



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104524813 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 10

(21) 申请号 201410748059. 9

(22) 申请日 2014. 12. 08

(73) 专利权人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路
135 号

(72) 发明人 刘洋 王彪

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 林丽明

(51) Int. Cl.

B01D 17/02(2006. 01)

B01J 19/10(2006. 01)

审查员 张茜

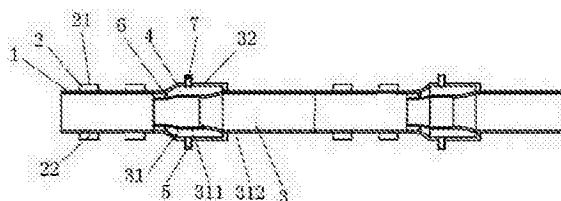
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种在线式油水分离装置

(57) 摘要

本发明涉及一种在线式油水分离装置,用于对处于低雷诺数状态的油水混合物进行油水分离,包括一个或多个分离单元,其中分离单元包括分离流管、超声模块以及级联衔接部;超声模块安装在分离流管的外侧面上;级联衔接部包括内管和外管,内管与外管套接,外管与内管之间留有空腔;空腔、内管与分离流管连通;外管的外侧面上,开设有分流支管;在分离装置包括多个分离单元的时候,分离单元通过内管与另一分离单元的分离流管连通;与现有技术提供的方法相比,本装置可以在线对油水混合物进行油水分离,因此提高了分离效率;同时由多个分离单元级联而成的分离装置,可以对油水混合物连续进行油水分离,极大地提高了分离效果。



1. 一种在线式油水分离装置,用于对处于低雷诺数状态的油水混合物进行油水分离,其特征在于:包括一个或多个分离单元,其中分离单元包括分离流管(1)、超声模块(2)以及级联衔接部(3);

超声模块(2)包括超声发生器(21)和超声回声器(22),超声发生器(21)和超声回声器(22)轴对称安装在分离流管(1)的外侧面上;

级联衔接部(3)包括内管(31)和外管(32),内管(31)与外管(32)套接,外管(32)与内管(31)之间留有空腔(4);空腔(4)、内管(31)与分离流管(1)连通;在空腔(4)、内管(31)与分离流管(1)的连通处,分离流管(1)的内壁半径为 R ,内管(31)的内壁半径为 $(1/2R, R)$;外管(32)的外侧面上开设有分流支管(5);

当分离装置包括多个分离单元时,分离单元通过内管(31)与另一分离单元的分离流管(1)连通。

2. 根据权利要求1所述的在线式油水分离装置,其特征在于:所述超声发生器和超声回声器的数量为多个,多个超声发生器(21)的安装位置沿分离流管(1)管轴方向处于同一直线上,多个超声回声器(22)的安装位置沿分离流管(1)管轴方向处于同一直线上。

3. 根据权利要求2所述的在线式油水分离装置,其特征在于:在空腔(4)、内管(31)与分离流管(1)的连通处,内管(31)的内壁半径为 $2/3R$ 。

4. 根据权利要求2所述的在线式油水分离装置,其特征在于:所述内管(31)包括锥状段(311)和内流段(312),锥状段(311)与内流段(312)连通,其中锥状段(311)套接于外管(32)的内部,锥状段(311)与外管(32)之间留有空腔(4),空腔(4)、锥状段(311)与分离流管(1)连通;当分离装置包括多个分离单元时,分离单元通过内流段(312)与另一分离单元的分离流管(1)连通。

5. 根据权利要求4所述的在线式油水分离装置,其特征在于:内管(31)和外管(32)管壁同轴。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的在线式油水分离装置,其特征在于:油水分离装置还包括有注入流动泵及流量阀,注入流动泵用于将油水混合物注入油水分离装置,流量阀对注入流动泵注入油水混合物的速率进行调节;分离单元与分离单元之间设置有续动流动泵。

7. 根据权利要求6所述的在线式油水分离装置,其特征在于:所述分流支管(5)的数量为多条。

8. 根据权利要求7所述的在线式油水分离装置,其特征在于:分流支管(5)上安装有压力阀(7)。

一种在线式油水分离装置

技术领域

[0001] 本发明涉及油水分离技术领域,更具体地,涉及一种在线式油水分离装置。

背景技术

[0002] 现有技术中,工业广泛应用的油水分离装置主要有被动式和主动式两种,被动式油水分离装置利用油水两相的密度不同形成分层的原理,实现油水分离。但普遍来说分离效率不高,分离速率较慢,尤其对于微小颗粒的油滴溶液(油滴泡直径小于5微米的溶液),分离效果很不理想。主动式分离装置主要是基于油水两相的物理性质不同,从而引入主动场作用于油滴溶液,驱动油滴完成既定运动,从而进行分离。

[0003] 主动式分离装置可在一定程度上提高分离效率,分离速率较快。在主动式油水分离装置中,引入超声声场作用于油水混合溶液是一种较为经济且可行的方法。现有技术提供的超声分离装置,多将超声声场施加于静止的油滴溶液中,利用超声声场作用在油滴上,促使其聚集以加速油水分层。分层完成后,再将油水溶液分别从容器中取出。

[0004] 但是,上述超声分离方法是一种离线式的分离方法,在使用该方法进行油水分离时,由于分离效率较慢,所以技术人员的实际生产的时候不能够对分离后的油水混合物做下一步处理;同时使用该方法对油水混合物进行分离时,分离效果并不理想。

发明内容

[0005] 本发明为克服上述现有技术提供的分离方法在对油水进行分离的过程中,分离效率不高以及分离效率较慢的缺陷,提供了一种在线式油水分离装置,该装置提高油水混合物的分离效率和分离效果。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明的技术方案如下:

[0007] 一种在线式油水分离装置,用于对处于低雷诺数状态的油水混合物进行油水分离,该装置包括一个或多个分离单元,其中分离单元包括分离流管、超声模块以及级联衔接部;

[0008] 超声模块包括超声发生器和超声回声器,超声发生器和超声回声器轴对称安装在分离流管的外侧面上;

[0009] 级联衔接部包括内管和外管,内管与外管套接,外管与内管之间留有空腔;空腔、内管与分离流管连通;在空腔、内管与分离流管的连通处,分离流管的内壁半径为 R ,内管的内壁半径为 $(1/2R, R)$;外管的外侧面上开设有分流支管;

[0010] 当分离装置包括多个分离单元的时候,分离单元通过内管与另一分离单元的分离流管连通。

[0011] 上述方案中,油水混合物经分离流管进入分离单元,在超声模块处于工作状态时,分离流管中沿径向存在着轴对称的超声驻波声场,在该声场的作用下,油水混合物中的悬浮油滴将向超声驻波场的声压反节点移动,移动过程中尺寸较小的油滴相互聚拢,并融合形成较大油滴,融合形成的较大油滴在超声驻波声场中受到更大的声场推力,更快地移动

到声压反节点处,最终形成环状油带。

[0012] 形成的环状油带的理论半径为 $\frac{1}{2}R \pm (20 \times \text{油滴直径})$,由于形成环状油带的半径比内管的半径小,因此环状油带以及环形油带内的水溶液最终会流动进入级联衔接部的内管,而环形油带外的水溶液会进入空腔,再经分流支管流出分离装置。因此分离单元可以将油水混合物中的部分水溶液分离出来,使油水混合物得到浓缩。由于上述分离过程是在线式的,因此本装置提高了油水分离的分离效率,方便技术人员对分离后的油水混合物做下一步处理。

[0013] 在具体的实施过程中,分离装置可以包括多个分离单元,多个分离单元级联得到的分离装置,可以对油水混合物连续进行多次油水分离,因此极大地提高了分离效率。

[0014] 优选地,所述超声发生器和超声回声器的数量为多个,多个超声发生器的安装位置沿分离流管管轴方向处于同一直线上,多个超声回声器的安装位置沿分离流管管轴方向处于同一直线上。设置多个超声发生器和超声回声器,是为了形成足够强度的超声驻波声场对油水混合物进行分离。

[0015] 优选地,在空腔、内管与分离流管的连通处,内管的内壁半径为 $2/3R$ 。在实际应用的时候,环状油带的半径可考虑为 $\frac{1}{2}R \pm (2\text{mm})$,由于 $1/6R > 2\text{mm}$,所以内管的内壁半径可选取为 $1/2R + 1/6R = 2/3R$,保证环状油带顺利进入下一级分离装置。

[0016] 优选地,所述内管包括锥状段和内流段,其中锥状段套接于外管的内部,锥状段与外管之间留有空腔,空腔、锥状段与分离流管连通。

[0017] 优选地,内管和外管管壁同轴。

[0018] 优选地,油水分离装置还包括有注入流动泵及流量阀,注入流动泵用于将油水混合物注入油水分离装置,流量阀对注入流动泵注入油水混合物的速率进行调节;分离单元与分离单元之间,设置有续动流动泵,以保证油水混合物流动的连续。

[0019] 优选地,为了增强空腔的排水能力,所述分流支管的数量为多条。

[0020] 优选地,外管上的分流支管上安装有压力阀。设置压力阀,是为了使各条分流支管的压力保持平衡,实现外管、内管的压力按需调节,保证液体的流动沿管道轴对称。

[0021] 与现有技术相比,本发明技术方案的有益效果是:

[0022] 本发明提供的在线式油水分离装置,利用油水混合物在超声驻波声场中分层的原理实现油水分离,与现有技术提供的方法相比,本装置可以在线对油水混合物进行油水分离,因此提高了分离效率;同时由多个分离单元级联而成的分离装置,可以对油水混合物连续进行油水分离,极大地提高了分离效果。

附图说明

[0023] 图1为油水分离装置的结构示意图。

[0024] 图2为油水分离装置处于运行状态时分离流管在竖直方向上的剖面图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案做进一步的说明。

[0026] 实施例1

[0027] 如图 1、2 所示,油水分离装置包括 5 个分离单元,其中分离单元包括分离流管 1、超声模块 2 以及级联衔接部 3。

[0028] 超声模块 2 包括超声发生器 21 和超声回声器 22,超声发生器 21 和超声回声器 22 轴对称安装在分离流管 1 的外侧面上。

[0029] 级联衔接部 3 包括内管 31 和外管 32,内管 31 与外管 32 通过支撑支柱 6 固定套接,外管 32 和内管 31 管壁同轴,外管 32 与内管 31 之间留有空腔 4;空腔 4、内管 31 与分离流管 1 连通;外管 32 的外侧面上,开设有 2 条分流支管 5;分离单元通过内管 31 与另一分离单元的分离流管 1 连通。

[0030] 上述方案中,在空腔 4、内管 31 与分离流管 1 的连通处,分离流管 1 的内壁半径为 R ,内管 31 的内壁半径为 $(1/2R, R)$ 。

[0031] 在具体的实施过程中,外管 32 上的分流支管 5 上安装有压力阀 7。设置压力阀 7,是为了使各条分流支管 5 的压力保持平衡,实现外管 32、内管 31 的压力按需调节,保证液体的流动沿管道轴对称。

[0032] 上述方案中,油水混合物经分离流管 1 进入分离装置的分离单元,在超声模块 2 处于工作状态时,分离流管 1 中沿径向存在着轴对称的超声驻波声场,在该声场的作用下,油水混合物中的悬浮油滴将向超声驻波场的声压反节点移动,移动过程中尺寸较小的油滴相互聚拢,并融合形成较大油滴,融合形成的较大油滴在超声驻波声场中受到更大的声场推力,更快地移动到声压反节点处,最终形成环状油带 8。

[0033] 形成的环状油带 8 的理论半径为 $\frac{1}{2}R \pm (20 \times \text{油滴直径})$ 。由于形成环状油带 8 的半径比内管 31 的半径小,因此环状油带 8 以及环形油带 8 内的水溶液最终会流动进入级联衔接部 3 的内管 31,而环形油带 8 外的水溶液会进入空腔 4,再经分流支管 5 流出分离装置。因此分离单元可以将油水混合物中的水溶液分离出来,使油水混合物得到浓缩。由于上述分离过程是线式的,因此技术人员可以对分离后的油水混合物做下一步处理,与现有技术相比,本装置可以提高分离效率。

[0034] 与此同时,由于油水分离装置包括 5 个分离单元,因此油水分离装置可以对油水混合物实施连续的油水分离;在此条件下,多个个分离单元级联而成的油水分离装置具有极强的分离能力,可将油水混合物中绝大部分的水分离出来,使油水混合物得到浓缩。

[0035] 在具体的实施过程中,为了能在分离流管 1 中形成足够强度的超声驻波声场对油水混合物进行分离,超声发生器 21 和超声回声器 22 的数量为多个,多个超声发生器 21 的安装位置沿分离流管 1 管轴方向处于同一直线上,多个超声回声器 22 的安装位置沿分离流管 1 管轴方向处于同一直线上。其中超声发生器 21 及超声回声器 22 成对安装,超声发生器 21 及超声回声器 22 应根据分离流管 1 尺寸进行选取,超声发生器 21 的主振动频率应与管道径向驻波的模态频率相符

[0036] 本实施例中,在空腔 4、内管 31 与分离流管 1 的连通处,内管 31 的内壁半径为 $2/3R$ 。在实际应用的时候,环状油带 8 的半径可设置为 $\frac{1}{2}R \pm (2\text{mm})$,由于 $1/6R > 2\text{mm}$,所以内管 31 的内壁半径可选取为 $1/2R + 1/6R = 2/3R$,保证环状油带 8 顺利进入下一级分离装置。

[0037] 本实施例中,内管 31 包括锥状段 311 和内流段 312,其中锥状管通过支撑柱 6 套接

于外管 32 的内部,锥状段 311 与外管 32 之间留有空腔 4;空腔 4、锥状段 311 与分离流管 1 连通。

[0038] 在以上管道参数条件下,经计算,油水混合物经一个分离单元分离后可将约 55% 的水(按体积比计算)分离出来,即将油滴浓缩到原溶液的 45% 体积中。本实施例中,分离装置包括 5 个分离单元,在此条件下,经分离后溶液中的油滴被浓缩到初始体积的约 1.74%,即有近 98% 的水被分离出来。因此本装置对于油水混合物就有很强的分离能力,可以将油水混合物中绝大部分的水分离出来,与现有技术相比,大幅度地提高油水混合物的分离效率与分离效果。

[0039] 作为一种优选方式:

[0040] 油水分离装置还包括有注入流动泵及流量阀,注入流动泵用于将油水混合物注入油水分离装置,流量阀对注入流动泵注入油水混合物的速率进行调节;分离单元与分离单元之间,设置有续动流动泵,以保证油水混合物流动的连续。

[0041] 上述方案中,为了保证油水分离效果,要求分离流管 1 内流动不能为湍流,即流动条件限制为低雷诺数流动,一般应保证流动的雷诺数 $Re < 200$ 。

[0042] 本发明提供的在线式油水分离装置,利用油水混合物在超声驻波声场中分层的原理实现油水分离,与现有技术提供的方法相比,本装置可以在线对油水混合物进行油水分离,因此提高了分离效率;同时多个分离单元级联而成的分离装置,可以对油水混合物连续进行油水分离,极大地提高了分离效率。

[0043] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。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,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

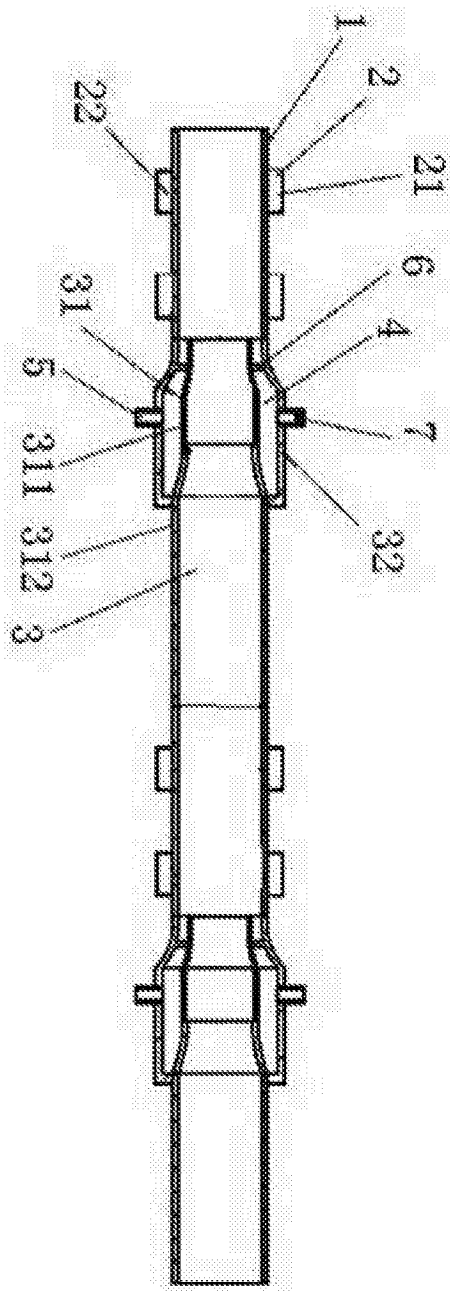


图 1

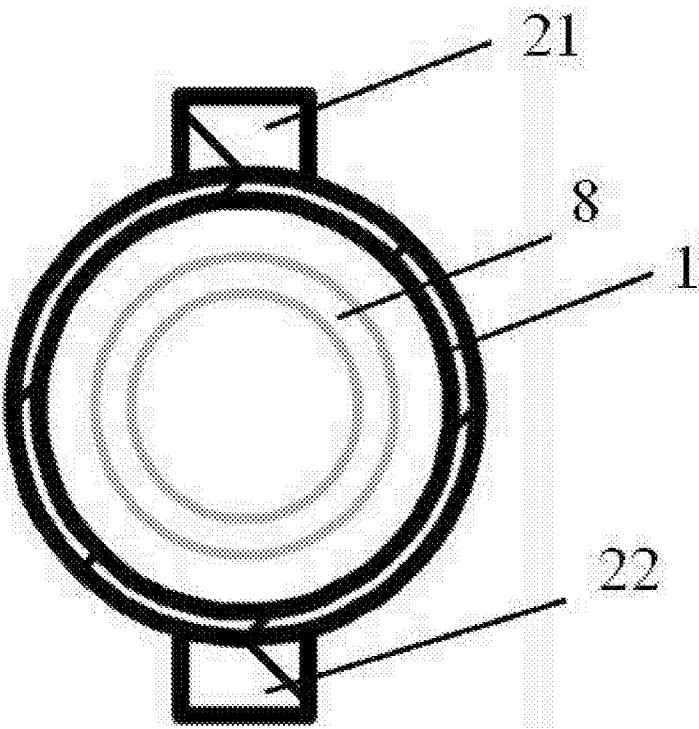


图 2