液体冲洗步骤通常是在闪蒸装置中向下冲洗

上升气体中被磨损的催化剂颗粒。Brewster 等人的美国专利 4,247,486 和 Harris 等人的美国专利 4,287,369 提及了在反应器顶部因夹带导致铈催化剂损失的问题，并公开了使用除雾板除去被夹带的液滴并使其回到反应器中的方法。尽管有了 Leet 等人、Brewster 等人和 Harris 等人要求保护的方法，但是工业上仍旧缺少从费用角度考虑既有效又节约的用于减少溶解或悬浮的固体夹带物并能减少有用化学药品例如催化剂损失的方法。

减少因夹带物而损失的催化剂的量已经成为诸多工业领域关注的对象，如 Higley 等人的美国专利 4,166,773、Strong 的美国专利 4,163,701 和 Laird 的美国专利 4,871,879 中描述的。但是这些方法中没有一个是能够满足工业需要。

本发明的方法满足了工业上的多种需求：（1）减少被分离蒸气中的液体夹带物和溶解或悬浮的固体夹带物；（2）通过减少夹带物而减少有用化学药品的损失；（3）使采用体积较小且较便宜的分离装置来减少夹带物成为可能，而以往只能使用体积较大且较昂贵的装置达到此目的；和（4）无需建造全新装置便能够通过更新现有分离装置达到减少夹带物的目的。

发明概述

根据本发明，其提供了用于减少在排出分离装置的蒸气中夹带固体和液体（统称为“非蒸气”）的方法。根据本发明的优选方法，可以采用以下一个或者多个步骤来减少排出分离装置的蒸气中夹带的非蒸气物质：（1）最大限度地减少物流从进入处沿着分离装置的内表面向蒸气出口的运动或缓慢移动；（2）减少经蒸气出口排出分离装置的非蒸气（如果有的话）的量；和（3）使物流沿分离装置内表面的切线方向的运动最大化，以下称作“切线一致性”。

本发明的方法包括将物流引入具有内表面、至少一个入口和至少一个蒸气出口的分离装置。该物流可以是蒸气和非蒸气的任何混合物。这里使用的术语“蒸气”应当表示蒸汽和/或气体。这里使用的术语“非蒸气”应当表示液体、固体例如催化剂、液体和固体的混合物（其包括溶液和悬浮

液)。根据本发明的方法，物流包含至少一种非蒸气和至少一种蒸气。将物流经入口引入分离装置，当物流进入分离装置时减小其速度，并使物流的切线方向一致性最大化。减小进料物流的速度并使其切线一致性最大化，这有助于最大限度地减小物流沿分离装置内表面向蒸气出口运动的倾向，并有助于减少夹带物。

根据本发明的方法，从分离装置的物流中分离出蒸气流，且蒸气流在分离装置内以非均匀的蒸气速度向上运动。该蒸气流通过蒸气出口以蒸气流出口速度排出分离装置。根据本发明的优选实施方案，可以对蒸气流在分离装置中流动时的非均匀速度进行分布，从而有助于减少非蒸气夹带物及有用非蒸气组分例如催化剂的损失。分布蒸气速度有助于降低物流沿分离装置内表面向蒸气出口运动的倾向，并且还能最大限度地减小上升蒸气流涡旋能力，因此减少了非蒸气夹带物。

根据本发明的进一步优选实施方案，当物流进入分离装置时，引导物流沿着一定路线流动，这样可以使切线一致性最大化，因此最大限度地减小物流沿着分离装置的内表面向蒸气出口运动的倾向，并因此最大限度地减少随蒸气流排出蒸气出口的非蒸气的量。

本发明的用于减少非蒸气夹带物和有用非蒸气损失的更进一步优选实施方案包括控制蒸气流出口速度，以保持物流的切线一致性，因此最大限度地减小物流沿着分离装置内表面向气体出口运动的倾向，并因此最大限度地减少随蒸气流经蒸气出口排出分离装置的非蒸气的量。

根据本发明的更进一步的优选实施方案，还可以使用工业上已知的旋风分离器结合本发明的其他实施方案来回收任何随蒸气流排出分离装置的非蒸气物质。

在下面的详细论述和实施例中更全面地说明了本发明的方法。

附图的简要说明

图 1 是具有两个入口的分离装置的俯视图；

图 2 是具有两个入口的分离装置的正视图；

图 3 是具有两个入口和分布板的分离装置的正视图；

图 4 是具有两个入口和入口导流部件的分离装置的俯视剖面图；

图 5 是具有两个入口和入口导流部件的分离装置沿图 4 中线 5-5 截下的侧剖面图；

图 6 是具有两个入口的分离装置的替代实施方案的正视图；和

图 7 是具有多个入口的分离装置的替代实施方案的俯视图。

发明详述

现参考附图，且特别地参考图 1，其显示了具有两个入口 (1) 和 (2) 的分离装置 (3)。图 2 显示了具有两个入口 (1) 和 (2)、蒸气出口 (6)、底部 (4) 和出口 (5) 的分离装置 (3) 的正视图。

将物流经入口 (1) 和 (2) 引入分离装置 (3)。按照分离装置的几何结构的要求，可以调整所用入口的数目、位置和直径以降低物流进入分离装置时的速度，并减小物流沿分离装置内表面向蒸气出口运动的倾向，并减少非蒸气夹带物。

优选入口 (1) 和/或 (2) 的直径，使进料物流的切线一致性最大化。尽管图 2 中所示的入口 (1) 和 (2) 为圆柱形，但是本领域的一般技术人员会意识到还可以使用除圆柱形以外的其他形状。因此可以采用很多种几何形状来设计入口。根据本发明的替代实施方案，如图 6 所示，可以改变入口 (1) 和 (2) 的位置以使入口 (1) 的进入端处于入口 (2) 的进入端的正上方。本领域的一般技术人员会意识到按照分离装置的几何结构的要求，可以对入口 (1) 和 (2) 之间的纵向位置关系进行多种变化，以降低进料物流的速度并使进料物流的切线一致性最大化，从而达到减少夹带物的目的。

根据本发明的另一个替代实施方案，如图 7 所示，可以使用多个入口 (1)、(2)、(12) 和 (13) 来降低进料物流的速度并使进料物流的切线一致性最大化。如图 7 所示，入口 (1) 和 (2) 提供了沿切线方向进入分离装置 (3) 的方式，而入口 (12) 和 (13) 提供了沿垂直方向进入的方式。本领域的一般技术人员会意识到入口 (1)、(2)、(12) 和 (13)

的位置是示意性的,并可以将这些入口置于沿着分离装置外周的任何地方。本领域的一般技术人员还将意识到按照分离装置的几何结构的要求以及有利于节约成本的要求,可以对使用入口的数目作各种改变。

进料物流中的非蒸气和蒸气的比例以其中非蒸气在蒸气中未分散到必需对物流施加促进力以使非蒸气聚集的程度为宜。在另一个优选实施方案中,降低物流速度至一定值,使得在该速度条件下当物流接触分离装置(3)的壁时不致于分裂。当物流进入分离装置时,优选降低物流速度使其小于一定速度,在此速度以上,物流中非蒸气颗粒的破裂会导致夹带该种非蒸气物质。

蒸气从物流中分离出来,并且以分离装置的设计方案决定的非均匀的蒸气速度经蒸气出口(6)排出分离装置(3)。可以通过在进入分离装置时降低压力的方法或者通过本领域一般技术人员知道的其他方法将蒸气从物流中分离出来。为了减小并分布分离装置(3)中非均匀的蒸气速度,优选在分离装置中安装分布板(7),如图3所示。根据本发明的优选实施方案,分布板是基本上成平面的筛板。这种板是本领域一般技术人员熟知的。本领域一般技术人员还会意识到也可以使用那些不是平面的板或者不是基本上成平面的板。

分布板(7)对分离装置中非均匀的蒸气速度进行分布。但是,分布板(7)无法使非均匀的速度相等,因为在分布板(7)上穿孔部分和实心部分存在着具有不同速度的局部区域。因为较高的蒸气速度比较低的蒸气速度容易携带更多非蒸气物质,所以分布非均匀的蒸气速度有助于减少夹带。分布板(7)还有助于最大限度地减小物流沿分离装置(3)内表面向蒸气出口(6)运动的倾向。

按照本发明的方法,当使用分布板(7)时,将其置于分离装置(3)内,并保持物流的速度以使物流不接触或者淹没分布板(7)。优选最大限度地增加入口(1)、(2)和分布板(7)之间的距离,同时保持分布板(7)的分布能力。

在另一个优选实施方案中,将分布板(7)放置在能够最大限度地降低

蒸气涡旋能力并能使蒸气在分离装置(3)中向上运动的地方。在本发明的又一个优选实施方案中,向分布板(7)浇灌水、液体或其他浇注物流,从而有助于减少非蒸气夹带物。

从进料物流中分离出蒸气的同时,分离装置(3)中的非蒸气聚集在底部(4)中,并且通过控制出口(5)的排放量使其保持在一定高度(9)。本领域的一般技术人员会意识到可以使用很多种方法将非蒸气从出口(5)排出,而且可以根据分离装置的几何结构的要求改变维持的高度(9)。尽管分离装置(3)显示为简单的圆柱型设计,但是本领域的一般技术人员会意识到可以采用具有其他几何构造的分离装置。因此,可以采用多种几何结构设计分离装置,其包括,但不局限于,相对于分离装置(3)的其余部分而采用的渐缩或者渐宽的底部。分离装置(3)的底部(4)中的高度(9)优选维持在一定高度,以便从分离装置(3)中可控排放非蒸气物质并最大限度地减少物流夹带的底部(4)中的非蒸气的量。底部(4)中优选包括挡板(图中没有说明)以使底部(4)中非蒸气的旋流最小化,从而有助于最大限度地减少进料物流夹带底部中的非蒸气。挡板和具有相同作用的部件是本领域的一般技术人员熟知的。

根据本发明,优选最大限度地减少进料物流夹带底部(4)中的非蒸气,这有利于最大限度地减少随蒸气流排出的非蒸气的量。本发明的这些目标优选通过以下方法中的一个或者多个组合来实现:设置入口(1)和(2)的位置,保持底部(4)中非蒸气的高度,调节进料物流的速度,分布分离装置(3)中非均匀的蒸气速度,调节排出蒸气的速度。本领域的一般技术人员会意识到设置入口(1)和(2)的位置、保持底部(4)中非蒸气的高度、调节进料物流的速度、分布分离装置(3)中非均匀的蒸气速度和调节排出蒸气的速度,其中每一个方法都可以在很宽的范围内调整,而且都可以独立于其他方法单独调整,从而按照分离装置的几何结构的要求达到最优的性能。

根据另一个优选实施方案,如图4和5所示,可以在分离装置中装配入口导流装置(8)以使物流的切线一致性最大。入口导流装置(8)具有

垂直于分离装置(3)的内表面延伸的第一壁架(10)和垂直于第一壁架(10)延伸的并与分离装置(3)的内表面同心的第二壁架(11)。如图4所示,导流装置(8)可以沿着并正对着分离装置(3)的内表面呈弓形和曲线形,以覆盖入口(1)和(2)的进入端。优选第二架壁(11)扩展达到导流装置的全部长度。优选导流装置(8)的第一壁架(10)从分离装置(3)的内表面延伸出来的距离大约等于入口(1)和/或(2)的直径。入口导流装置(8)优选围成大约60至120度的弧形。入口导流装置(8)最优选围成大约90至120度的弧形。本领域的一般技术人员会意识到入口导流装置(8)的几何形状和构造可以按照分离装置的设计要求变化。

本领域的一般技术人员会意识到按照分离装置的几何结构的要求为了获得最优选的性能,导流装置(8)向外延伸进入分离装置的长度可以在很大范围内变化。本领域的一般技术人员还会意识到按照分离装置(3)的几何结构的要求,导流装置(8)可以不是弓形的,且导流装置(8)可以以各种位置、构造和角度(其包括略微倾斜)放置,以便最大限度地减少夹带。

因为当形成特定的液滴或颗粒尺寸分布时,表观速度将决定夹带量,所以也可以使用较大直径的蒸气出口(其有利于降低排出蒸气的速度)来减少非蒸气夹带物。蒸气出口直径影响排出蒸气的速度。按照本发明的优选实施方案,就任何分离装置的设计来说,使入口和蒸气出口间隔的距离最大。本领域的一般技术人员会意识到按照分离装置的几何结构的要求并根据节约成本和最大限度地减少夹带的要求,可以调整并改变所用蒸气出口的数量、位置、直径和几何构造。

在另一个优选实施方案中,将蒸气出口(6)供给本领域一般技术人员熟知的旋风分离器(图中没有说明)。就本领域的一般技术来说,旋风分离器可以收集排出蒸气流中夹带的任何液体和固体。根据采用的特殊的精制或处理过程的要求,可将旋风分离器收集的液体和固体再循环或者储存起来。

根据本发明可以通过以下方法中的一种或多种达到减少夹带物的目

的：（1）通过调整所用入口的数目、位置和直径的方法减小进料物流的速度；（2）通过在进料物流进入分离装置时减小进料物流的速度和/或引导其沿着一定路线的方法使进料物流的切线一致性最大化；（3）通过在进料物流进入分离装置时减小其速度的和/或引导其沿着一定路线和/或分布分离装置中的蒸气速度的方法，最大限度地减小进料物流沿着分离装置的内表面向蒸气出口运动的倾向；和（4）通过调整出口的数目、位置和直径的方法减小蒸气流体的出口速度。

现参考以下实施例对本发明作更详细的说明。这些实施例仅用来说明本发明的方法，而不是用来限制本发明的。

实施例

在气/液过程中，以喷雾和雾沫形式的液体夹带是由一种或者多种机制（例如搅拌、凝聚和伴随闪蒸的压力变化）产生液滴的结果。在这些过程中，对液体夹带起主要作用的因素是液滴的尺寸和分布。在高湍流或高速场合（例如喷雾、淬冷、闪蒸和蒸馏）中产生的液滴的特性通常是单位质量的能量或功率的函数。

分离装置的尺寸取决于所用的方法和设备、以及所用液体、蒸气、气体和固体的物理性质。以下实施例涉及将本发明的方法应用于商用闪蒸塔。使用按比例缩小的商用闪蒸塔的模型进行实施例中讨论的实验。在与被研究的商用闪蒸塔类似的闪蒸塔中，通过高速闪蒸蒸气将能量供给液体。下面估算了模拟闪蒸塔单元中按比例缩小的蒸气速度（以动能表示）和液体速度（以质量表示）。

对气相来说，用蒸馏中采用的容量因素定义表示动能的比例换算，这与用于除雾器的 Souders-Brown 相关法有密切联系。根据商用单元和模拟单元之间的等效质量比按比例缩小液相。液滴尺寸取决于体系的物理性质。对气/液体系来说，在湍流机制中液滴尺寸还取决于单位质量功率。夹带量是表观速度的指数函数。

由于在分离装置的操作中通常采用的进料物流的流速高，因此本发明

寻求一种用以减小入口速度并分布蒸气速度的方法，这样：（1）产生并保持了进料物流的切线一致性；（2）减少了进料物流沿着分离装置内表面向蒸气出口的移动；（3）减小了来自进料物流且随蒸气流排出的非蒸气的量；和（4）最大限度地减少了来自分离装置底部被进料物流夹带的非蒸气的量。

在模拟闪蒸塔中，气体分布板带有直径 0.5 英寸的孔，并且使用 13.5% 孔面积。靠近装置壁的区域没有孔，该区域直至距离装置壁大约 1.75 英寸处。分布板带有 519 个直径 0.5 英寸的孔，其三角形孔距为 1.1 英寸。

设计出 14-1/2 英寸丙烯酸系塑料制的旋风分离器，并在一些实验中用管将其与闪蒸塔的出口连接。用管将旋风分离器的出口与包含于丙烯酸系塑料箱中的除雾器/叶片装置连接。因为旋风分离器的底部聚集了所有可测量的夹带物，所以这套装置有助于观察本发明方法的有效性。

在一些实验中，用 1.5 加仑/分钟（gpm）的水浇注分布板。（在表 I 中注示成“1.5gpm 冲洗”）

在一些实验中，用盐模拟溶解或悬浮在进料物流中的非气体里的固体，例如催化剂。（表 I 中注示成“盐”）

当流体分开并进入两个入口管时，每个管的公称直径为 4-3/4 英寸。当入口增大时，使用公称直径为 6 英寸的丙烯酸系塑料管。（表 I 中注示成“分开入口 6”）

当实验导流装置时，使用 60 至 120 度之间的弓形导流装置。（表 I 中注示成“导流装置”）

用模拟分离装置进行实验得到的主要观测结果是：

- 当增加进料物流的气体速度时，对于带有分布板和不带分布板的闪蒸塔，夹带物增加的转折点似乎在 800 实际立方英尺/分钟（acfm）附近，不过只有当存在分布板时该增长呈指数，这显然是因为液体润湿了分布板底部。
- 当与基准情形（无分布板）比较时，被浇注的分布板使得盐（用它来模拟溶解的固体例如催化剂）夹带量降低了大约 80%，不过总的液体夹带量并没有减少，反而增加了。

- 两个公称直径 4-3/4 英寸的入口显著降低了夹带量。加入一个不被浇注的分布板使得夹带量降低至大约为零（直至给定的气体速度）。
- 对于具有两个公称直径为 4-3/4 英寸的入口和一个分布板的情况，当液体速度从大约 52 增大到 60gpm 时，在大约 1,260acfm 处夹带量突然显著增大。在此处观察到分布板似乎被注满。进一步观察发现，添加冲洗分布板的操作使分布板被注满的情况在较低蒸气速度下就发生了。
- 对于两个加大（6 英寸公称直径）的入口，在研究范围内直至并包括液体和气体速度结合最大时也没有观察到可测量的夹带量。当存在分布板时，也没有明显夹带量，且飞溅更少。
- 对于速度较高的情况，入口上的导流装置能够有效阻止夹带。90° 导流装置似乎比 120° 导流装置的作用更好。

表 I: 模拟单元的实验结果

当存在分布板时，数字 1.5 表示冲洗速度或浇注速度为大约 1.5gpm。

邻近“入口”的 6 英寸的注释表示加大的入口。

邻近“入口”的“单一”注释或者缺少注释表示实验装置仅使用一个入口。

实验 序号	加仑/分钟 (Gpm)	实际立方 英尺/分钟 (Acfm)	夹带量 (lb/min)	注释
1	52	765	0.001	无分布板
2	35	784	0.002	无分布板
3	35	557	0.001	无分布板
4	35	896	0.010	无分布板
5	35	387	0.000	无分布板

6	59	857	0.006	无分布板
7	52	830	0.001	无分布板 - 盐
8	52	910	0.001	无分布板 - 盐
9	52	928	0.064	1 块分布板
10	52	690	大于 0.000	1 块分布板
11	52	917	0.283	1 块分布板
12	52	985	0.425	1 块分布板
13	52	870	0.170	1 块分布板 - 盐
14	52	987	0.243	1 块分布板 - 盐
15	52	987	0.447	1 块分布板 - 盐 - 1.5gpm 冲洗
16	52	830	0.061	1 块分布板 - 盐 - 1.5gpm 冲洗
17	52	618	0.002	1 块分布板 - 盐 - 1.5gpm 冲洗
18	60	1080	0.000	1 块分布板 - 分开入口
19	60	1118	2.124	1 块分布板 - 分开入口 - 1.5gpm 冲洗
20	60	829	0.152	1 块分布板 - 分开入口 - 1.5gpm 冲洗
21	60	924	大于 0.000	无分布板 - 分开入口
22	60	802	大于 0.000	无分布板 - 分开入口
23	60	1126	0.002	无分布板 - 分开入口
24	60	886	0.013	无分布板
25	60	777	0.003	无分布板
26	60	998	0.017	无分布板
27	60	1063	0.026	无分布板
28	60	920	0.008	无分布板
29	52	1087	0.022	无分布板
30	52	980	0.000	1 块分布板 - 分开入口
31	52	1192	0.000	1 块分布板 - 分开入口
32	52	1295	0.000	1 块分布板 - 分开入口

33	60	1267	3.398	1 块分布板 - 分开入口
34	69	1212	0.000	1 块分布板 - 分开入口 6''
35	76	1213	0.000	1 块分布板 - 分开入口 6''
36	84	1260	0.000	1 块分布板 - 分开入口 6''
37	76	1308	0.000	1 块分布板 - 分开入口 6''
38	77	1398	0.000	1 块分布板 - 分开入口 6''
39	84	1389	0.000	1 块分布板 - 分开入口 6''
40	76	1390	0.000	无分布板 - 分开入口 6''
41	84	1414	0.000	无分布板 - 分开入口 6''
42	78	1204	0.000	导流装置 90 - 分开入口 6''
43	79	1471	0.000	导流装置 90 - 分开入口 6''
44	79	1466	0.000	导流装置 90 - 分开入口 6''
45	81	1300	0.000	导流装置 120 - 分开入口 6''
46	91	1440	0.000	导流装置 120 - 分开入口 6''
47	84	1167	0.000	宽出口 - 分开入口 6''
48	99	1165	0.000	宽出口 - 分开入口 6''
49	98	1402	0.002	宽出口 - 分开入口 6''
50	74	1076	0.018	宽出口 - 分开入口 6''
51	69	1076	0.013	宽出口 - 单一入口 6''
52	85	1071	0.021	宽出口 - 单一入口 6''
53	74	1277	0.060	宽出口 - 单一入口 6''
54	86	1253	0.168	宽出口 - 单一入口 6''

应当注意到尽管实验是在可以使物流沿着切线方向进入分离装置的模拟分离装置中进行的，但是本发明的方法同样适用于其中物流实际进入装置时不沿切线方向的分离装置。沿切线方向进入不是本发明的关注对象或者目标，而在物流引入分离装置时使其沿切线方向的运动最大化才是本发

明的一个目标。

此外，尽管已经介绍了本发明的说明性实施方案，但是本公开意在说明其广泛的改进、变化和替代方法，并且在某些情况下，可以采用本发明的一些特征而不相应采用其他特征。因此应该按与本发明的范围保持一致的方式适当宽地理解附带的权利要求。

图 1

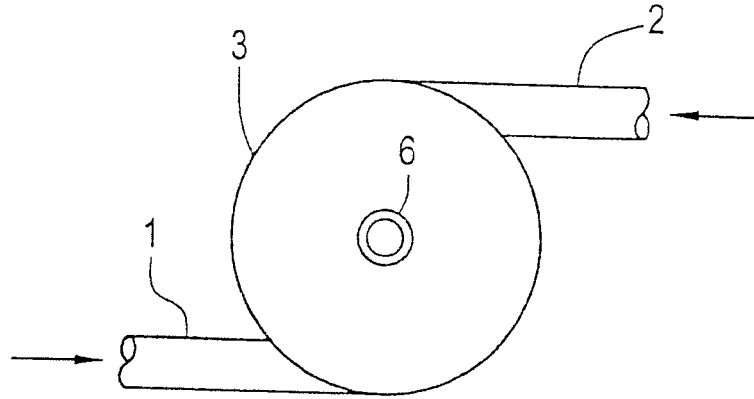
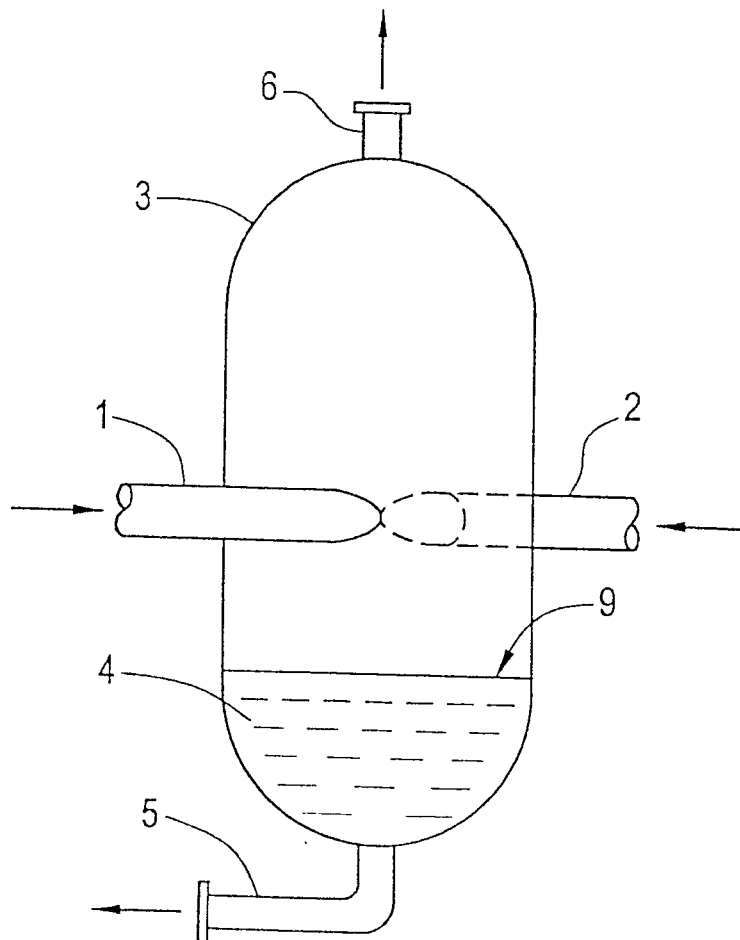


图 2



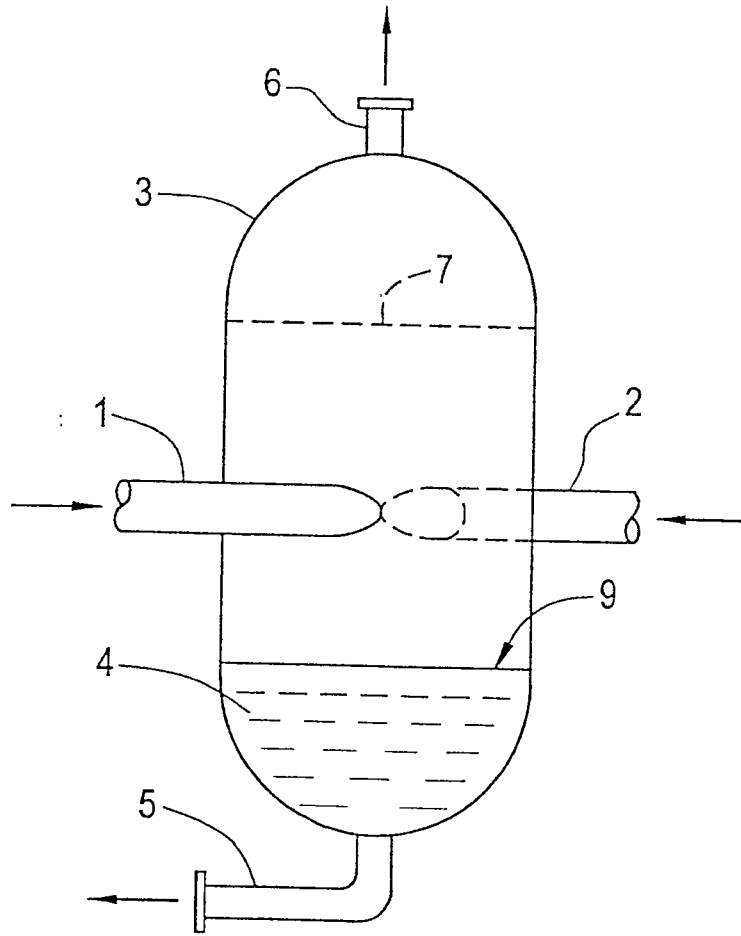


图 3

图 4

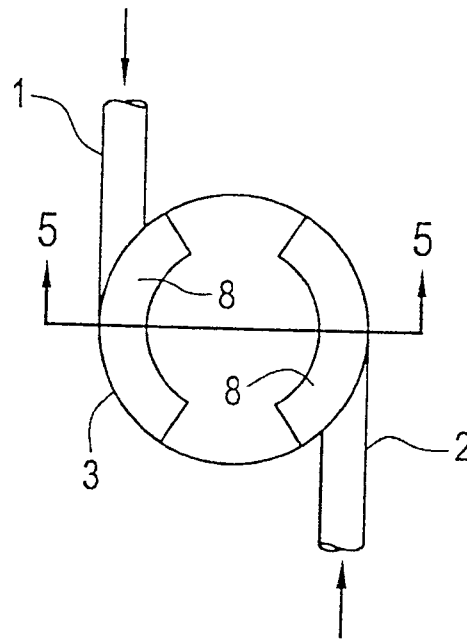


图 5

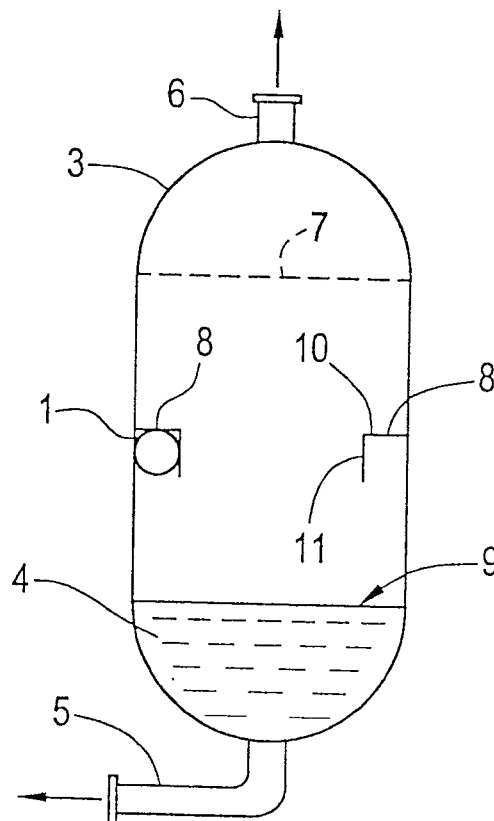


图 6

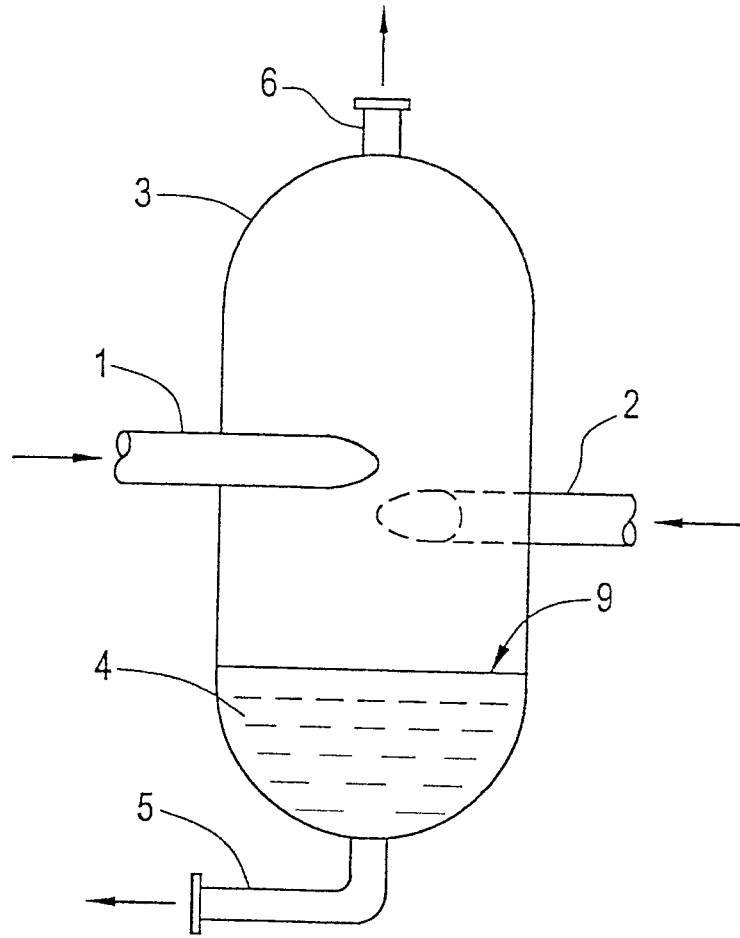


图 7

