



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107335348 A

(43)申请公布日 2017. 11. 10

(21)申请号 201710720156.0

(22)申请日 2017.08.21

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

(72)发明人 谭磊 杨昌磊 李君妍

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 黄德海

(51)Int.Cl.

B01F 5/04(2006.01)

B01F 3/04(2006.01)

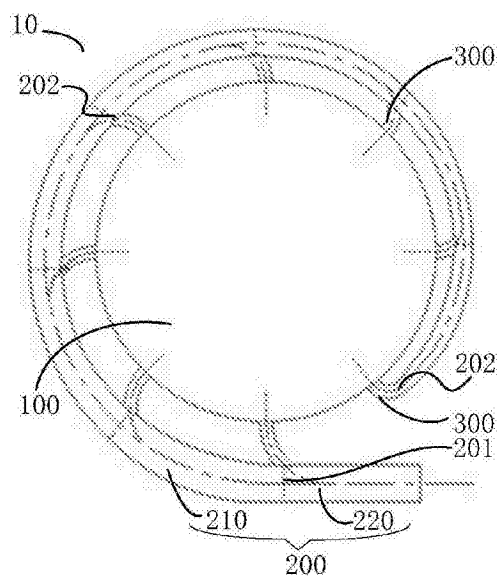
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

## (54)发明名称

强化混合的气液两相混合装置

## (57)摘要

本发明公开了一种强化混合的气液两相混合装置,包括:液相管,所述液相管具有液相入口和液相出口;气相主管,所述气相主管围绕所述液相管的中心轴线设置且具有气相入口和多个气相出口;多个气相支管,每个所述气相支管分别与所述液相管和所述气相出口连通且沿所述液相管的径向延伸。根据本发明的强化混合的气液两相混合装置,可以保证气液混合均匀。



1. 一种强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,包括:

液相管,所述液相管具有液相入口和液相出口;

气相主管,所述气相主管围绕所述液相管的中心轴线设置且具有气相入口和多个气相出口;

多个气相支管,每个所述气相支管分别与所述液相管和所述气相出口连通且沿所述液相管的径向延伸。

2. 根据权利要求1所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,在所述液相管的轴向上,所述气相入口和多个所述气相出口均位于所述液相入口和所述液相出口之间。

3. 根据权利要求1所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,所述气相主管在从所述液相出口至所述液相入口的方向上由所述气相入口沿所述液相管的周向螺旋延伸。

4. 根据权利要求3所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,所述气相主管的中心轴线被构造成螺旋线,所述螺旋线的包角 $\theta$ 为 $315^\circ$ ,所述螺旋线的半径为 $r$ ,在以所述液相管的中心轴线上的一点为坐标原点建立的坐标系中, $r$ 满足以下关系: $r = r_0 \times (1 - 0.2 \times \frac{\theta}{315})$ ,

其中, $r_0$ 为所述螺旋线在所述气相入口处的半径, $0^\circ < \theta < 315^\circ$ 。

5. 根据权利要求1所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,所述气相主管被构造成流通截面的直径在从所述液相出口至所述液相入口的方向上逐渐减小且使每个所述气相支管内的流量相等的变径管。

6. 根据权利要求5所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于, $Z$ 个所述气相支管在从所述液相出口至所述液相入口的方向上顺次排列,所述气相主管的与第一个所述气相支管的中心轴线相交的流通截面的直径为 $D_1$ ,所述气相主管的与第 $n$ 个所述支管的中心轴线相交的流通截面的直径为 $D_n$ , $D_n$ 满足以下关系: $D_n = \sqrt{\frac{Z+1-n}{Z}} D_1$ ,其中, $n = 1, 2, 3, \dots, Z$ 。

7. 根据权利要求1所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,多个所述气相出口沿所述液相管的周向间隔设置,相邻两个所述气相出口沿所述液相管的轴向间隔开。

8. 根据权利要求1所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,所述气相主管的两端均敞开以形成所述气相入口和多个所述气相出口中的一个所述气相出口,多个所述气相出口中的其余个所述气相出口分别设于所述气相主管的管壁。

9. 根据权利要求1所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,所述气相支管的中心轴线的一端沿所述液相管的径向定向且另一端与所述气相主管的中心轴线相切。

10. 根据权利要求1所述的强化混合的气液两相混合装置,其特征在于,所述气相主管包括:

主气管,所述主气管围绕所述液相管的中心轴线设置;

进气管,所述进气管与所述主气管相连且所述进气管的中心轴线与所述主气管的中心轴线相切,所述气相入口设于所述进气管。

## 强化混合的气液两相混合装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及流体机械技术领域,具体而言,涉及一种强化混合的气液两相混合装置。

### 背景技术

[0002] 在对于诸如石油、天然气等油田、气田的开采中,特别是边界油田、卫星油田以及海洋油气田,大多采用油气分开输送的方式对开采出来的资源进行输送。但是,用于分离油气的分离器和分别输送油气的管道系统增加了投资运营成本。为此,相关技术中采用油气混输泵对油气进行混合输送。而油气混输技术的核心就在于如何使油气混合均匀。

[0003] 在油气混合时,常常会因为气体与液体之间的相互作用而形成空泡。随着空泡体积分数的不断增加,混合的油气可能形成泡状流、块状流、环状流、雾状流、段塞流等多种形态。若气泡过大,会干扰甚至阻塞油气的流动,导致混输泵轴上的载荷大幅度变化,混输泵运行不稳定且效率降低,产生断流和机械故障。

[0004] 目前,混输泵进口处的气液混合装置主要采用气流轴向混入液体的方式,然而当气流在流体中射流时,可能会造成射流锥交叉而产生局部气囊,从而造成气塞,不利于油气的均匀混合。

### 发明内容

[0005] 本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此,本发明提出一种强化混合的气液两相混合装置,所述强化混合的气液两相混合装置可以保证气液混合均匀。

[0006] 根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置,包括:液相管,所述液相管具有液相入口和液相出口;气相主管,所述气相主管围绕所述液相管的中心轴线设置且具有气相入口和多个气相出口;多个气相支管,每个所述气相支管分别与所述液相管和所述气相出口连通且沿所述液相管的径向延伸。

[0007] 根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置,可以保证气液混合均匀。

[0008] 另外,根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置还具有如下附加的技术特征:

[0009] 根据本发明的一些实施例,在所述液相管的轴向上,所述气相入口和多个所述气相出口均位于所述液相入口和所述液相出口之间。

[0010] 根据本发明的一些实施例,所述气相主管在从所述液相出口至所述液相入口的方向上由所述气相入口沿所述液相管的周向螺旋延伸。

[0011] 进一步地,所述气相主管的中心轴线被构造成螺旋线,所述螺旋线的包角 $\theta$ 为 $315^\circ$ ,所述螺旋线的半径为 $r$ ,在以所述液相管的中心轴线上点为坐标原点建立的坐标系中, $r$ 满足以下关系: $r=r_0 \times (1-0.2 \times \frac{\theta}{315})$ ,其中, $r_0$ 为所述螺旋线在所述气相入口处的半径,

$0^\circ < \theta < 315^\circ$ 。

[0012] 根据本发明的一些实施例,所述气相主管被构造成流通截面的直径在从所述液相出口至所述液相入口的方向上逐渐减小且使每个所述气相支管内的流量相等的变径管。

[0013] 进一步地,Z个所述气相支管在从所述液相出口至所述液相入口的方向上顺次排列,所述气相主管的与第一个所述气相支管的中心轴线相交的流通截面的直径为 $D_1$ ,所述气相主管的与第n个所述支管的中心轴线相交的流通截面的直径为 $D_n$ , $D_n$ 满足以下关系:

$$D_n = \sqrt{\frac{Z+1-n}{Z}} D_1, \text{ 其中, } n=1, 2, 3, \dots, Z.$$

[0014] 根据本发明的一些实施例,多个所述气相出口沿所述液相管的周向间隔设置,相邻两个所述气相出口沿所述液相管的轴向间隔开。

[0015] 根据本发明的一些实施例,所述气相主管的两端均敞开以形成所述气相入口和多个所述气相出口中的一个所述气相出口,多个所述气相出口中的其余个所述气相出口分别设于所述气相主管的管壁。

[0016] 根据本发明的一些实施例,所述气相支管的中心轴线的一端沿所述液相管的径向定向且另一端与所述气相主管的中心轴线相切。

[0017] 根据本发明的一些实施例,所述气相主管包括:主气管,所述主气管围绕所述液相管的中心轴线设置;进气管,所述进气管与所述主气管相连且所述进气管的中心轴线与所述主气管的中心轴线相切,所述气相入口设于所述进气管。

[0018] 本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本发明的实践了解到。

## 附图说明

[0019] 图1是根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置的立体图;

[0020] 图2是根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置的结构示意图;

[0021] 图3是根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置的结构示意图;

[0022] 图4是根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置的仿真示意图。

[0023] 附图标记:

[0024] 强化混合的气液两相混合装置10,

[0025] 液相管100,液相入口101,液相出口102,

[0026] 气相主管200,气相入口201,气相出口202,主气管210,进气管220,

[0027] 气相支管300。

## 具体实施方式

[0028] 下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能理解为对本发明的限制。

[0029] 下面参考附图描述根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置10,该强化混合的气液两相混合装置10可以保证气液混合均匀。

[0030] 如图1-图4所示,根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置10,包括液相管100、气相主管200和多个气相支管300。

[0031] 具体而言,液相管100具有液相入口101和液相出口102。气相主管200围绕液相管100的中心轴线设置,且气相主管200具有气相入口201和多个气相出口202,气相入口201的中心轴线垂直于液相管100的中心轴线。每个气相支管300分别与液相管100和气相出口202连通,且每个气相支管300沿液相管100的径向延伸。

[0032] 由此,根据本发明实施例的强化混合的气液两相混合装置10,通过使气相主管200内的流体沿液相管100的径向流入液相管100,可以避免相关技术中流体轴向混入方式所带来的技术问题,并且,还设置多个气相支管300,从而可以保证气液混合均匀(混合效果如图4所示),避免空泡阻塞流动,进而保证混输泵的运行效率和稳定性。

[0033] 根据本发明的一些实施例,如图1所示,在液相管100的轴向上,气相入口201和多个气相出口202均位于液相入口101和液相出口102之间,以保证混合效果。

[0034] 根据本发明的一些实施例,如图1-图3所示,气相主管200在从液相出口102至液相入口101的方向上由气相入口201沿液相管100的周向螺旋延伸,从而可以使得气相主管200内的流体沿着气相主管200的螺旋方向(即从液相出口102至液相入口101且沿着液相管100的周向的方向)向着液相管100流动。

[0035] 进一步地,如图1-图3所示,气相主管200的中心轴线被构造成螺旋线,螺旋线的包角 $\theta$ 为 $315^\circ$ ,螺旋线的半径为 $r$ ,在以液相管100的中心轴线上的点为坐标原点建立的坐标系中, $r$ 满足以下关系: $r = r_0 \times (1 - 0.2 \times \frac{\theta}{315})$ ,其中, $r_0$ 为螺旋线在气相入口201处的半径, $0^\circ < \theta$

$< 315^\circ$ 。这样,流体沿着该螺旋线的螺旋方向且沿着液相管100的径向混入液相管100,从而可以在液相管100内均匀地混合,且流动损失较小。在本实施例中, $r_0 = 150\text{mm}$ 。

[0036] 根据本发明的一些实施例,如图1-图3所示,气相主管200被构造成变径管,该变径管的流通截面的直径在从液相出口102至液相入口101的方向上逐渐减小,多个气相支管300沿液相管100的周向均匀间隔分布,且每个气相支管300内的流量相等,从而可以保证在液相管100的整个周向上的流体混合比较均匀,利于增强混合效果。

[0037] 具体地, $Z$ 个气相支管300在从液相出口102至液相入口101的方向上顺次排列,即, $Z$ 个气相出口202沿液相管100的轴向间隔设置,气相主管200的与第一个气相支管300的中心轴线相交的流通截面的直径为 $D_1$ ,气相主管200的与第 $n$ 个支管的中心轴线相交的流通截面的直径为 $D_n$ ,为了保证每个气相支管300内的流量相等, $D_n$ 满足以下关系:

$$D_n = \sqrt{\frac{Z+1-n}{Z}} D_1 \quad \text{其中}, n=1, 2, 3, \dots, Z.$$

[0038] 举例而言, $Z=8, D_1=24\text{mm}$ ,气相主管200在气相入口201处的流量为 $Q$ ,这样,流体流过第一个气相支管300后,气相支管300的位于第一个气相出口202和第二个气相出口202之间的部分的流量为 $\frac{7}{8}Q$ ;经过第二个气相支管300后,气相支管300的位于第二个气相出口

202和第三个气相出口202之间的部分的流量为 $\frac{6}{8}Q$ ;经过第三个气相支管300后,气相支管

300的位于第三个气相出口202和第四个气相出口202之间的部分的流量为 $\frac{5}{8}Q$ ,以此类推。

[0039] 其中,如图1-图3所示,气相主管200的两端可以均敞开以形成气相入口201和一个

气相出口202,多个气相出口202中的其余个气相出口202分别设于气相主管200的管壁。如此,气相支管300分别与气相主管200的管壁和液相管100的管壁相连,气相主管200内的流体可以直接沿液相管100的径向流入液相管100内,混合效果更好。

[0040] 有利地,如图2和图3所示,气相支管300的中心轴线的一端沿液相管100的径向定向且另一端与气相主管200的中心轴线相切,气相支管300从气相主管200的中心轴线的切向方向引出,从而有利于减小流动损失。例如,气相支管300在从气相主管200至液相管100的方向上沿着气相主管200的螺旋方向倾斜延伸,即,流体在气相支管300内的流向与流体在气相主管200内的流向大体一致。

[0041] 在本发明的一些实施例中,如图2和图3所示,气相主管200可以包括主气管210和进气管220。主气管210围绕液相管100的中心轴线设置。进气管220的一端与主气管210相连,且进气管220的中心轴线与主气管210的中心轴线相切,气相入口201设于进气管220的所述一端。由此,方便流体进入气相主管200,且流体的流体损失较小。

[0042] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“上”、“下”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0043] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“相连”应做广义理解,例如,可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0044] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0045] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本发明的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由权利要求及其等同物限定。

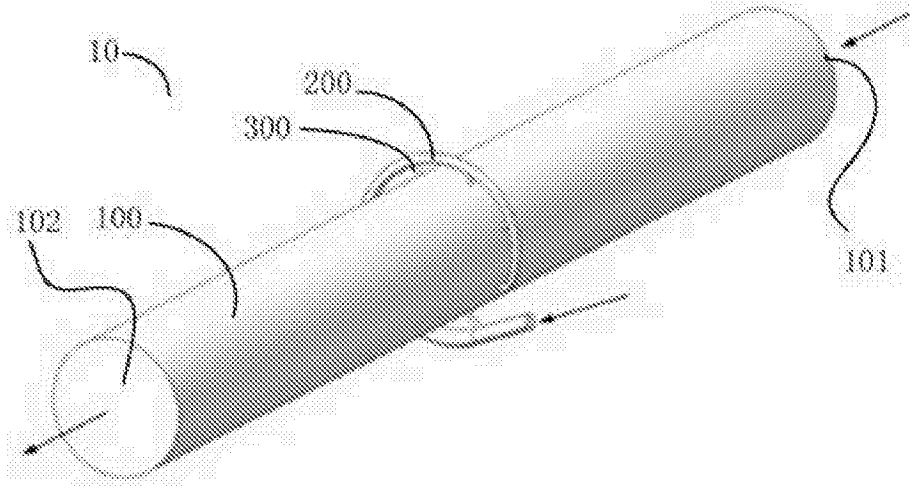


图1

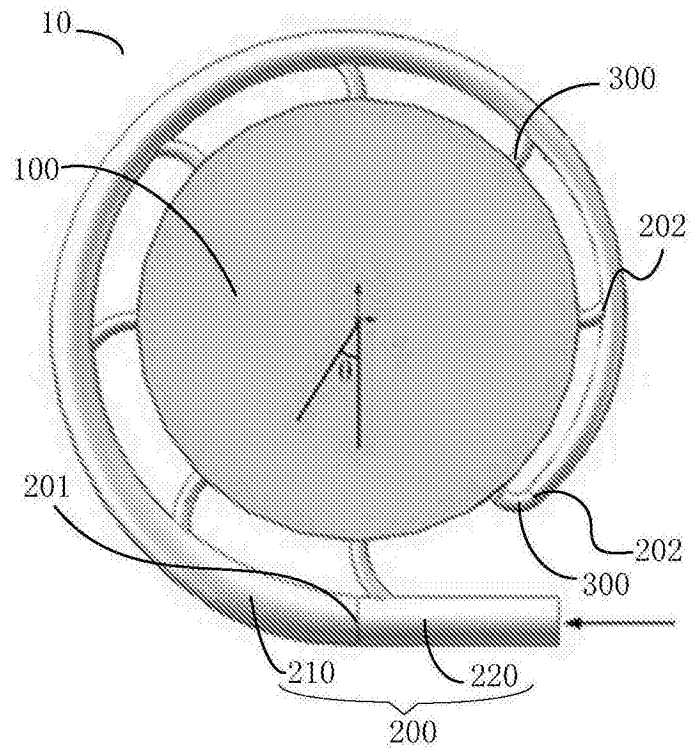


图2

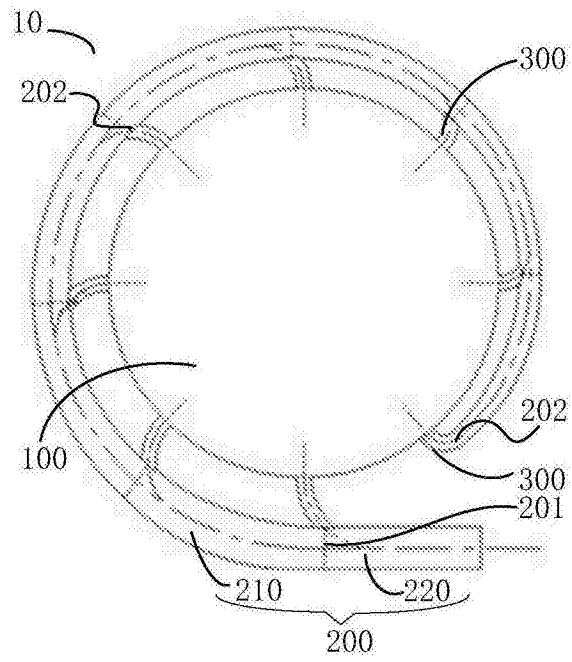


图3

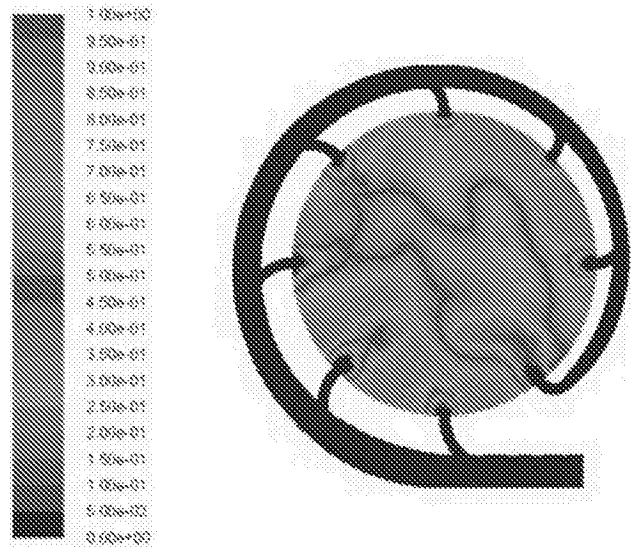


图4