



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102626560 A

(43) 申请公布日 2012. 08. 08

(21) 申请号 201210122331. 3

(22) 申请日 2012. 04. 24

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

申请人 中海石油(中国)有限公司深圳分公司

(72) 发明人 吴应湘 许庆华 许晶禹 梁卫
李锋 魏丛达 刘海飞 张在孝

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 王艺

(51) Int. Cl.

B01D 17/035(2006. 01)

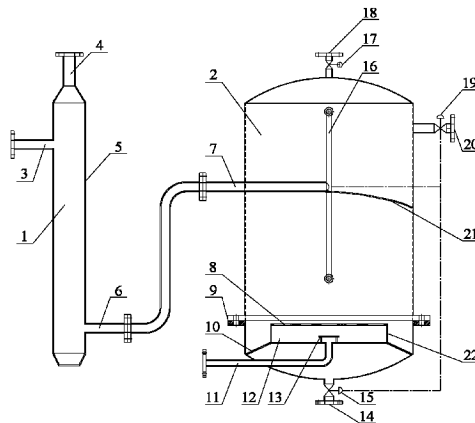
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种旋流气浮油水分离装置及气浮发生器

(57) 摘要

本发明公开一种旋流气浮油水分离装置及气浮发生器,其中,所述旋流气浮油水分离装置,包括:一根或多根柱型旋流管以及与所述柱型旋流管相连的立式筒型气浮装置,其中:所述柱型旋流管包括旋流腔体、水平切向进液管、溢流出口管和底流出口管;所述立式筒型气浮装置包括气浮筒体、水平侧面进液管、清水出口管、气体出口管、油出口管、液体螺旋导流片和气浮发生器。本发明综合利用了高速旋流原理和气泡吸附作用,整个流程处于流动中进行。本发明适合于陆上和海上采油平台使用,具有很好的工业应用前景。



1. 一种旋流气浮油水分离装置,其特征在于,包括:一根或多根柱型旋流管以及与所述柱型旋流管相连的立式筒型气浮装置,其中:

所述柱型旋流管包括旋流腔体、水平切向进液管、溢流出口管和底流出口管;所述水平切向进液管与所述旋流腔体的上端相连,所述溢流出口管与所述旋流腔体的顶端相连,所述底流出口管与所述旋流腔体的下端相连;

所述立式筒型气浮装置包括气浮筒体、水平侧面进液管、清水出口管、气体出口管、油出口管、液体螺旋导流片和气浮发生器;所述水平侧面进液管的一端与所述气浮筒体的侧面相连,另一端与所述底流出口管相连;所述清水出口管与所述气浮筒体的底端相连,所述气体出口管与所述气浮筒体的顶端相连;所述富油出口管与所述气浮筒体的上端相连;所述液体螺旋导流片与所述水平侧面进液管相连;所述液体螺旋导流片和气浮发生器位于所述气浮筒体的内部。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,

所述水平切向进液管的入口为圆形,所述水平切向进液管的出口为方形,所述出口与所述旋流腔体以切向方式相连接,所述水平切向进液管与所述旋流腔体相连通的截面为矩形。

3. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,

所述水平切向进液管的圆管中心线与所述旋流腔体的顶端的间距为所述旋流腔体的内径的 1 ~ 2 倍;所述底流出口管位于所述旋流腔体的远离所述水平切向进液管的另一端,所述底流出口管的圆管中心线与所述旋流腔体的底端间距为所述旋流腔体的内径的 0.5 ~ 1 倍。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,

所述液体螺旋导流片以 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 范围向下延展,其与气浮筒体壁面相交线在水平面上投影的中心角范围为 $90^{\circ} \sim 135^{\circ}$,所述液体螺旋导流片的宽度大于水平侧面进液管的管径。

5. 如权利要求 1 ~ 4 中任意一项所述的装置,其特征在于,

所述气浮筒体内部还设置有液位测量装置;所述溢流出口管、底流出口管、清水出口管、气体出口管和油出口管处均设置有阀门。

6. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,

所述气浮发生器通过四根连接杆与所述气浮筒体的下端相固定,所述气浮发生器包括纳米膜结构、网垫支架、进气挡板、来气管和储气腔,所述来气管与储气腔的底面相连,所述网垫支架位于所述储气腔的上面,所述网垫支架上固定有所述纳米膜结构;所述进气挡板设置在所述来气管与储气腔的连接处。

7. 如权利要求 6 所述的装置,其特征在于,

所述网垫支架上开有直径为 100mm 的通圆 19 个,每个通圆周围设有 8 个螺栓孔,用以固定所述纳米膜结构;

所述纳米膜结构包括固定卡环、上下纳米膜支架和纳米膜;所述纳米膜固定在所述上下纳米膜支架中间,所述上下纳米膜支架上有直径为 3 ~ 5mm 的通孔 168 ~ 448 个,所述固定卡环通过螺栓将所述纳米膜结构固定在所述网垫支架上。

8. 一种气浮发生器,其特征在于,包括纳米膜结构、网垫支架、进气挡板、来气管和储气

腔,所述来气管与储气腔的底面相连,所述网垫支架位于所述储气腔的上面,所述网垫支架上固定有所述纳米膜结构;所述进气挡板设置在所述来气管与储气腔的连接处。

9. 如权利要求 8 所述的气浮发生器,其特征在于,

所述网垫支架上开有直径为 100mm 的通圆 19 个,每个通圆周围设有 8 个螺栓孔,用以固定所述纳米膜结构。

10. 如权利要求 8 或 9 所述的气浮发生器,其特征在于,

所述纳米膜结构包括固定卡环、上下纳米膜支架和纳米膜;所述纳米膜固定在所述上下纳米膜支架中间,所述上下纳米膜支架上有直径为 3 ~ 5mm 的通孔 168 ~ 448 个,所述固定卡环通过螺栓将所述纳米膜结构固定在所述网垫支架上。

一种旋流气浮油水分离装置及气浮发生器

技术领域

[0001] 本发明涉及石化领域的油水二相混合液分离领域,尤其涉及一种旋流气浮油水分离装置及气浮发生器。

背景技术

[0002] 在石油开采或炼制过程中,通常需要将油、水混合液按照一定工艺要求或者环保指标要求进行分离,油水分离设备是重要的生产设备。目前,随着陆上及海上油田的深入开发,大部分油田产出液的含水率逐渐增高,常常会达到产液量的 80%以上,有的油田甚至高达 90%以上。产出液处理量的不断增长,导致油田的原有油水处理设备难以满足现有的要求,而且随着国家环保标准的不断提高,进一步对原有油田设计的油水处理工艺提出严峻挑战。

[0003] 当前,用于油水二相混合液的分离方法主要有重力沉降、旋转离心分离、气浮选、过滤和膜分离等。例如专利公开号:CN2569538Y,高效油水分离器,描述的是一个主要采用重力分离原理的分离装置;专利公开号:CN201817338U,含油污水处理机,主要由斜板、核桃壳过滤器和双亲可逆纤维球过滤器组成的油水分离装置;专利公开号:CN2308435Y,油水分离装置,该专利是由中国科学院生态环境研究中心申请,采用膜渗透蒸发、离心、抽吸和负压清洗等技术结合起来的油水分离装置,油水混合液体在泵的驱动下流经螺旋状盘绕的亲水性中空纤维,由压力、离心及抽吸等作用使油水分离,由阀门转换还可实现膜的负压清洗。利用重力原理和过滤等技术都是有效的分离技术手段,但对油水混合液的处理深度不够,处理速度又相对较慢,因此导致设备结构复杂、体积庞大。

[0004] 旋转离心分离技术是利用介质间的密度差进行离心分离。被分离介质间的密度差越大,分散相的颗粒粒径越大,则分离效果就越好。专利公开号:CN2256338Y 公开了一种油田两相不相溶的油-水混合液预分离水力旋流器,结构简单,体积小,占地面积少,但由于切向强旋流剪切作用,产生的微小油滴难以分离。

[0005] 专利公开号:CN101417184A 的发明公开了一种气浮分离装置,不需要增加外能清洗系统,可实现长期连续稳定运行的目标,确保了微气泡尽最大可能地去粘附小粒径分散油,但该装置只适用于低浓度的含油污水,应用范围较窄。

发明内容

[0006] 本发明的目的是针对以上处理方法的不足,提出了一种旋流气浮油水分离装置及气浮发生器,其结构简单,体积小,适用范围广。

[0007] 为了解决上述问题,本发明提供一种旋流气浮油水分离装置,包括:一根或多根柱型旋流管以及与所述柱型旋流管相连的立式筒型气浮装置,其中:

[0008] 所述柱型旋流管包括旋流腔体、水平切向进液管、溢流出口管和底流出口管;所述水平切向进液管与所述旋流腔体的上端相连,所述溢流出口管与所述旋流腔体的顶端相连,所述底流出口管与所述旋流腔体的下端相连;

[0009] 所述立式筒型气浮装置包括气浮筒体、水平侧面进液管、清水出口管、气体出口管、油出口管、液体螺旋导流片和气浮发生器；所述水平侧面进液管的一端与所述气浮筒体的侧面相连，另一端与所述底流出口管相连；所述清水出口管与所述气浮筒体的底端相连，所述气体出口管与所述气浮筒体的顶端相连；所述富油出口管与所述气浮筒体的上端相连；所述液体螺旋导流片与所述水平侧面进液管相连；所述液体螺旋导流片和气浮发生器位于所述气浮筒体的内部。

[0010] 优选地，上述装置还具有以下特点：

[0011] 所述水平切向进液管的入口为圆形，所述水平切向进液管的出口为方形，所述出口与所述旋流腔体以切向方式相连接，所述水平切向进液管与所述旋流腔体相连通的截面为矩形。

[0012] 优选地，上述装置还具有以下特点：

[0013] 所述水平切向进液管的圆管中心线与所述旋流腔体的顶端的间距为所述旋流腔体的内径的 1 ~ 2 倍；所述底流出口管位于所述旋流腔体的远离所述水平切向进液管的另一端，所述底流出口管的圆管中心线与所述旋流腔体的底端间距为所述旋流腔体的内径的 0.5 ~ 1 倍。

[0014] 优选地，上述装置还具有以下特点：

[0015] 所述液体螺旋导流片以 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 范围向下延展，其与气浮筒体壁面相交线在水平面上投影的中心角范围为 $90^{\circ} \sim 135^{\circ}$ ，所述液体螺旋导流片的宽度大于水平侧面进液管的管径。

[0016] 优选地，上述装置还具有以下特点：

[0017] 所述气浮筒体内部还设置有液位测量装置；所述溢流出口管、底流出口管、清水出口管、气体出口管和油出口管处均设置有阀门。

[0018] 优选地，上述装置还具有以下特点：

[0019] 所述气浮发生器通过四根连接杆与所述气浮筒体的下端相固定，所述气浮发生器包括纳米膜结构、网垫支架、进气挡板、来气管和储气腔，所述来气管与储气腔的底面相连，所述网垫支架位于所述储气腔的上面，所述网垫支架上固定有所述纳米膜结构；所述进气挡板设置在所述来气管与储气腔的连接处。

[0020] 优选地，上述装置还具有以下特点：

[0021] 所述网垫支架上开有直径为 100mm 的通圆 19 个，每个通圆周围设有 8 个螺栓孔，用以固定所述纳米膜结构。

[0022] 优选地，上述装置还具有以下特点：

[0023] 所述纳米膜结构包括固定卡环、上下纳米膜支架和纳米膜；所述纳米膜固定在所述上下纳米膜支架中间，所述上下纳米膜支架上有直径为 3 ~ 5mm 的通孔 168 ~ 448 个，所述固定卡环通过螺栓将所述纳米膜结构固定在所述网垫支架上。

[0024] 为了解决上述问题，本发明提供一种气浮发生器，包括纳米膜结构、网垫支架、进气挡板、来气管和储气腔，所述来气管与储气腔的底面相连，所述网垫支架位于所述储气腔的上面，所述网垫支架上固定有所述纳米膜结构；所述进气挡板设置在所述来气管与储气腔的连接处。

[0025] 优选地，上述气浮发生器还具有以下特点：

[0026] 所述网垫支架上开有直径为 100mm 的通圆 19 个,每个通圆周围设有 8 个螺栓孔,用以固定所述纳米膜结构。

[0027] 优选地,上述气浮发生器还具有以下特点:

[0028] 所述纳米膜结构包括固定卡环、上下纳米膜支架和纳米膜;所述纳米膜固定在所述上下纳米膜支架中间,所述上下纳米膜支架上有直径为 3~5mm 的通孔 168~448 个,所述固定卡环通过螺栓将所述纳米膜结构固定在所述网垫支架上。

[0029] 本发明综合利用了高速旋流原理和气泡吸附作用,整个流程处于流动中进行。通过柱型旋流管将油水混合来液进行预处理,然后将低含油的污水在气浮筒中进行气浮作用,可进一步降低水中的含油率,达到国家污水排放标准。本发明的装置和方法体积小,重量轻,处理效率高,对来液参数适应范围广,克服了传统重力处理的效率低下问题,避免了过滤处理设备体积庞大和采用旋流原理时细小油滴颗粒处理问题,不存在化学破乳造成的二次污染和成本问题。本分离装置和方法是一种提高分离效率,改进分离技术,减轻分离器设备重量的有效途径,适合于陆上和海上采油平台使用,具有很好的工业应用前景。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明实施例的旋流气浮油水分离装置的结构示意图;

[0031] 图 2 为本发明实施例的气浮发生器的结构示意图;

[0032] 图 3 为本发明实施例的纳米膜结构的结构示意图。

具体实施方式

[0033] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0034] 本发明实施例的一种旋流气浮油水分离装置,包括一根或者多根柱型旋流管 1 和立式筒型气浮装置 2,如图 1 所示。

[0035] 柱型旋流管 1 包括水平切向进液管 3、溢流出口管 4、旋流腔体 5 和底流出口管 6。所述水平切向进液管 3 与所述旋流腔体 5 的上端相连,所述溢流出口管 4 与所述旋流腔体 5 的顶端相连,所述底流出口管 6 与所述旋流腔体 6 的下端相连。

[0036] 筒型气浮装置 2 包括气浮筒体 30、水平侧面进液管 7、液体螺旋导流片 21、气浮发生器 12、清水出口管 14、液位测量装置 16、气体出口管 18、油出口管 20。所述水平侧面进液管 7 的一端与所述气浮筒体 30 的侧面相连,另一端与所述底流出口管 6 相连;所述清水出口管 14 与所述气浮筒体 30 的底端相连,所述气体出口管 18 与所述气浮筒体 30 的顶端相连;所述富油出口管 20 与所述气浮筒体 30 的上端相连;所述液体螺旋导流片 21 与所述水平侧面进液管 7 相连;所述液体螺旋导流片 21 和气浮发生器 12 位于所述气浮筒体 30 的内部。

[0037] 在本文中,“上端”指的是在顶端附近,“下端”指的是在底端附近。

[0038] 所述柱型旋流管 1 的水平切向进液管 3 有个由圆管变为方管的过渡,即:所述水平切向进液管 3 的入口为圆形,所述水平切向进液管 3 的出口为方形,然后经过 90° 角度后与旋流腔体 5 以切向方式相连接,两者相连接的截面为矩形,且矩形截面面积为水平切向进液管 3 截面面积的 25%。水平切向进液管 3 设置在旋流腔体 5 的顶端附近,其圆管中心线

与腔体顶端的间距为柱型旋流管内径的 1 ~ 2 倍,用以引导来液预旋进入旋流腔体 5。溢流出口管 4 设置在旋流腔体 5 的顶端,用于将排放从油水混合液中分离出来的富油部分液体,其以标准法兰连接方式与外部管道连接。底流出口管 6 设置在旋流腔体 5 的远离水平切向进液管 3 的另一端,其圆管中心线与旋流腔体 5 底部间距为柱型旋流管内径的 0.5 ~ 1 倍,用于排放从油水混合液体中分离出来的清水液体。

[0039] 所述筒型气浮装置 2 的水平侧面进液管 7 通过连接管与柱型旋流管 1 的底流出口管 6 相连接。在气浮筒内部,与水平侧面进液管 7 连接的是液体螺旋导流片 21,用以引导来液在气浮筒内产生一定的旋转强度。液体螺旋导流片 21 以 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 范围向下延展,其与筒体壁面相交线在水平面上投影的中心角范围为 $90^{\circ} \sim 135^{\circ}$,导流片宽度应大于水平侧面进液管 7 的管径,取其管径的 1.5 倍为佳。为了便于安装和检修气浮装置,将气浮筒下半部分设置成罐体法兰 9 连接。气浮发生器 12(结构如图 2 所示)通过四根连接杆 10 与气浮筒下端相固定,由纳米膜结构 23、网垫支架 8、来气管 11、进气挡板 13 以及储气腔 22 组成。其中,所述来气管 11 与储气腔 22 的底面相连,所述网垫支架 8 位于所述储气腔 22 的上面,所述网垫支架 8 上固定有所述纳米膜结构 23;所述进气挡板 13 设置在所述来气管 11 与储气腔 22 的连接处。网垫支架 8 上开有直径为 100mm 的通圆 19 个,每个通圆周围设有 8 个螺栓孔,用以固定纳米膜结构 23。进气挡板 13 用于改变从来气管 11 进入储气腔 22 的气流方向,避免气体直接冲刷到气浮网垫支架 8 上。

[0040] 如图 3 所示,纳米膜结构 23 包括固定卡环 25、上下纳米膜支架 24 和纳米膜 26。上下纳米膜支架 24 为直径 110mm、厚 3mm 的圆盘,在其上加工有直径为 3 ~ 5mm 的通孔 168 ~ 448 个。上、下纳米膜支架 24 上分别设限位卡槽和限位脚,通过槽与脚的过盈配合将上、下纳米膜支架 24 相互固定,从而将纳米膜 26 固定在中间。在固定上、下纳米膜支架时,应保证支架上的孔构成相应的通孔,以便于储气腔 22 内的气体可顺利通过纳米膜,形成微小气泡,这种固定方法可保护纳米膜 26,使纳米膜在气压及水压的相互作用下不易破裂。固定卡环 25 通过螺栓将整个纳米膜结构 23 固定在网垫支架上。气浮装置的气源为惰性气体。

[0041] 所述筒型气浮装置 2 包括三个出口,分别是位于低部的清水出口管 14、顶端的气体出口管 18 和靠近顶端的富油出口管 20。在气体出口管 18 上装有气体压力阀 17,当罐体内部压力达到预期设定的压力阈值时,气体压力阀 17 自动打开,排放罐内积聚的气体。水、油出口管路也分别设有控制阀 15、19,在运行过程中通过气浮筒液位测量装置 16 来控制、调节水出口管路阀门 15 和油出口管路阀门 19 的开关程度。水出口管 15 通过标准法兰与外部设备相连接,或者可将经过分离后的清水直接外排。油出口管 20 也安装为标准法兰,与管路连接后将分出的富油液体回收。

[0042] 在上述技术方案中,所述柱型旋流管 1 的溢流出口管 4 和底流出口管 6 上分别设置一个阀门,用来调节旋流管溢流出口和底流出口的流量配比。柱型旋流管 1 的水平切向进液管 3 的内径小于或等于旋流管的内径,旋流腔 5 的柱段垂直长度为 15 ~ 20 倍的柱型旋流管 1 内径。

[0043] 在上述技术方案中,所述筒型气浮装置 2 的气浮筒高为 1.5 米,直径 1 米。

[0044] 本发明提供的应用在陆地油田和海上采油平台用的旋流气浮式油水分离装置进行油水分离的方法,包括以下步骤:

[0045] 1、将含油浓度不大于 30% 的油水混合物,从水平切向进液管 3 进入柱型旋流管

1；

[0046] 2、经过水平切向进液管 3 的渐缩段，油水两相混合液进入柱型旋流管 1，在旋流腔体 5 中形成强旋流场。由于油、水之间存在密度差，在旋流场中，油、水各相所受到的离心力将不同，重质相的水被甩向旋流管的边壁，而轻质相的油则向旋流管中心运动，聚集形成油核；

[0047] 3、当开启溢流出口管 4 和底流出口管 6 上的阀门后，受柱型旋流管 1 内部压力分配作用，重质相水将沿着旋流管壁以螺旋线方式向下流动，经底流出口管 6 流出；而轻质相油在旋流管中心聚集形成油核后，向上运动，从顶部的溢流出口管 4 流出，从而达到油水分离的目的；

[0048] 4、控制溢流出口管 4 和底流出口管 6 上阀门的开启程度，可调节溢流出口和底流出口的流量分配。而流量调节的目的在于提高柱型旋流管 1 油水分离的效率，避免过多的水从顶部的溢流出口管 4 流出和油从底部的底流出口管 6 排出；

[0049] 5、油水混合液经柱型旋流管 1 分离后，从底流出口管 6 排出的清水含油率可降低到 1000ppm 以下，这部分水再经过水平侧面进液管 7 进入筒型气浮装置 2。在水平侧面进液管 7 的引导作用下，液体在气浮筒体 30 内部产生了一定的旋转流场，又经螺旋导流片 21 进一步作用，旋转流场得到了加强，并且液体流向按照螺旋导流片 21 的设计方向流动。此时，水中的细小油滴颗粒在旋转流场中受到离心力的作用，将向气浮筒体中间运动；

[0050] 6、惰性气体源经来气管 11 进入气泡发生器 12，在纳米膜 26 作用下，产生微小气泡，掺混进入气浮筒内液体。一方面，在浮力作用下，微小气泡上升。气泡在流动与上升过程中，与液体中游离的细小油滴进行碰撞并吸附，形成气泡油滴组合体，在气泡的带动下，组合体向气浮筒顶部快速上浮；另一方面，由于微小气泡质量比油滴颗粒小很多，在旋流离心场中，气泡的径向速度将大于油滴颗粒的径向速度，因此在半径方向上，从后面赶上的气泡也将与油滴颗粒发生碰撞并吸附，这样进一步加速了油滴颗粒向气浮筒体中心聚集的速度；

[0051] 7、经过气泡吸附作用后，气浮筒内液体中的油滴颗粒得到了进一步的去除，净化后的清水从气泡发生器装置与气浮筒壁之间的环形空间进入筒体下部集液区，然后从清水出口管 14 排出；气泡油滴则上浮到气浮筒体 30 上部空间，气泡破灭后在顶部形成气体区域，在压力控制阀 17 的作用下，气体从出口管 18 排放，而油滴上升到顶部后聚集形成油层，从出口管 20 外排；

[0052] 8、气浮筒上的液位测量装置 16 通过信号控制清水出口管 14 的阀门 15 和富油出口管 20 的阀门 19 开放程度；

[0053] 9、整个处理过程是在流动中进行，经过本装置处理后的外排水，其含油率可降低到 20ppm 以下，达到国家污水排放标准。

[0054] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

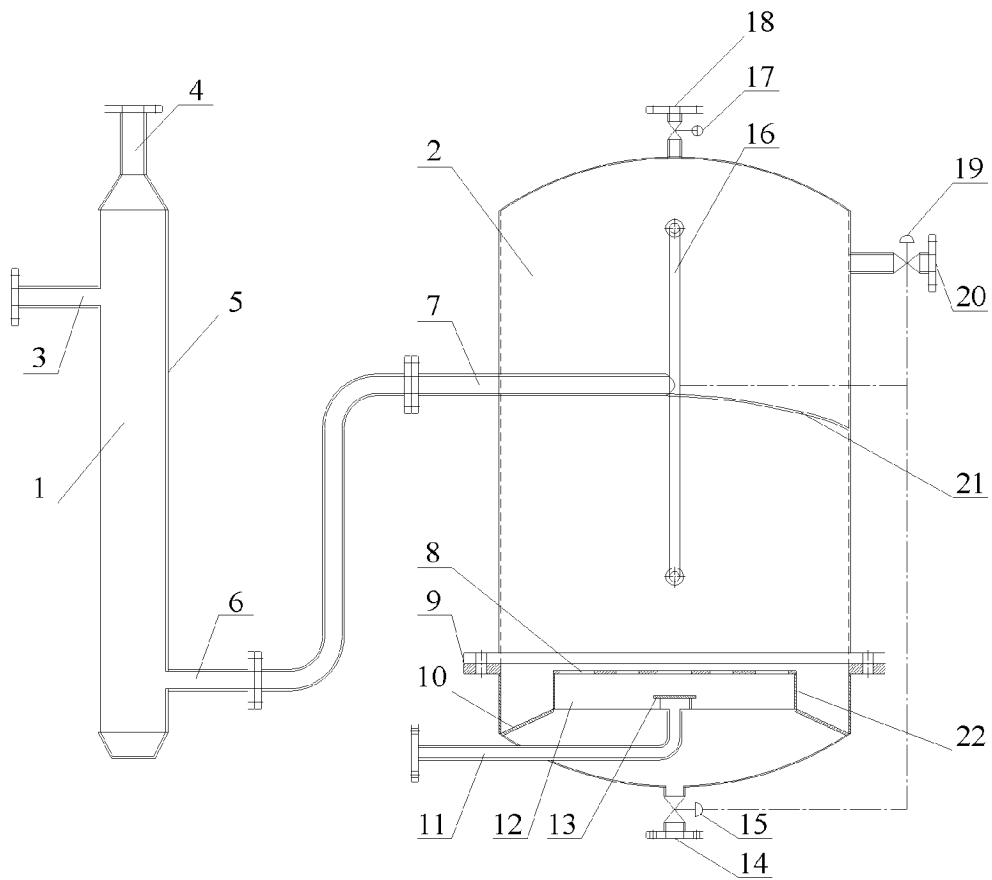


图 1

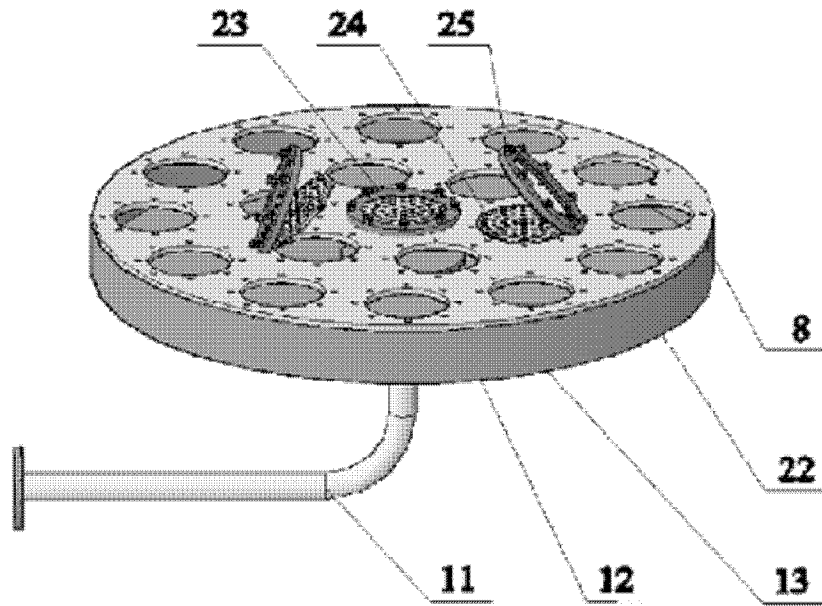


图 2

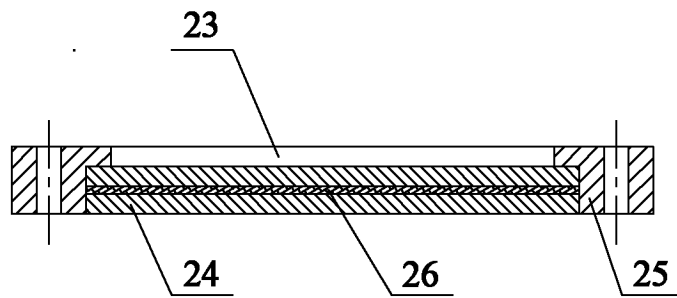


图 3