



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101411951 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 08

(21) 申请号 200710175999. 3

CN 2411831 Y, 2000. 12. 27, 实施例、图 1.

(22) 申请日 2007. 10. 17

WO 2006010765 A1, 2006. 02. 02, 摘要, 图 1-2.

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所

CN 2487427 Y, 2002. 04. 24, 实施例、图 1.

地址 100080 北京市海淀区北四环西路 15 号

CN 201101907 Y, 2008. 08. 20, 1-9.

审查员 尹俊峰

(72) 发明人 郑之初 张军 吴应湘 郭军 唐驰 周永 王立洋 龚道童

(74) 专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 11280

代理人 高存秀

(51) Int. Cl.

B01D 17/02 (2006. 01)

E21B 43/34 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1343133 A, 2002. 04. 03, 摘要, 图 1-7.

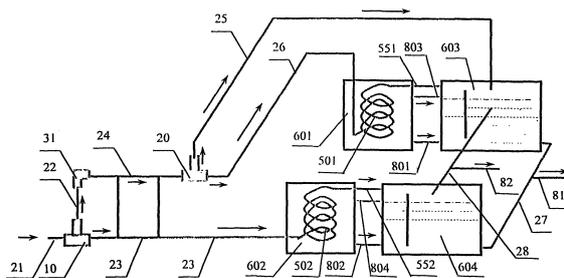
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 4 页

(54) 发明名称

利用离心、重力、膨胀复合原理的油水分离系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离系统, 包括分流器的进、出液口分别与水平总进液管、垂直管和下水平管连通; 该垂直管与弯管连通; 下水平管与螺旋管的输入端口连接, 该螺旋管连入第四分离箱体, 它与第二沉降分离箱体连通, 其顶部通过中间管与第四沉降分离箱体顶部连通; 在第四沉降分离箱体与入口对应的侧壁底部出口上安装水平排水管和在侧壁中部安装水平排油管, 该水平排油管另一端从第三沉降分离箱体中部穿入; 上水平管与第一螺旋管连通, 第一螺旋管另一出口连入第三沉降分离箱体, 第一和第三沉降分离箱体的底部和顶部侧壁之间连有管路; 在 2 根水平排水管上通过三通分别安装出水管和出油管。



CN 101411951 B

1. 一种用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离设备,该设备包括分流器、沉降分离箱和连接管线;其特征在于,所述的分流器有2个,第一分流器的进液口(11)、上出液口(12)和下出液口(13)分别与水平总进液管(21)、垂直管和下水平管(23)连通;该垂直管与弯管(31)和上水平管(24)依次连通;在所述的下水平管(23)和上水平管(24)之间,三根平行设置的垂直管并联;所述的下水平管(23)与安装于第二沉降分离箱体(602)中的第二螺旋管(502)的输入端口连接,该第二螺旋管(502)的输出端口通过出液管(552)连入第四分离箱体(604),该第二沉降分离箱体(602)底部通过一根中间管与第四沉降分离箱体(604)底部连通,其顶部通过一根中间管与第四沉降分离箱体(604)顶部连通;在第四沉降分离箱体(604)与入口对应的侧壁底部出口上安装水平排水管(27),和在中部安装水平排油管(28),该水平排油管(28)另一端从第三沉降分离箱体(603)中部穿入,并且该水平排水管(27)另一端口与第三沉降分离箱体(603)底部出口连接;所述的上水平管(24)的末端口与第二分流器(20)的一端口连通,第二分流器(20)的另两个端口分别连接送油管(25)和输送管线(26),从而所述的上水平管(24)的末端口与输送管线(26)连通,送油管(25)与第三沉降分离箱体(603)连通,该输送管线(26)与第一沉降分离箱体(601)中的第一螺旋管(501)输入口连通,第一螺旋管(501)安装于沉降分离箱(601)内;该第一螺旋管(501)的另一出口通过出液管(551)连入第三沉降分离箱体(603),第一沉降分离箱体(601)与第三沉降分离箱体(603)的底部和顶部侧壁之间连有第一管路(801)和第二管路(803);第三沉降分离箱体(603)在与入口对应的侧壁底部出口和中部分别与水平排水管(27)和水平排油管(28)连通;水平排水管(28)的高度低于第三沉降分离箱体(603)、第四沉降分离箱体(604)两箱体内溢流口150-300mm,水平排水管(27)的高度高于箱体底部100mm;在水平排水管(27)和水平排油管(28)上通过三通分别安装出水管(81)和出油管(82)。

2. 按权利要求1所述的用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离设备,其特征在于,所述的第一分流器(10)和第二分流器(20)为一三通管形的耐压容器,所述三通管形的耐压容器构成本体,该三通管的左侧管口是进液口,三通管的右侧管口是下出液口,三通管的上管口是上出液口的耐压容器,在其内部的腔体内有一个水平设置的分流隔板(16),该分流隔板将腔体分成上下两个空间,上层空间(14)与上出液口(12)相连通,下层空间(15)与下出液口(13)相连通,两层空间都与进液口(11)相连通,所述耐压容器内腔直径和与进液口相连接的来液管的直径相等;所述的分流隔板位于三通管右侧管口一端的上方有将该管口上部封闭的堵头(161);所述堵头朝向进液口一端的纵向截面为抛物线形;所述耐压容器的中轴线至上出液口的高度H与分流器内腔半径r之比小于5;所述的本体内腔壁上有至少两组高度不相同的、并能分别与分流隔板的两个侧边相配合的条形槽;并且本体的进液口至水平出液口长度L与分流器内腔半径r之比小于10,所述的本体的每个管口处均设置有连接用法兰。

3. 按权利要求2所述的用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离设备,其特征在于,所述的分流隔板的端部与所述进液口的端部相平齐;在所述的分流器内腔壁上有至少两组高度不相同的、并能分别与分流隔板的两个侧边相配合的条形槽。

4. 按权利要求2所述的用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离设备,其特征在于,还包括3个阀门,该第一阀门(41)安装在所述的垂直管(22)上端口,第一阀门

(41) 另一端口与 90 度弯头底口 (31) 连接,弯头与上水平管 (24) 连接;其余两个阀门分别安装在其它两根垂直管 (22) 中。

5. 按权利要求 1 所述的用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离设备,其特征在于,所述的垂直管管径  $d$  小于水平管管径  $D$ ,垂直管长度  $H$  为 15 倍垂直管管径  $d$ ,相邻垂直管间距  $S$  大于 30 倍水平管管径  $D$ 。

6. 按权利要求 1 所述的用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离设备,其特征在于,所述的沉降分离箱 (600),其形式为圆形或方形金属容器,直径大于或等于 1000mm,高度大于或等于 1200mm。

7. 按权利要求 1 或 2 所述的用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离设备,其特征在于,还包括在第三沉降分离箱体 (603) 和第四沉降分离箱体 (604) 中,设有将出入口两侧分隔为两部分的垂直隔板,该垂直隔板的两侧壁固定在沉降分离箱两侧壁上,把容器分隔为两部分,底部连通,上部空隙处为溢流口。

8. 一种应用权利要求 1 所述的用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离设备进行油水分离的方法,包括以下步骤:

1). 将含油率在 20-80% 间的油水混合物,以每小时  $25\text{m}^3$  的流量输入水平总进液管 (21) 进入第一分流器 (10),调节第一分流器 (10) 入口压力为  $P \geq 0.1\text{MPa}$ ,使油水两相混合物在管内流动中逐渐分层;

2). 针对来液含油率的不同,调节分流器内隔板达到有效分离位置,来液中含油率高时,降低隔板高度,反之升高隔板,使得隔板的位置低于总进液管中的油水分层界面,第一分流器上层空间 (14) 与下层空间的体积比接近来液中油水体积比,以达到最佳分离效果;实现密度较水轻的油和部分水在分流器隔板 (16) 及堵头 (16-1) 的作用下,通过第一分流器上层空间 (14),经垂直管 (22) 进入上水平管 (24);含有少量油的水通过分流器的下层空间 (15),流入下水平管 (23);油在上水平管 (24) 内流动过程中,如果继续分离出水份,通过其余垂直管下降到下水平管 (23) 中;油水经过 3 根垂直管的不断交换,分别在上水平管 (24) 和下水平管 (23) 内聚集;

3). 控制阀门 (41) 的开闭程度,以达到调节流量和垂直管工作数量的目的,通过阀门的开闭程度达到平衡垂直管 (22)、上水平管 (24) 与下水平管 (23) 管内的压力;

4). 从螺旋管小孔中排出的水在第一沉降分离箱 (601) 中进行重力沉降分离;从第一螺旋管 (501) 的出口流出的油进入第三沉降分离箱 (603) 中进行重力沉降分离;在第一沉降分离箱 (601) 底部设有的排水口通过第一管线 (801) 与第三沉降分离箱 (603) 联通,将排出的油水进入第三沉降分离箱 (603);

5). 第三沉降分离箱 (603) 中设有垂直隔板将容器分为两部分,在入口侧,重力分离后的油水通过隔板底部通道和顶部的溢流口进入另一侧继续重力沉降分离;

6). 下水平管 (23) 的末端连入第二螺旋管 (502) 的底部入口,含有少量油的水在第二螺旋管 (502) 内进入离心和重力双重作用下的分离,通过开设在第二螺旋管 (502) 外侧偏下的圆孔 (70) 将分离出的水引出,在第二沉降分离箱 (602) 内进行重力分离;在第二沉降分离箱 (602) 内重力分离后的油水通过不同管线进入第三沉降分离箱 (603);

7). 通过在第三沉降分离箱 (603) 与第四沉降分离箱 (604) 中都连接的管线 (28),和底部连接的管线 (27),通过出水管 (81) 得到含油率小于千分之 1 的水;通过出油管 (82) 的

出口处,得到含水率小于 1%的油。

## 利用离心、重力、膨胀复合原理的油水分离系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种将油水两相混合液进行分离的装置和方法,特别是涉及一种应用在陆上及海上采油平台的复合式油水分离系统和分离方法。

### 背景技术

[0002] 在许多行业,例如石化企业,油水分离设备是其重要生产设备。分离技术对行业发展至关重要。

[0003] 当前所采用的分离原理有:重力,离心,过滤,静电、破乳等,初期分离设备,一般均采用一种分离原理进行油水分离,近年来应用多种分离原理结合起来进行分离的设备是发展方向。例如专利公开号:CN2569538Y,一种高效油水分离器,描述的是一个主要采用重力分离原理的分离装置;中国科学院生态研究中心的发明专利-螺旋流道膜油水分离装置(专利公开号:CN1299693.A),采用了离心原理和膜技术结合起来进行分离的设备和方法。

[0004] 在现实生产中,往往需要对大量的油水混合液进行快速分离,重力原理和膜技术都是有效的分离技术手段,但处理速度慢,因此导致设备结构复杂体、积庞大。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是针对以上油水分离装置采用单一分离原理,在进行分离的过程中对于来液参数发生变化时,处理效率显著降低的缺点,从而提供一种采用离心、重力、膨胀等多种分离原理结合在一起的分离方法,该方法是一种提高分离效率,改进分离技术,减轻分离器重量的有效途径,既适合陆上油田,也适应海上油田,有很好的工业应用前景。

[0006] 本发明的目的还在于提供一种能够应用在陆上及海上采油平台的复合式油水分离系统,该系统具有分离高效,结构简单,体积小,处理量大。

[0007] 本发明的目的是这样实现的:

[0008] 本发明提供的用于在陆上处理站及海上采油平台的复合式油水分离系统,如图4所示,该系统包括如图4所示,该系统包括第一分流器10、沉降分离箱和连接管线;其特征在于,分流器的进液口11、上出液口12和下出液口13分别与水平总进液管21、垂直管22和下水平管23连通;该垂直管22与弯管31和上水平管24依次连通;在所述的下水平管23和上水平管24之间,三根平行设置的垂直管22并联;所述的下水平管23与安装于第二沉降分离箱体602中的第二螺旋管502的输入端口连接,该第二螺旋管502的输出端口通过出液管552连入第四分离箱体604,该第二沉降分离箱体602底部通过一根中间管802与第四沉降分离箱体604底部连通,其顶部通过一根中间管804与第四沉降分离箱体604顶部连通;在第四沉降分离箱体604与入口对应的侧壁底部出口上安装水平排水管27,和在中部安装水平排油管28,该水平排油管28另一端从第三沉降分离箱体603中部穿入,并且该水平排水管27另一端口与第三沉降分离箱体603底部出口固定;所述的上水平管24的末端口与输送管线26连接,该输送管线26与第一沉降分离箱体601中的第一螺旋管501输入口连通,第一螺旋管501安装于沉降分离箱601内;该第一螺旋管501的另一出口通过出

液管 551 连入第三沉降分离箱体 603, 第一沉降分离箱体 601 与第三沉降分离箱体 603 的底部和顶部侧壁之间连有第一管路 801 和第二管路 803; 在第三沉降分离箱体 603 与入口对应的侧壁底部出口与水平排水管 27 的另一端口连通; 水平排油管 28 的高度低于第三沉降分离箱体 603、第四沉降分离箱体 604 两箱体内溢流口 150-300mm, 水平排水管 27 的高度高于箱体底部 100mm; 在水平排水管 27 和水平排油管 28 上通过三通分别安装出水管 81 和出油管 82, 做为出水口和出油口。

[0009] 在上述的技术方案中, 还包括第二分流器 20, 所述的上水平管 24 的末端口与第二分流器 20 的一端口连通, 第二分流器 20 的另 2 个端口分别连接送油管 25 和输送管线 26, 该送油管 25 与第三沉降分离箱体 603 连通。通过连接第二分流器, 可以加强油水分层, 对含水率低的油进行更精细的分离。

[0010] 在上述的技术方案中, 所述的分流器包括一本体, 所述本体是三通管形结构的耐压容器, 三通管的左侧管口 11 是进液口, 三通管的右侧管口 13 是下出液口, 三通管的上管口 12 是上出液口的耐压容器, 在其内部的腔体内有一个水平设置的分流隔板 16, 该分流隔板将腔体分成上下两个空间, 上层空间 14 与上出液口 12 相连通, 下层空间 15 与下出液口 13 相连通, 两层空间都与进液口 11 相连通, 所述内腔直径和与进液口相连接的来液管的直径相等; 所述的分流隔板位于三通管右侧管口一端的上方有将该管口上部封闭的堵头 161; 所述堵头朝向进液口一端的纵向截面为抛物线形; 所述本体的中轴线至上出液口的高度  $H$  与分流器内腔半径  $r$  之比小于 5; 所述的本体内腔壁上有至少两组高度不相同的、并能分别与分流隔板的两个侧边相配合的条形槽; 并且本体的进液口至水平出液口长度  $L$  与分流器内腔半径  $r$  之比小于 10, 所述的本体的每个管口处均设置有连接用法兰; 参考图 1A 和图 1B。

[0011] 在上述的技术方案中, 所述分流器的分流隔板的端部与所述进液口的端部相平齐。

[0012] 在上述的技术方案中, 还包括 3 个阀门, 该第一阀门 41 安装在所述的垂直管 22 上端口, 阀门 41 另一端口与 90 度弯头底口 31 连接, 弯头与上水平管 24 连接; 其余两个阀门分别安装在其它两根垂直管 22 中。

[0013] 在上述的技术方案中, 所述的垂直管管径  $d$  小于水平管管径  $D$ , 垂直管长度  $H$  为 15 倍垂直管管径  $d$ , 相邻垂直管间距  $S$  大于 30 倍水平管管径  $D$ 。

[0014] 在上述的技术方案中, 所述的螺旋管包括螺旋管主体 500 为立式结构, 该螺旋管主体 500 固定在螺旋管主体的支架 90 上, 螺旋管主体 500 的螺旋管输入管 51 一端口安装输入管阀门 42, 螺旋管输入管 55 一端口安装输出管阀门 43; 总圈数为  $N$ ,  $N = 4-30$ ; 螺旋管主体 500 的螺旋管上部分有 4 圈为带孔段 54, 带孔段以下为封闭段 52, 带孔段的每一圈上开有圆孔 70, 所述的圆孔 70 从距离输出管 55 的出口  $1/4$  圆周处开始开孔, 并且圆孔 70 均匀开在螺旋管的外侧, 与水平线成  $\alpha = 45^\circ$  夹角的位置, 相邻两圈螺旋管上的圆孔 70 之间间隔半圈的螺旋管上不带圆孔; 不带孔的螺旋管段为调整段, 所述的调整段长度为  $1/2$  圆周; 第二圈螺旋管所开圆孔 70 与第三圈所开圆孔 70 之间间隔半圈的螺旋管段。

[0015] 在上述技术方案中, 所述的螺旋管主体 500 的螺旋管回转半径为  $R$ , 螺距为  $H$ , 管内径为  $D_1$ , 管外径为  $D_2$ , 其设计参数遵循以下关系:  $450 \leq \frac{2\pi R(N-4)}{D_1} \leq 500, 2 \leq \frac{H}{D_2} \leq 2.5$ ; 其

中  $R$ 、 $D_1$ 、 $D_2$  的取值在如下范围内最

[0016] 合适： $150\text{mm} \leq R \leq 200\text{mm}$ ， $20\text{mm} \leq D_1 \leq 30\text{mm}$ 、 $25\text{mm} \leq D_2 \leq 35\text{mm}$ 。

[0017] 在上述技术方案中，所述的螺旋管主体 500 的螺旋管上的 4 圈带孔段 54，从螺旋管上部自上到下 3 圈小孔的数目分别为  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ ，孔径分别为  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ ；圆孔的数目和孔径应遵循以下设计准则： $n_1 \leq n_2 \leq n_3$ ， $d_1 \leq d_2 \leq d_3$ 。

[0018] 在上述技术方案中，本实用新型的沉降分离箱为圆形或方形金属容器，直径大于或等于 1000mm，高度大于或等于 1200mm；还包括在第一和第二沉降箱体中间设有垂直的隔板，该垂直隔板的两侧壁固定在沉降分离箱两侧壁上，把容器分隔为两部分，底部连通，上部空隙处为溢流口，容器进、出口管线分别设在垂直隔板两侧，垂直隔板的做用是减少来液对沉降分离的扰动，水可以在隔板下部连通流动，油通过溢流口由一侧进入到另一侧。所述的隔板的端部与所述进液口的端部相平齐。

[0019] 本发明提供的应用在陆地及海上采油平台用的复合式油水分离装置进行油水分离的方法，包括以下步骤：

[0020] 1. 将含油率在 20-80% 间的油水混合物，以每小时  $25\text{m}^3$  的流量输入水平总进液管 21 进入第一分流器 10，调节第一分流器 10 入口压力为  $P \geq 0.1\text{MPa}$ ，使油水两相混合物在管内流动中逐渐分层；

[0021] 2. 针对来液含油率的不同，调节分流器 10 内隔板 16 达到有效分离位置，即来液中含油率高时，降低隔板 16，反之升高 16，使得隔板 16 的位置略低于总进液管 21 中的油水分层界面约为 5mm，分流器上层空间 14 与下层空间的体积比接近来液中油水体积比，以达到最佳分离效果（油水分层界面可以通过设置在管线或分流器上的观察窗口获得，分流器可以做成透明有机玻璃的）；实现密度较水轻的油和部分水在分流器隔板 16 及堵头 161 的作用下，通过分流器上层空间 14，经垂直管 22 进入上水平管 24；含有少量油的水通过分流器的下层空间 15，流入 T 形管的下水平管 23；油在上水平管 24 内流动过程中，如果继续分离出水份，可以通过 T 形管的另外 N 根垂直管下降到下水平管 23 中；

[0022] 3. 下水平管 23 中流动的水里所含的油继续析出，由于油水密度差的存在，密度较小的油在浮力作用下，通过连接在 T 形管的垂直管 22 上升到上水平管 24 中，而上水平管 24 中流动的油内含有的水也在析出，在重力作用下，通过垂直管下降到下水科管 23 中，油水经过 N 根垂直管的不断交换，分别在上水平管 24 和下水平管 23 内聚集；

[0023] 4. 控制阀门 41 的开闭程度，以达到调节流量和 T 形管垂直管 22 工作数量的目的，流量调节的目的：T 形管中的油经垂直管 22 进入上水平管 24，通过阀门的开闭程度达到平衡 22、24 与 23 管内的压力，避免过多的水涌入到上水平管 24 中，当安装有 N 根垂直管的 T 形管组工作时，如果只需其中部分的垂直管工作，可以将不需要的垂直管上的阀门关闭，避免过多的干扰；通过在上水平管 24 的末端安装有第二个分流器 20，其上出液口通过管线 25，将含水率低于 10% 的油排入沉降分离箱 603 进行重力沉降分离；

[0024] 5. 从螺旋管小孔中排出的水在沉降分离箱 601 中进行重力沉降分离；

[0025] 6. 从第一螺旋管 501 的出口流出的油进入沉降分离箱 603 中进行重力沉降分离；

[0026] 7. 601 底部设有的排水口通过管线 801 与 603 连通，上部设有的排油口通过管线 803 与沉降分离箱 603 连通，在 601 内重力分离后的油水通过不同管线进入 603；

[0027] 8. 603 中设有垂直隔板将容器分为两部分，在入口侧，重力分离后的油水通过隔板

底部通道和顶部的溢流口进入另一侧继续重力沉降分离；

[0028] 9. 下水平管 23 的末端连入螺旋管 502 的底部入口, 含有少量油的水在螺旋管 502 内进入离心和重力双重作用下的分离, 通过开设在 502 外侧偏下的小孔 70 将分离出的水引出, 在沉降分离箱 602 内进行重力分离；

[0029] 10. 602 底部设有的排水口通过管线 802 与 604 连通, 上部设有的排油口通过管线 804 与沉降分离箱 604 连通, 在 602 内重力分离后的油水通过不同管线进入 603；

[0030] 11. 604 中设有垂直隔板将容器分为两部分, 在入口侧, 重力分离后的油水通过隔板底部通道和顶部的溢流口进入另一侧继续重力沉降分离；

[0031] 12. 在沉降分离箱 603 与 604 的中部连接有管线 28, 通过三通连接的 82, 可以将两个箱体中的油排出, 在 82 的出口处, 可以得到含水率小于 1% 的油；

[0032] 13. 在沉降分离箱 603 与 604 的底部连接有管线 27, 通过三通连接的管线 81, 可以将两个箱体中的水排出, 在 81 的出口处, 可以得到含油率小于千分之 1 的水。

[0033] 当系统中增加第二分流器 20, 该第二分流器 20 的水平出液口通过管线 26, 连接螺旋管 501 的底部入口, 在螺旋管内, 含少量水的油进行离心分离, 水的密度大于油的密度, 在离心力和重力双重作用下, 水分布在螺旋管外部下侧, 通过小孔 70 将水引出；可以达到油水分离更彻底。

[0034] 本发明的优点在于：

[0035] 本发明的利用离心、重力、膨胀复合原理的油水分离系统采用组合式分离构件, 包括 T 形管、分流器、螺旋管, 重力沉降分离箱体, 各部分构件可以方便的进行组合调节, 以达到最佳的分离状态。

[0036] 本发明的分离系统还采用带孔螺旋管分离器, 该螺旋管分离器是一种新型的离心分离部件, 在工艺允许的条件下应首先考虑减少回转半径, 增加圈数来提高离心力, 管壁开孔数量、大小和位置对于分离效率影响显著, 通过实验和理论分析可以确定一个最佳方案。

[0037] 本发明的分离系统还采用具有膨胀和重力原理的预分效果的 T 型管部件, 能起到气液预分的作用, 作为进入螺旋管分离器的前置装备以达到良好的分离效果。

[0038] 到目前为止, 在国际和国内还没有发现这种复合式分离器, 它在不同油品和油水配比条件下可以达到油中含水小于 1% 的分离效果。

[0039] 本发明的分离方法综合运用膨胀、离心、重力等原理, 克服了采用单一分离原理的分离方法对于来液参数发生变化时, 处理效率显著降低的缺点。复合式分离方法是一种提高分离效率, 改进分离技术, 减轻分离器重量的有效途径, 既适合陆上油田, 也适应海上油田, 有很好的工业应用前景；

#### 附图说明

[0040] 图 1 是本发明的分流器结构正 (a)、侧 (b) 视剖面图；

[0041] 图 2 是本发明的 T 形管分离装置结构示意图；

[0042] 图 3 是本发明的螺旋管结构示意图；

[0043] 图 4 是本发明的复合式油水分离器结构示意图；

[0044] 图 5 是本发明的另一种复合式油水分离器实施例示意图；

## 具体实施方式

[0045] 下面结合附图和实施例对本发明进行详细地说明

[0046] 实施例 1

[0047] 参阅图 1, 制作第一分流器 10 和第二分流器 20, 分流器的本体是具有三通管形结构的耐压容器, 其耐压容器上设有一个进液口 11, 三通管的左侧管口是进液口 11, 三通管的右侧管口是下出液口 13, 三通管的上管口是上出液口 12; 在其内部的腔体内有一个水平设置的分流隔板 16 将腔体分成上下两个空间, 上腔 14 与上出液口 12 相连通, 下腔 15 与下出液口 (或水平出液口) 13 相连通, 两层空间都与进液口相连通。所述的分流隔板的端部与所述进液口的端部相平齐。所述的分流隔板位于三通管右侧管口一端的上方有将该管口上部封闭的堵头 161, 该堵头朝向进液口一端的纵向截面为抛物线形。所述的三通管结构的分离器本体的每个管口处均设置有连接用法兰 17。所述的分流器本体内腔壁上有三组高度不相同的并能分别与分流隔板的两个侧边相配合的条形槽。

[0048] 第一分流器 10 和第二分流器 20 的总长与内腔半径之  $L/r = 8$ , 分流腔体具有适当的容积, 内腔长与半径之比  $l/r = 5$  或  $6$ , 高度与内腔半径之比  $H/r = 4$ , 分流器内径与水平来液管 21 (参阅图 3) 内径相等。

[0049] 实施例 2:

[0050] 参阅图 1 和图 2, 制作一个 T 形管分离装置: T 形管 200 由水平总进液管 21, 上水平管 24, 下水平管 23, 垂直管 22, 分流器 10 (20) 及阀门 41 组成。水平总进液管 21 连接来流管线, 另一端与分流器 10 入口 11 连接, 分流器上出口 12 与垂直管 22 连接, 水平出口 13 与下水平管 23 连接, 垂直管上端与阀门 41 连接, 41 另侧与 90 度弯头底口 31 连接, 弯头与上水平管 24 连接。在上水平管 24 和下水平管 23 间有 N 根垂直管 22 并联, 由此构成 T 形管 200。T 形管至少有一根总进液管, 一根垂直管, 一根上水平管和一根下水平管组成, 可以有多根垂直管。T 形管上、下水平管管径为 50mm, 垂直管管径  $d$  小于水平管管径  $D$ , 本实施例中管径为 40mm。相邻垂直管间距  $S$  大于 30 倍水平管管径  $D$ 。垂直管长度  $L$  为 15 倍垂直管管径  $d$ , 本实施例为 600mm。总进液管与第一根垂直管处可以不连接分流器, 只使用三通管, 或连接分流器, 加强油水分层, 例如本实施例。上水平管末端可不连接分流器, 直接进入 501 螺旋管, 也可以连接分流器, 如本实施例。

[0051] 实施例 3

[0052] 参阅图 3, 制作一个螺旋管分离器: 螺旋管主体 500 为立式结构, 该螺旋管主体 500 固定在螺旋管主体的支架 90 上, 螺旋管主体 500 的螺旋管输入管 51 一端口安装输入管阀门 42, 螺旋管输入管 55 一端口安装输出管阀门 43; 总圈数为 25, 螺旋管主体 500 的螺旋管上部分有 4 圈为带孔段 54, 带孔段以下为封闭段 52; 从螺旋管上部自上到下 3 圈小孔的数目分别为  $n_1$ 、 $n_2$ 、 $n_3$ , 孔径分别为  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ ; 圆孔的数目和孔径应遵循以下设计准则:  $n_1 \leq n_2 \leq n_3$ ,  $d_1 \leq d_2 \leq d_3$ ; 带孔段的每一圈上开有圆孔 70, 所述的圆孔 70 从距离输出管 55 的出口  $1/4$  圆周处开始开孔, 并且圆孔 70 均匀开在螺旋管的外侧, 与水平线成  $\alpha = 45^\circ$  夹角的位置, 相邻两圈螺旋管上的圆孔 70 之间间隔半圈的螺旋管上不带圆孔; 不带孔的螺旋管段为调整段, 所述的调整段长度为  $1/2$  圆周; 第二圈螺旋管所开圆孔 70 与第三圈所开圆孔 70 之间间隔半圈的螺旋管段。

[0053] 在本实施例中螺旋管主体 500 的螺旋管回转半径为  $R$ , 螺距为  $H$ , 管内径为  $D_1$ , 管外

径为  $D_2$ , 其设计参数遵循以下关系:  $450 \leq \frac{2\pi R(N-4)}{D_1} \leq 500$   $2 \leq \frac{H}{D_2} \leq 2.5$ ;

[0054] 其中  $R$ 、 $D_1$ 、 $D_2$  的取值在如下范围内最合适:  $150\text{mm} \leq R \leq 200\text{mm}$ ,  $20\text{mm} \leq D_1 \leq 30\text{mm}$ ,  $25\text{mm} \leq D_2 \leq 35\text{mm}$ 。

[0055] 实施例 4

[0056] 参阅图 4, 制作一由实施例 1-3 的分流器、T 形管分离装置、螺旋管组成的复合式油水分离装置。

[0057] 复合式分离器由第一分流器 10 的 3 个端口分别与水平总进液管 21、垂直管 22 和下水平管 23 连通; 该垂直管 22 与弯管 31 和上水平管 24 依次连通; 在所述的下水平管 23 和上水平管 24 之间, 三根平行设置的垂直管 22 并联; 所述的下水平管 23 与安装于第二沉降分离箱体 602 中的第二螺旋管 502 的输入端口连接, 该第二螺旋管 502 的输出端口通过出液管 552 连入第四分离箱体 604, 该第二沉降分离箱体 602 底部通过一根中间管 802 与第四沉降分离箱体 604 底部连通, 顶部通过一根中间管 804 与第四沉降分离箱体顶部连通; 在第四沉降分离箱体 604 与入口对应的侧壁底部管顶部还设有水平排水管 27 和水平排油管 28; 第四沉降分离箱体设有垂直隔板将出入口两侧分隔为两部分; 所述的上水平管 24 的末端与第二分流器 20 的一端口连通, 第二分流器 20 的另 2 个端口分别连接送油管 25 和输送管线 26, 该送油管 25 与第三沉降分离箱体 603 连通, 该输送管线 26 与第一沉降分离箱体 601 中的第一螺旋管 501 输入口连通, 该第一螺旋管 501 安装于沉降分离箱 601 内, 它的另一出口通过出液管 551 连入第三沉降分离箱体 603, 第一沉降分离箱体 601 与第三沉降分离箱体 603 的底部和顶部侧壁之间连有输水管 801 和输油管 803; 在第三沉降分离箱体 603 与入口对应的侧壁底部和中部还设有水平排水管 27 和水平排油管 28; 第三沉降分离箱体 603 内的两侧上垂直固定隔板, 该隔板将出入口两侧分隔为两部分, 该隔板顶与第三沉降分离箱体 603 内顶面之间的空隙为溢流口; 水平排油管 28 的高度低于第三沉降分离箱体 603、第四沉降分离箱体 604 两箱体内溢流口 150-300mm, 水平排水管 27 的高度高于箱体底部 100mm; 分别有输水管 81 和输油管 82 通过三通连接在水平排水管 27 和水平排油管 28 上, 做为出水口和出油口。本实施例中上、下水平管管径为 50mm, 垂直管 22 管径  $d$  为 40mm; 垂直管长度  $H$  为 600mm。两相邻的垂直管的距离为 1500mm。所述的螺旋管主体 500 的螺旋管总圈数为 20, 封闭段 52 的圈数为 16 圈。

[0058] 实施例 5

[0059] 参阅图 5, 制做一本发明的油水分离系统。

[0060] 本实施例与实施例 4 的不同点在于, 采用一体化设计, 将分流器、T 形管、螺旋管和沉降分离箱体组合为一个整体结构, 体积紧凑, 重量轻, 管线分布合理。本实施例本体是 4 个独立的箱体组合在一起形成一个整体密闭承压容器。T 形管设置在本实施例容器的外侧或内部, 长度为容器外周长的 4 分之 3, 作用是对油水进行初分; 螺旋管组 501 和 502 分别处理 T 形管上水平管 24 来液和这 T 形管下水平管 23 来液, 501 在箱体 601 中, 502 在箱体 602 中, 两个箱体 601 和 602 内的液体不互相流通; 经螺旋管 501 旋流离心分离处理后的液体通过 551 进入沉降分离箱体 603 继续进行重力分离; 601 与 603 间安装有溢流管 803, 管径为 50mm, 数量为  $M$  个, 高度低于螺旋管开孔的最低位置, 601 上层的油可以通过溢流管进入 603 继续进行重力沉降; 经螺旋管 502 旋流离心分离处理后的液体通过 552 进入沉降分离箱体 604

继续进行重力分离 ;602 与 604 间安装有溢流管 804,管径为 50mm,数量为 M 个,高度低于螺旋管开孔的最低位置,602 上层的油可以通过溢流管进入 604 继续进行重力沉降 ;T 形管上水平管的末端进入螺旋管前安装有分流器 20,其上出液口通过管 26 直接进入 604(也可以进入 603) 进行重力沉降分离 ;最终在 603 与 604 中得到含水率小于 1%的油 ;水从容器底部开口引出。

[0061] 或者还包括如图 4 所示,该系统包括分流器、T 形管、沉降分离箱和连接管线 ;其特征在于,分流器的进液口 11、上出液口 12 和下出液口 13 分别与水平总进液管 21、垂直管 22 和下水平管 23 连通 ;该垂直管 22 与弯管 31 和上水平管 24 依次连通 ;在所述的下水平管 23 和上水平管 24 之间,三根平行设置的垂直管 22 并联 ;所述的下水平管 23 与安装于第二沉降分离箱体 602 中的第二螺旋管 502 的输入端口连接,该第二螺旋管 502 的输出端口通过出液管 552 连入第四分离箱体 604,该第二沉降分离箱体 602 底部通过一根中间管 802 与第四沉降分离箱体 604 底部连通,其顶部通过一根中间管 804 与第四沉降分离箱体 604 顶部连通 ;在第四沉降分离箱体 604 与入口对应的侧壁底部出口上安装水平排水管 27 和水平排油管 28 ;第四沉降分离箱体 604 中设有垂直隔板将出入口两侧分隔为两部分 ;所述的上水平管 24 的末端口与第二分流器 20 的一端口连通,第二分流器 20 的另 2 个端口分别连接送油管 25 和输送管线 26,该送油管 25 与第三沉降分离箱体 603 连通,该输送管线 26 与第一沉降分离箱体 601 中的第一螺旋管 501 输入口连通,第一螺旋管 501 安装于沉降分离箱 601 内 ;该第一螺旋管 501 的另一出口通过出液管 551 连入第三沉降分离箱体 603,第一沉降分离箱体 601 与第三沉降分离箱体 603 的底部和顶部侧壁之间连有第一管路 801 和第二管路 803 ;在第三沉降分离箱体 603 与入口对应的侧壁底部出口与第一水平排水管 27 和第二水平排油管 28 连通 ;第三沉降分离箱体设有垂直隔板将出入口两侧分隔为两部分 ;第二水平排水管 28 的高度低于 603、604 两箱体内溢流口 150-300mm,第一水平排水管 27 的高度高于箱体底部 100mm ;在第一水平排水管 27 和第二水平排油管 28 上通过三通分别安装出水管 81 和出油管 82,做为出水口和出油口。还包括 3 个阀门,该第一阀门 41 安装在所述的垂直管 22 上端口,阀门 41 另一端口与 90 度弯头底口 31 连接,弯头与上水平管 24 连接 ;其余两个阀门分别安装在其它两根垂直管 22 中。

[0062] 本实施例中上、下水平管管径为 50mm,垂直管管径  $d$  小于水平管管径  $D$ ,本实施例中管径为 40mm ;垂直管长度  $H$  为 600mm。两相邻的垂直管的距离为 1500mm。

[0063] 实施例 6

[0064] 将实施例 4 或 5 的油水分离系统安装在陆上及海上采油平台上,利用该油水分离系统进行油水分离的方法如下 :

[0065] 1. 将含油率在 20-80%间的油水混合物,以每小时  $25\text{m}^3$  的流量输入水平总进液管 21 进入第一分流器 10,调节第一分流器 10 入口压力为  $P \geq 0.1\text{MPa}$ ,使油水两相混合物在管内流动中逐渐分层 ;

[0066] 2. 针对来液含油率的不同,调节分流器 10 内隔板 16 达到有效分离位置,即来液中含油率高时,降低隔板 16,反之升高 16,使得隔板 16 的位置略低于总进液管 21 中的油水分层界面约为 5mm,分流器上层空间 14 与下层空间的体积比接近来液中油水体积比,以达到最佳分离效果(油水分层界面可以通过设置在管线或分流器上的观察窗口获得,分流器可以做成透明有机玻璃的);实现密度较水轻的油和部分水在分流器隔板 16 及堵头 161 的作

用下,通过分流器上层空间 14,经垂直管 22 进入上水平管 24;含有少量油的水通过分流器的下层空间 15,流入 T 形管的下水平管 23;油在上水平管 24 内流动过程中,如果继续分离出水份,可以通过 T 形管的另外 N 根垂直管下降到下水平管 23 中;

[0067] 3. 下水平管 23 中流动的水里所含的油继续析出,由于油水密度差的存在,密度较小的油在浮力作用下,通过连接在 T 形管的垂直管 22 上升到上水平管 24 中,而上水平管 24 中流动的油内含有的水也在析出,在重力作用下,通过垂直管下降到下水科管 23 中,油水经过 N 根垂直管的不断交换,分别在上水平管 24 和下水平管 23 内聚集;

[0068] 4. 控制阀门 41 的开闭程度,以达到调节流量和 T 形管垂直管 22 工作数量的目的,流量调节的目的:经分流器初分的油经垂直管 22 进入上水平管 24,通过阀门的开闭程度达到平衡 22、24 与 23 管内的压力,避免过多的水涌入到上水平管中,当安装有 N 根垂直管的 T 形管组工作时,如果只需其中部分的垂直管工作,可以将不需要的垂直管上的阀门关闭,避免过多的干扰;

[0069] 5. 从螺旋管小孔中排出的水在沉降分离箱 601 中进行重力沉降分离;

[0070] 6. 从第一螺旋管 501 的出口流出的油进入沉降分离箱 603 中进行重力沉降分离;

[0071] 7. 601 底部设有的排水口通过管线 801 与 603 连通,上部设有的排油口通过管线 803 与沉降分离箱 603 连通,在 601 内重力分离后的油水通过不同管线进入 603;

[0072] 8. 603 中设有垂直隔板将容器分为两部分,在入口侧,重力分离后的油水通过隔板底部通道和顶部的溢流口进入另一侧继续重力沉降分离;

[0073] 9. 下水平管 23 的末端连入螺旋管 502 的底部入口,含有少量油的水在螺旋管 502 内进入离心和重力双重作用下的分离,通过开设在 502 外侧偏下的小孔 70 将分离出的水引出,在沉降分离箱 602 内进行重力分离;

[0074] 10. 602 底部设有的排水口通过管线 802 与 604 连通,上部设有的排油口通过管线 804 与沉降分离箱 604 连通,在 602 内重力分离后的油水通过不同管线进入 603;

[0075] 11. 604 中设有垂直隔板将容器分为两部分,在入口侧,重力分离后的油水通过隔板底部通道和顶部的溢流口进入另一侧继续重力沉降分离;

[0076] 12. 在沉降分离箱 603 与 604 的中部连接有管线 28,通过三通连接的 82,可以将两个箱体中的油排出,在 82 的出口处,可以得到含水率小于 1%的油;

[0077] 13. 在沉陈分离箱 603 与 604 的底部连接有管线 27,通过三通连接的管线 81,可以将两个箱体事的水排出,在 81 的出口处,可以得到含油率小于千分之 1 的水。

[0078] 当系统中增加第二分流器 20,该第二分流器 20 的水平出液口通过管线 26,连接螺旋管 501 的底部入口,在螺旋管内,含少量水油进行离心分离,水的密度大于油的密度,在离心力和重力双重作用下,水分布在螺旋管外部下侧,通过小孔 70 将水引出;可以达到油水分离更彻底。

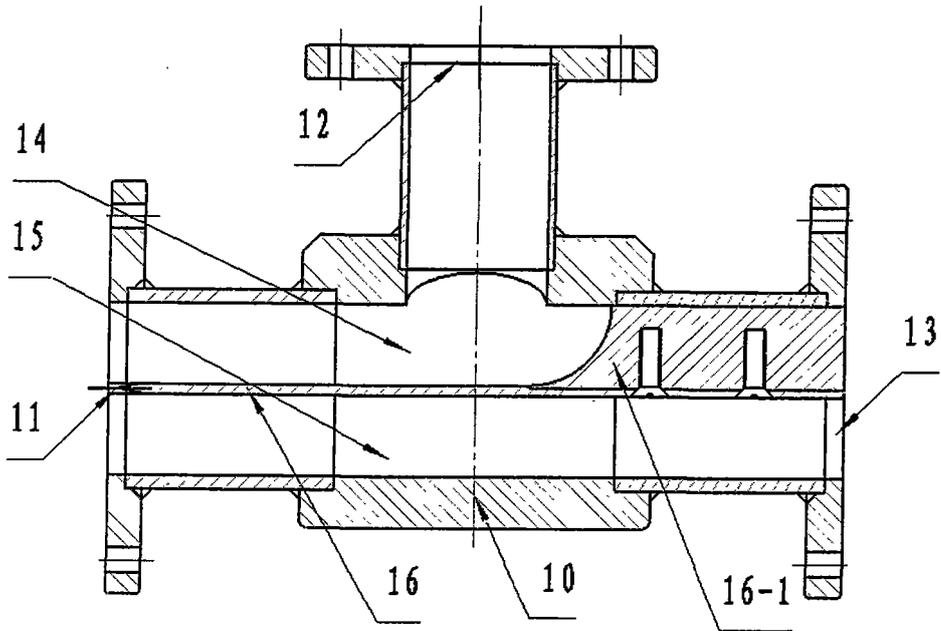


图 1 A

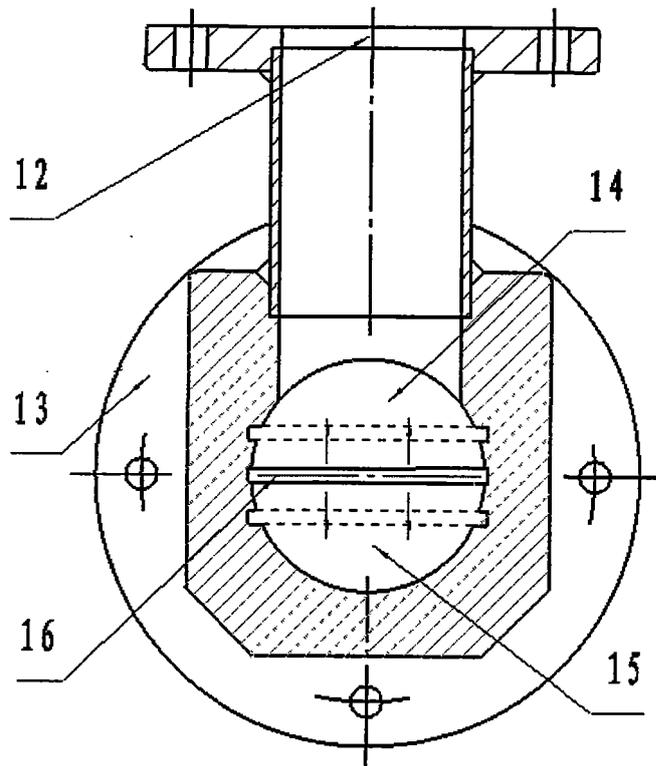


图 1 B

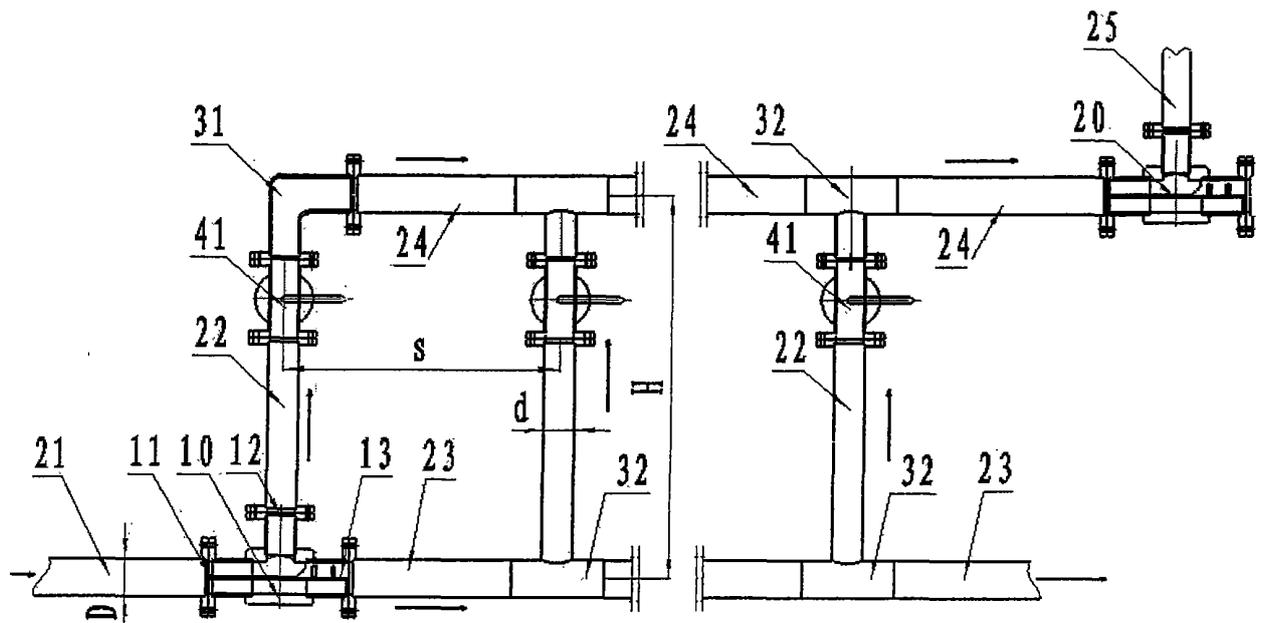


图 2

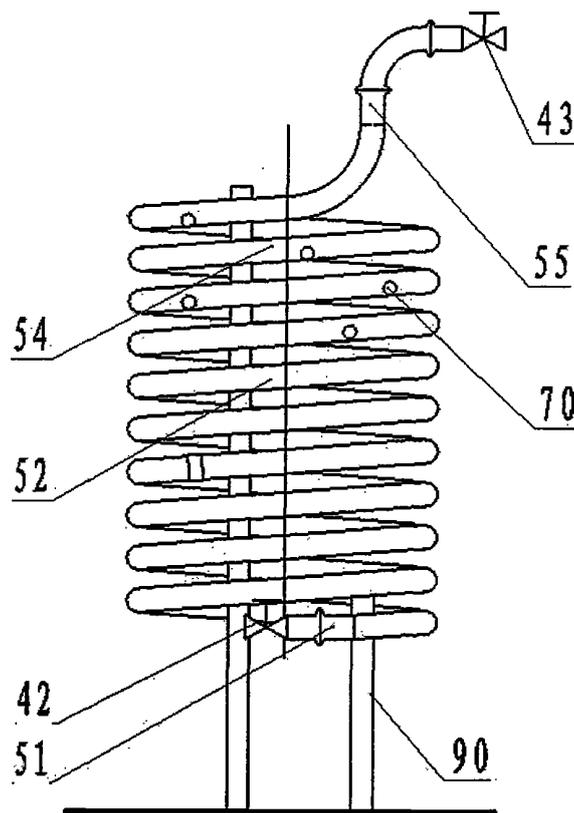


图 3

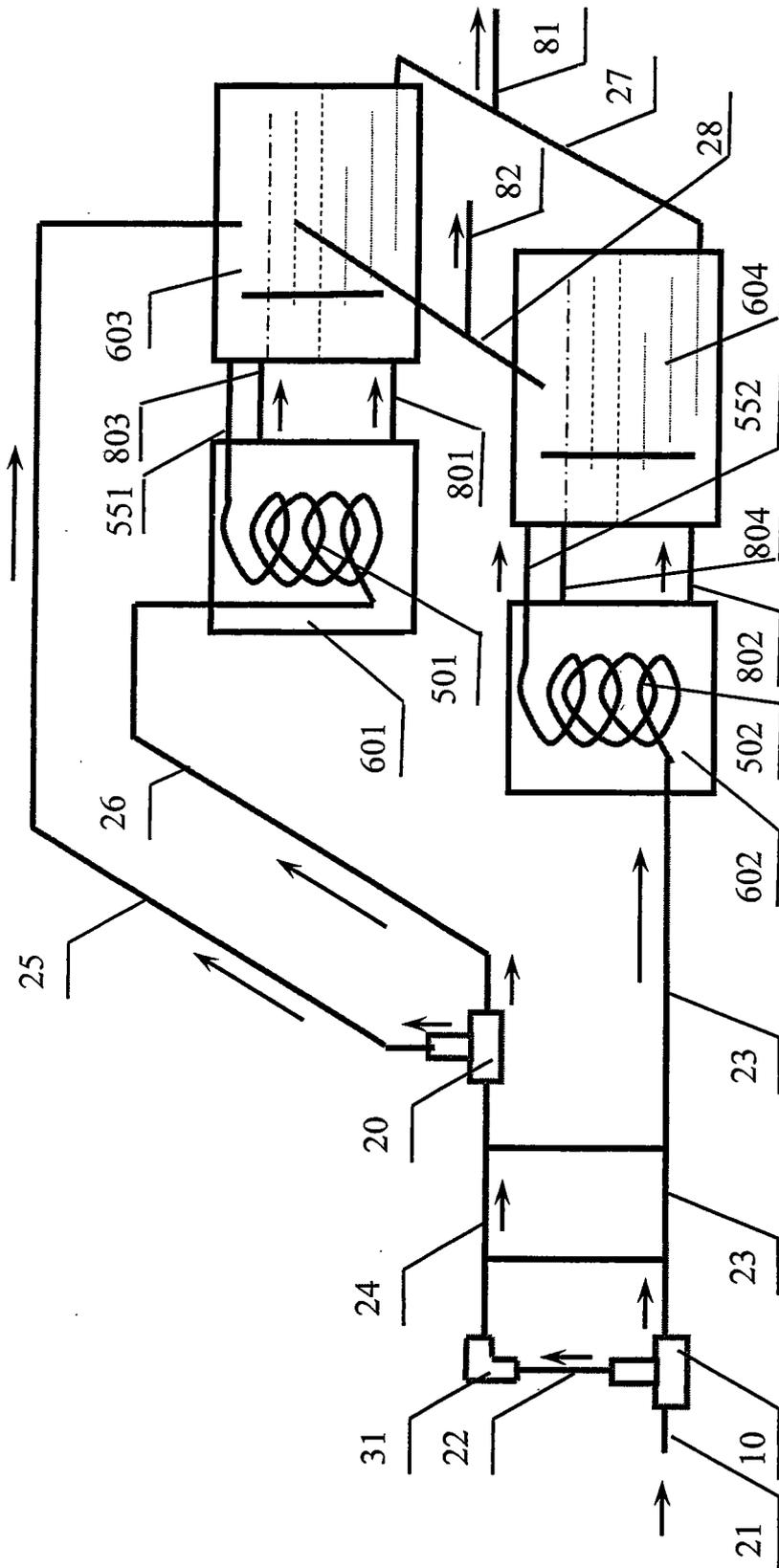


图 4

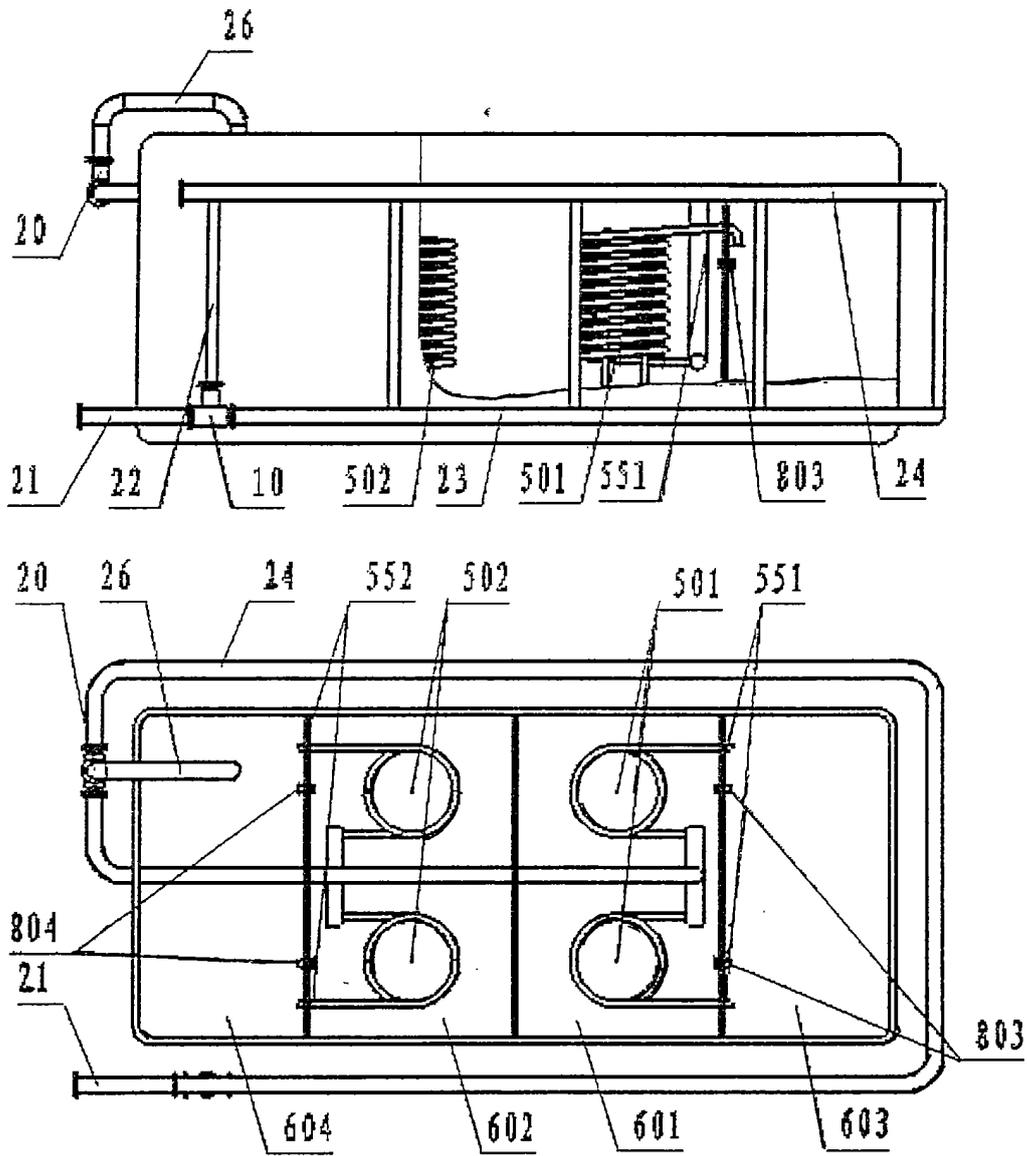


图 5