



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103157378 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201310110268. 6

C02F 1/44 (2006. 01)

(22) 申请日 2008. 04. 18

C02F 3/12 (2006. 01)

(62) 分案原申请数据

审查员 王维

200810104465. 6 2008. 04. 18

(73) 专利权人 北京汉青天朗水处理科技有限公司

地址 100029 北京市朝阳区安定路 33 号化信大厦 A 座 1001 室

(72) 发明人 孙友峰

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 赵青朵 李玉秋

(51) Int. Cl.

B01D 63/00 (2006. 01)

B01D 63/06 (2006. 01)

B01D 63/04 (2006. 01)

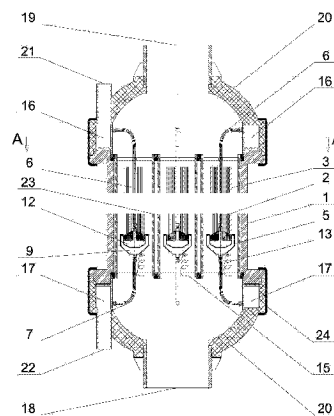
权利要求书1页 说明书12页 附图10页

(54) 发明名称

一种柱式膜组件

(57) 摘要

本发明公开了一种柱式膜组件,包括壳体、壳体的端盖、壳体內的过滤单元、料液进口和料液出口,所述料液进口的位置低于所述过滤单元的下端或者高于所述过滤单元的上端。本发明还公开了利用此柱式膜组件的膜生物反应器和水处理设备。本发明公开的柱式膜组件的结构特征,使得待过滤的液体从过滤单元的下方或者上方进入膜组件,改善了膜组件内部液流的流态,避免了待过滤液体进出壳体时液流在过滤单元所在的区域陡然转向所带来的过滤单元端部容易积泥的现象,提高了膜组件的抗污染性能,能够有效防止因过滤单元端部污染的快速发展和蔓延而缩短整个膜组件的使用寿命。



1. 一种柱式膜组件,为外压式,包括壳体、壳体的端盖、壳体內的过滤单元、料液进口和料液出口,其特征在于,所述料液进口的位置低于所述过滤单元的下端或者高于所述过滤单元的上端,当所述料液进口的位置低于所述过滤单元的下端时,所述的料液出口高于所述过滤单元的上端;当所述料液进口的位置高于所述过滤单元的上端时,所述的料液出口低于所述过滤单元的下端;

所述壳体两端的端口在横断面上的过水面积占端口横断面面积的百分数大于 10%;

所述壳体或所述壳体的端盖设有集水室,所述集水室与壳体外面设置的产水出口相连通,所述膜束的产水管均与所述集水室相连通;

所述壳体或所述壳体的端盖设有空气进口、供气室和带布气孔的布气装置,所述布气装置与供气室相连通,所述供气室与空气进口相连通。

2. 根据权利要求 1 所述的柱式膜组件,其特征在于,所述料液进口和料液出口在所述端盖上。

3. 根据权利要求 1 所述的柱式膜组件,其特征在于,所述料液进口和料液出口在所述壳体的端口附近。

4. 根据权利要求 1 所述的柱式膜组件,其特征在于,所述料液进口位于所述过滤单元的正下方。

5. 根据权利要求 1 所述的柱式膜组件,其特征在于,所述壳体为可容纳竖直放置的过滤单元的壳体。

6. 根据权利要求 1 所述的柱式膜组件,其特征在于,所述壳体与所述过滤单元通过可拆卸的结构连接在一起。

7. 根据权利要求 1 所述的柱式膜组件,其特征在于,所述壳体两端的端口在横断面上的过水面积占端口横断面面积的百分数大于 80%。

8. 根据权利要求 1 所述的柱式膜组件,其特征在于,所述过滤单元包括多根中空纤维膜丝或管式膜组成的膜束,所述膜束在壳体内部总体上处于直线状态,而且其轴线与液流的流线大体相平行。

9. 根据权利要求 1 所述的柱式膜组件,其特征在于,所述布气装置的布气孔的孔口朝向所述膜束的根部。

10. 利用权利要求 1-9 任意一项所述的柱式膜组件的膜生物反应器。

11. 利用权利要求 1-9 任意一项所述的柱式膜组件或者权利要求 10 所述的膜生物反应器的水处理设备。

一种柱式膜组件

[0001] 本申请是申请日为 2008.04.18、发明名称为“一种柱式膜组件”、申请号为 200810104465.6 的发明的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种膜分离水处理设备,尤其涉及一种应用于水处理的柱式膜组件、利用此柱式膜组件的膜生物反应器和水处理设备,属于水处理技术领域。

背景技术

[0003] 膜生物反应器(Membrane Bioreactor, MBR)工艺是一种将膜分离技术与传统生物处理技术有机结合的高效污水处理与回用技术,与其他污水处理工艺相比,具有出水水质优良稳定、占地面积小、抗冲击负荷能力强、剩余污泥产量低等突出优点,是极具发展潜力的水处理工艺,尤其在污水再生利用方面,MBR 工艺可以将生活污水、城市污水或与之相近的工业废水一步到位地处理成可以作为城市杂用水、工业循环冷却水等用途的优质再生水,目前在全世界范围内正日益受到广泛的学术关注,大规模的工程应用也逐渐增多。

[0004] 根据膜组件的设置位置,膜生物反应器可分为外置式(或称分体式、分置式)膜生物反应器和内置式(或称浸入式、一体式、浸没式)膜生物反应器两大类。

[0005] 外置式膜生物反应器是把膜组件和生物反应器分开设置,生物反应器中的混合液经循环泵增压后送至膜组件的过滤端,在压力作用下混合液中的液体透过膜,成为系统处理出水,固形物、大分子物质等则被膜截留,随浓缩液回流到生物反应器内。外置式膜生物反应器的特点是运行稳定可靠,易于膜的清洗、更换及增设,而且膜通量普遍较大,但一般条件下,为减少污染物在膜表面的沉积,延长膜的清洗周期,需要用循环泵提供较高的膜面错流流速,致使循环泵的水流循环量和所需扬程增大,动力费用增高,吨水能耗高达 2-10kWh/m³,并且泵的高速旋转产生的剪切力会使某些微生物菌体产生失活现象。

[0006] 内置式膜生物反应器是把膜组件浸没于生物反应器的液位以下,原水进入膜生物反应器后,其中的大部分污染物被混合液中的活性污泥分解或转化,再在抽吸泵提供的负压作用下或者在水位差的作用下由膜过滤出水,曝气系统设置在膜组件下方,一方面给微生物分解有机物提供了所必需的氧气,另一方面利用气提原理,使气水二相流对膜外表面进行水力冲刷,以此来抑制膜面污泥层的沉积。内置式膜生物反应器较之外置式膜生物反应器省去了混合液循环系统,结构更为紧凑,占地面积小,并且靠抽吸出水,吨水能耗相对较低,降至 1-2.4kWh/m³(千瓦时/立方米)。目前世界上已经投入使用的膜生物反应器实际工程当中,大多数都选用内置式膜生物反应器工艺。但内置式膜生物反应器存在两个主要问题:一是膜组件的安装、检修、清洗很不方便,清洗劳动强度大;二是曝气量偏高,气水比为 30-40:1,是目前较为成熟的其他污水生物处理工艺的 3-4 倍,这使得其吨水能耗仍然显著高于其他工艺。

[0007] 中国专利 03121949.7 公开了一种可气冲的外压柱式中空纤维膜组件,该膜组件在倒 U 形中空纤维膜丝外设置壳体,壳体顶部有料液出口,底部有料液进口和透过水出口,

在中空纤维膜束的底部设有气冲部件。该膜组件可以与生物反应器组成外置式膜生物反应器,但与常规外置式膜生物反应器不同的是,系统处理出水不是由循环泵增压获得,而是由增设的抽吸泵提供的负压获得,这样循环泵的流量和扬程大幅降低。同时膜组件内有气冲部件进行曝气,该壳体的设置大幅缩小了气提断面,使得曝气时形成的气水二相流被束缚在壳体内部沿着膜丝的轴线方向上升,避免了气泡在上升过程中逐渐向外扩散,因此以较小的曝气量就可以在中空纤维膜束中得到较高的曝气强度,使气水二相流对膜丝外表面具有更好的水力冲刷效果,可以较好地抑制膜污染的发展,在一定程度上节约了曝气能耗,这使得系统总体能耗低于常规内置式膜生物反应器,但采用了常规外置式膜生物反应器的外部形式,方便了膜组件的安装和检修。因此该种型式的膜生物反应器很好地将外置式和内置式两种型式的膜生物反应器有机地结合起来,取各自所长,补各自所短。但该专利的一个不足之处在于,壳体内部液流的流态不好,膜组件端部容易出现积泥现象。原因是膜丝固定端与壳体的下部完全粘接为一个整体,料液进口设于壳体的侧面,待过滤的液体从侧面进入壳体内部后陡然转向,壳体底部侧壁上未开孔位置容易出现死角,并发生积泥现象。对于由多个过滤单元组成的膜组件,则过滤单元端部同样容易出现积泥现象。而此专利所述的外压柱式中空纤维膜组件可以看作是一个过滤单元。

[0008] 中国专利申请 200610129352.2 公开了一种双端出水的外压柱式中空纤维膜组件,该膜组件在膜壳内两树脂固定层之间密封有多根中空纤维膜丝以及双端产水连接管,膜壳的侧壁上设有料液进口、料液出口,端部设有透过水出口,在靠近料液进口一端的树脂固定层内设置多个曝气孔,每个曝气孔内设置有管状插件,每个管状插件依次与连接管、气体分配器的出气口密封连接,气体分配器的进气口与气源连接。该专利的不足之处同样在于,壳体内部液流的流态不好,膜组件端部容易出现积泥现象。

发明内容

[0009] 本发明的一个目的是提供一种膜组件,其在水处理过程中内部液流顺畅,可以有效地减少过滤单元端部的积泥。

[0010] 本发明的另一个目的是提供一种利用此发明的柱式膜组件的膜生物反应器。

[0011] 本发明还有一个目的是提供一种利用此发明的柱式膜组件或者利用本发明的膜生物反应器的水处理设备。

[0012] 为了实现上述发明目的,本发明采用以下的技术方案:

[0013] 一种柱式膜组件,包括壳体、壳体的端盖、壳体内部的过滤单元、料液进口和料液出口,所述料液进口的位置低于所述过滤单元的下端或者高于所述过滤单元的上端,当所述料液进口的位置低于所述过滤单元的下端时,所述的料液出口高于所述过滤单元的上端;当所述料液进口的位置高于所述过滤单元的上端时,所述的料液出口低于所述过滤单元的下端。

[0014] 优选地,所述料液进口和料液出口在所述端盖上。

[0015] 优选地,所述料液进口和料液出口在所述壳体的端口附近。

[0016] 优选地,所述料液进口位于所述过滤单元的正下方。

[0017] 优选地,所述壳体为可容纳竖直放置的过滤单元的壳体。

[0018] 优选地,所述壳体与所述过滤单元通过可拆卸的结构连接在一起。

[0019] 优选地,所述壳体两端的端口在横断面上的开孔面积占端口横断面面积的百分数大于 10%,优选大于 80%。

[0020] 优选地,所述过滤单元包括多根中空纤维膜丝或管式膜组成的膜束,所述膜束在壳体内部总体上处于直线状态,而且其轴线与液流的流线大体相平行。

[0021] 优选地,所述壳体或所述壳体的端盖设有集水室,所述集水室与壳体外面设置的产水出口相连通,所述膜束的产水管均与所述集水室相连通。

[0022] 优选地,所述壳体或所述壳体的端盖设有空气进口、供气室和带布气孔的布气装置,所述布气装置与供气室相连通,所述供气室与空气进口相连通,所述布气装置的布气孔的孔口朝向所述膜束的根部。

[0023] 本发明还提供一种利用上述柱式膜组件的膜生物反应器。

[0024] 本发明还提供一种利用上述柱式膜组件或者膜生物反应器的水处理设备。

[0025] 本发明与现有技术相比,所述料液进口的位置低于所述过滤单元的下端或者高于所述过滤单元的上端,具体为当所述料液进口的位置低于所述过滤单元的下端时,所述的料液出口高于所述过滤单元的上端;当所述料液进口的位置高于所述过滤单元的上端时,所述的料液出口低于所述过滤单元的下端;这样的设置方式使得待过滤的液体从所述过滤单元的下方或者上方进入壳体,改善了壳体内部液流的流态,避免了待过滤的液体进出壳体时液流在过滤单元所在的区域陡然转向所带来的过滤单元端部容易积泥的现象,这样可以提高过滤单元端部的水流紊动性,进而提高了膜组件的抗污染性能,始终保持水处理过程中膜组件过滤的有效面积和过滤的均匀性,能够有效防止因过滤单元端部污染的快速发展和蔓延而缩短整个膜组件的使用寿命。

[0026] 另外,过滤单元与过滤单元之间、过滤单元与壳体之间可以相互独立更换,避免了一旦部分过滤单元丧失产水能力,连同壳体在内的整支膜组件都无法继续使用的浪费现象,提高了膜组件的材料利用率。并且,提高了膜组件安装、清洗和检修的方便程度,节省了清洗药剂的用量。本发明所述膜组件在水处理构筑物之外安装,避免了浸没于水处理构筑物液面以下安装时不易清洗和检修的问题,每支膜组件可以单独进行安装和拆卸,而且极大地方便了对膜组件进行在线化学药剂浸泡清洗,而现有的浸没于水处理构筑物液面以下安装的膜组件,必须通过起吊设备从水处理构筑物吊出后放入外部的药液池进行离线化学药剂浸泡,相对于此,不但劳动强度大幅降低,而且也能够将清洗药剂的用量降到最低的程度,避免了化学药剂的浪费和处置问题。

附图说明

[0027] 图 1 为本发明的实施例 1 所述的中空纤维柱式膜组件的纵剖面图;

[0028] 图 2 为本发明的实施例 2 所述的中空纤维柱式膜组件的纵剖面图;

[0029] 图 3 为图 1 和图 2 中的 A-A 处的剖面图;

[0030] 图 4 为图 1 中下端头 5 的局部放大图;

[0031] 图 5 为图 2 中下端头 5 的局部放大图;

[0032] 图 6 为图 4 中的 B-B 处的剖面图;

[0033] 图 7 为图 5 中的 B-B 处的剖面图;

[0034] 图 8 为现有技术的膜组件与图 1 和图 2 相应的纵剖面图;

[0035] 图 9 为图 8 中的 B-B 处的剖面图；

[0036] 图 10 为实施例 1 中由若干个本发明的中空纤维柱式膜组件组成的膜组件单元的示意图。

[0037] 附图中各个标记的说明：

[0038] 1——壳体；2——中空纤维膜丝；3——中空纤维膜束；4——上端头；5——下端头；6——产水管；7——进气管；8——连接管；9——带布气孔的布气装置；10——辐条；11——布气孔；12——产水收集室；13——软索；14——快插接头；15——嵌入件；16——集水室；17——供气室；18——料液进口；19——料液出口；20——端盖；21——产水出口；22——空气进口；23——套筒；24——卡箍；25——孔板；26——出水管；27——供气管；28——料液供给管；29——料液回流管。

具体实施方式

[0039] 下面对上述技术方案进行详细的阐述和说明，并且对于其他涉及的技术细节进行详细的阐述和说明：

[0040] 所述过滤单元是指具有过滤作用的组件，可以是中空纤维束式膜组件、中空纤维帘式膜组件、板框式平板膜组件、毛细管式膜组件、管式膜组件以及微孔过滤管等水处理领域可以用到的各类过滤单元，优选中空纤维束式膜组件、毛细管式膜组件、管式膜组件以及微孔过滤管，这些过滤单元的整体外形一般均为圆柱状，便于在壳体内部的对称排布和安装，更优选中空纤维束式膜组件，这样可以获得更高的装填密度，并且使得整个膜组件的制造成本也更低。优选的过滤单元包括由多根中空纤维膜丝组成的中空纤维膜束、中空纤维膜束的端头和产水管。

[0041] 为了叙述的方便，本发明以中空纤维柱式膜组件为例来叙述，对于其他类型的柱式膜组件，可以按照同样的原理来进行推导，其中，中空纤维膜丝也称为膜丝，中空纤维膜束也称为膜束。

[0042] 低于过滤单元的下端或者高于过滤单元的上端，对应于中空纤维柱式膜组件时是指，料液进口的位置低于中空纤维膜束的下端或者高于中空纤维膜束的上端，此种结构设计起到的作用是，使得待过滤的液体不是从中空纤维膜束的侧面进入壳体。以料液进口的位置低于中空纤维膜束的下端为例，料液进口的位置低于中空纤维膜束的下端，使得待过滤的液体从中空纤维膜束的下方进入壳体，待过滤的液体进入壳体内部之后，液流方向可能发生转向，也可能不发生转向，但即便发生转向，转向的位置也不位于中空纤维膜束所在的区域，这样不会因为中空纤维膜束对液流的阻挡使得其中的固形物在膜束端部发生沉积，液流在流经中空纤维膜束所在的区域时其流向与膜丝伸展的方向大体相平行，由此在中空纤维膜束所在的区域将不易产生液流流动的死角，液流较为平稳和均匀，这样可以提高中空纤维膜束端部的水流紊动性，进而提高了中空纤维柱式膜组件的抗污染性能，始终保持水处理过程中中空纤维膜丝过滤的有效面积和过滤的均匀性，延长膜组件的使用寿命。

[0043] 料液进口的位置可以设置在膜组件的端盖上，也可以设置在壳体上。优选地，料液进口可以设置在膜组件的端盖上，此时，更优选的是设置在中空纤维柱式膜组件的正下方，设置在中空纤维柱式膜组件的正下方可以通过将料液进口设置在下端盖的中心处的方式

实现,此种设置方式更能够提高中空纤维膜束区域的液流平稳性和均匀性。当料液进口设置在壳体上时,优选地,可以设置在壳体的端口附近。优选的料液进口的设置方式,有利于工程上的加工和安装等前期和后续工作。

[0044] 所述壳体优选使用可容纳竖直放置的过滤单元的壳体,这样的壳体不论采用刚性材料还是柔性材料都比较容易加工和实现,对于中空纤维柱式膜组件来说,更重要的是中空纤维膜丝沿壳体轴线方向自然地伸展,其轴线与液流的方向大体相平行。这样可以确保当膜组件工作时,液流在流经中空纤维膜束时没有发生方向的改变,尤其是避免了待过滤的液体从壳体的侧壁上进出时因流向陡转所容易造成的出现死角、固形物沉积的问题。同时中空纤维膜束在壳体内部总体上处于直线状态,而且其轴线与液流的流线大体相平行,这样相比于U形或倒U形的中空纤维膜束在膜丝中间部位没有任何对折处,相比于螺旋形弯曲的中空纤维膜束在轴线上不承受扭矩,相比于与液流方向相垂直放置的中空纤维膜束在膜丝根部上不会因液流的流动而受到振荡,膜丝根部与浇铸端面之间的摆动角很小,这样在很大程度上降低了膜丝中间部位和根部断裂的机率,可以延长中空纤维膜丝的使用寿命。

[0045] 本发明的柱式膜组件,在水处理工作过程中所述的壳体只有内表面与待过滤的液体相接触,并且所述的端盖确保整个壳体的内部是封闭的。密封的要求可以通过各种密封措施来实现,例如使用橡胶弹性体等密封件,或者使用密封胶等。

[0046] 所述壳体与过滤单元通过可拆卸的结构连接在一起,一般是指壳体与过滤单元的端头通过可拆卸的结构连接在一起,这样的设计使得上端头或(和)下端头可以与壳体相互分离,这使得中空纤维膜束和壳体可以相互独立更换,在一定程度上提高了材料的利用率。所述的可拆卸的结构为绳索连接结构、卡扣连接结构、螺栓连接结构、承插连接结构、螺纹连接结构等。其中,绳索连接结构的方式比较独特,此种方式比较容易实现,简单易行,例如在上端头和壳体的上部分别设置一个孔,孔的设置不能影响其它组件的正常工作,用一根绳索穿过两个孔并打上结,这样就可以完成对上端头和壳体的连接。绳索可以选用金属绳索、化学纤维制备的软索等,优选使用具有耐水性的金属或者金属合金,例如铜、铝、不锈钢等,并且需要满足一定的强度要求。卡扣和螺栓的选择可以根据国家或者行业已有的标准选取,或者自行设计,但是不论卡扣和螺栓使用哪种方式,设置的方式和连接的位置都需要满足中空纤维膜组件工作条件的要求,并且易于拆卸,例如,卡扣和螺栓的连接处宜设计在靠近上端头处,并且靠近壳体的上方。对于绳索连接结构、卡扣连接结构、螺栓连接结构以及已知的可拆卸的连接中,可以选用一种来完成连接,或者选用几种来完成连接。另外,本文所述的壳体与端头通过可拆卸的结构连接在一起,包括壳体与端头通过可拆卸结构直接连接在一起,也包括这样的连接方式:壳体和端头分别与第三个零件、甚至第四零件、第五零件……连接在一起,所述第三个零件、甚至第四零件、第五零件……是相对于壳体和端头来区分的,即认为壳体和端头分别为第一零件、第二零件,或认为端头和壳体分别为第一零件、第二零件。例如:如果产水管为产水软管,则上端头可以通过此产水软管先通过绳索连接结构与一个第三零件连接,然后此第三零件再以卡扣连接结构或者螺栓连接结构与壳体连接。由此完成端头和壳体的连接。认为此处产水软管有绳索的性能,所以产水软管和第三零件的连接为绳索连接结构。本文下面提及的嵌入件可以作为第三零件使用。

[0047] 所述壳体的横断面可以是圆形,也可以是矩形、方形或其他已知的任意形状。作为

优选,所述的壳体的横断面是圆形。圆柱形壳体易于加工和成型,并且容易密封,方便对壳体内部的中空纤维膜束进行在线化学药剂浸泡。所述的壳体从上到下各横断面的面积可以相同,也可以不相同。作为优选,所述的壳体从上到下各横断面的面积是相同的。所述的壳体的长度范围可以为 0.2m (米)-4.0m,优选 1.5m-3.0m。所述的壳体的直径范围为 50mm (毫米)-1000mm,优选 100mm-400mm。

[0048] 所述壳体两端的端口在横断面上的开孔面积占端口横断面面积的百分数大于 10%,优选大于 80%,这样液流在通过壳体的端口时会较为顺畅,降低液流的阻力损失。所述壳体两端的端口在横断面上的开孔面积占端口横断面面积的百分数,指的是在壳体的任意一端的端口在此端横断面上的开孔面积与此端端口横断面面积比值,结果用百分数表示。例如:对于一个圆柱形壳体来说,在上端口处由于某些工程上或者其他原因,上端口有一个带孔的金属片罩住,此时要求孔的面积占圆柱形壳体横断面面积的百分数要大于 10%,优选大于 80%。

[0049] 所述中空纤维膜丝可以有且仅有一端浇铸封结于一个设有产水收集室的端头之内,而另一端可以自由摆动,并且采用已知的任何方式做成闭孔状态,例如通过使用树脂胶液密封,树脂可以选用热塑性树脂也可以选用热固性树脂,优选使用热固性树脂,热固性树脂可以选用环氧树脂、不饱和聚酯树脂、丙烯酸树脂等树脂类型,热固性树脂优选使用柔性的树脂,例如柔性环氧树脂,选用柔性的树脂密封可以使得中空纤维膜丝在变形的过程中,有一个很好的缓冲,不致于脆性断裂。也可以两端分别浇铸封结于两个端头之内,并且两个端头中至少有一个内部应设有产水收集室。设有产水收集室的端头外部应设有产水管,产水收集室应与产水管相连通。当所述中空纤维膜丝有且仅有一端浇铸封结于一个设有产水收集室的端头之内时,其工作时,该端头可以位于液流的上游,也可以位于液流的下游。优选使用工作时,端头位于液流上游的膜组件,这样可以避免膜丝自由摆动端位于液流上游时因液流的流动而容易出现的膜丝互相缠绕的问题。

[0050] 本发明中,上端盖一般指的是膜组件在水处理工作过程中竖直放置时,远离地面的端盖,下端盖指的是靠近地面的端盖;上端头一般指的是中空纤维膜束在壳体内部竖直安装时靠近壳体上端盖的端头,下端头指的是靠近下端盖的端头。此时,待过滤的液体可以从上端盖上设置的料液进口进入壳体,然后从下端盖上设置的料液出口流出壳体,也可以从下端盖上设置的料液进口进入壳体,然后从上端盖上设置的料液出口流出壳体,也就是说,壳体内部的液流方向可以是下向流的,也可以是上向流的。在工程实际中,膜组件也可以水平放置,此时上下端盖和上下端头则没有上下之分,壳体内部的液流方向可以从一侧到另一侧,反之亦然。如果本领域技术人员根据实际情况需要,将上下端盖和上下端头进行颠倒设置,或者其它简单的设置方式的修改,那么也应该理解为在利用本发明的技术方案。上端头和下端头可以同时存在,也可以有且仅有一个。

[0051] 所述的上端盖和下端盖与壳体之间应通过可拆卸的方式连接在一起,以便于中空纤维膜束及其产水管等在壳体内部的安装和检修,同时应确保膜组件在水处理工作过程中整个壳体及端盖的内部是封闭的。

[0052] 所述的上端盖和下端盖的形状可以是球冠、削掉顶部的圆锥、盆形或其他已知的任一形状。作为优选,所述的上端盖和下端盖的形状是球冠,这样便于与圆柱形的壳体进行连接和密封,也容易加工成形。所述的料液进口或料液出口可以位于上端盖或下端盖上的

任意部位,作为优选,所述的料液进口或料液出口位于上端盖或下端盖的球冠顶部,并且处于竖直状态,这样使得待过滤的液体进出壳体时液流方向没有发生改变,可以降低阻力损失和污泥沉积的机率。

[0053] 所述壳体可以设有集水室,所述集水室与壳体外面设置的产水出口相连通,所述的中空纤维膜束的产水管均与所述集水室相连通。所述的产水出口和集水室可以设于壳体的任意部位,作为优选,所述产水出口和集水室设于壳体的上/下端口附近或者壳体的上/下端盖上。所述产水管可以是刚性的,也可以是柔性的。如果是刚性的,则可以通过承插、螺纹、活接等可拆卸的硬连接的方式与所述集水室相连;如果是柔性的,则可以通过快插接头等可拆卸的软连接的方式与所述集水室相连。作为优选,所述的中空纤维膜束的产水管是柔性的,通过快插接头等可拆卸的软连接的方式与所述集水室相连。

[0054] 所述壳体可以设有空气进口、供气室和带布气孔的布气装置,该布气装置与供气室相连通,供气室与空气进口相连通。所述的空气进口和供气室可以设于壳体的任意部位,作为优选,所述空气进口和供气室设于壳体的上/下端口附近或者壳体的上/下端盖上。当所述产水出口和集水室设于壳体的一侧的端口附近或者端盖上时,所述空气进口和供气室设于壳体的另一侧的端口附近或者端盖上。所述的布气装置可以设置于壳体内部的任何位置。作为优选,所述的布气装置设置于中空纤维膜束的端头上。

[0055] 所述的布气装置的布气孔的孔口朝向可以有多种选择,优选的布气孔的孔口朝向中空纤维膜丝根部,这样对于中空纤维膜丝根部的有一个较为彻底的冲刷作用,可以很好地避免使用过程中膜丝根部积泥的现象。

[0056] 当中空纤维膜束两端均浇铸封结于端头之内时,可以在两个端头上均设置带布气孔的布气装置,并且这两个布气装置通过一根中空软管连通。中空软管可以将上下两个端头连接起来,并且软管的长度略小于中空纤维膜丝的长度,起到承担下端头的重力和摆动时的拉力,以避免中空纤维膜丝承力而被拉断。另外,中空软管还可以供给上下两个布气装置以气流,使中空纤维膜束上下两端的根部都可以被曝气气流进行直接的吹扫和冲刷,以防止膜丝根部发生积泥。

[0057] 所述端头中的一个或两个可以设有进气管,进气管的一端与所述的带布气孔的布气装置相连通,另一端与所述的供气室相连通。所述的进气管可以是刚性的,也可以是柔性的,优选柔性的,其材质可以是硅橡胶、氟橡胶、软质聚氯乙烯、聚氨酯等。所述的任一端头中可以同时设有进气管和产水管,或者仅设有进气管或产水管。产水管或进气管的数量可以根据工程实际情况进行选择,既可以选择一个进气管或一个产水管,也可以选择两个或者两个以上进气管,或者选择两个或者两个以上产水管,或者同时选择两个或者两个以上的进气管和产水管。

[0058] 所述的料液进口、料液出口、产水出口、空气进口的数量可以根据工程实际情况进行选择,对于其中任何一个,例如产水出口,既可以选择一个产水出口,也可以选择两个或者两个以上产水出口。

[0059] 所述端头的浇铸端面可以是平面,也可以是凸起或凹陷的端面。作为优选,所述端头的浇铸端面是凸起的端面。端面如果是平面或凹陷的端面,污泥会有较严重的淤积现象。凸起结构的特点是中间高四周低,这样会形成一个由中间向四周的一个倾斜,此结构有利于气流将污泥等污染物吹向四周,有利于减少污泥的淤积。作为更优选,所述凸起的端头的

端面为圆台形。圆台形的结构更加容易加工,也利于在中间设置连接管等其他部件。

[0060] 在中空纤维膜束外可以设置一个套筒。套筒的作用是对壳体内部的待过滤液体进行均匀分配,并且进一步缩小气提断面,因而可以进一步节约能耗。

[0061] 本发明中,套筒和壳体的作用相近,为了叙述方便,过滤单元外的壳体称之为套筒。

[0062] 所述的套筒的数量与壳体内容纳的中空纤维膜束的数量可以相等,也可以不相等,任一套筒内部可以放置中空纤维膜束,也可以不放置中空纤维膜束。作为优选,所述的套筒的数量与壳体内容纳的中空纤维膜束的数量是相等的,即套筒与中空纤维膜束一一对应。这样利于通过待过滤的液体在壳体内部各套筒之间的均匀分配来确保中空纤维膜过滤的均匀性,防止中空纤维膜束之间出现膜污染的不均衡发展。

[0063] 所述的套筒的侧壁上可以没有孔洞,也可以有一部分孔洞,但孔洞设置不宜太多,孔洞面积也不宜太大,尤其是在同一水平面上或者是在壳体侧壁的同一直线上。作为优选,所述的套筒的侧壁上不设任何孔洞。

[0064] 所述的套筒的横断面可以是圆形,也可以是矩形、方形或其他已知的任意形状,优选圆形。各个套筒的横断面的形状可以相同,也可以不相同,优选形状相同。这样利于待过滤的液体在壳体内部各套筒之间的均匀分配。

[0065] 所述的各个套筒的横断面的面积可以相同,也可以不相同。优选,所述的各个套筒的横断面的面积是相同的,或者中间部分的横断面面积略小于两端的横断面面积,例如可以设计成类似于文丘里管或文丘里喷嘴的形状。

[0066] 所述的套筒的长度范围为 0.15m-4.0m,可以与壳体的长度相等或者略小于壳体的长度。作为优选,所述的套筒的长度范围为 1.5m-2.0m,直径范围为 20mm-400mm,直径范围优选 30mm-200mm。

[0067] 所述的端头可以在套筒的内部,也可以在套筒的外部。优选地,所述的端头完全在套筒内部,端头与邻近的套筒的端口端面的距离为套筒长度的 1/20-1/3。

[0068] 所述的套筒的端口可以完全敞开,也可以罩以带有开孔的嵌入件。

[0069] 所述的带有开孔的嵌入件沉入式地设置于套筒的至少一个端口上,用以固定中空纤维膜束的端头,另外,由于嵌入件上有孔,待过滤的液体可以通过嵌入件上的孔自由进出套筒,为待过滤液体的流动带来便利。作为优选,在套筒的两个端口上均设置有嵌入件。所述的嵌入件可以通过卡扣、螺栓或其他已知的任一可拆卸的方式与套筒相连接。

[0070] 所述的嵌入件在横断面上的开孔面积占嵌入件横断面面积的百分数大于 10%,优选大于 80%。开孔率大于 10% 能够避免堵塞液流,大于 80% 时,液体在通过嵌入件区域时会更加顺畅,阻力更小。

[0071] 所述的嵌入件可以有一圆周,圆周的外径略小于套筒的内径,使得嵌入件刚好嵌在套筒的端口上。从所述圆周的圆心处向圆周方向可以延伸出至少三根成辐射状的支撑条,支撑条之间均为孔隙。优选使用 3-8 根支撑条。相对于格栅或网状的嵌入件来说,支撑条的制作和安装更为简单,开孔率更大,不易堵塞液流。

[0072] 当中空纤维膜束两端均浇筑封结于端头之内时,在两个端头之间可以设置连接管,连接两个端头。

[0073] 所述的连接管将上端头和下端头连接成一个整体,其长度可以与中空纤维膜束相

同,也可以略短于膜束。作为优选,所述的连接管的长度略小于中空纤维膜束的长度。这样可以防止端头摆动幅度过大而使膜丝长时间受力,对膜束起到保护作用。

[0074] 所述的进气管、产水管和连接管的直径范围为 1mm-50mm,优选 5mm-20mm。

[0075] 本文所述的中空纤维或者中空纤维膜丝,包括微细的中空纤维和直径较大的管式纤维等可以用于过滤水的纤维。用的最多的中空纤维膜丝是一种带有微孔的中空纤维,制作中空纤维膜丝的材料可以选自聚偏氟乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚醚砜等材料。中空纤维膜丝首先通过使用环氧树脂、聚氨酯等浇铸树脂进行封端浇铸,再使用硅橡胶、聚氨酯等柔性树脂对中空纤维膜丝根部进行二次浇铸,以降低膜丝根部断裂的机率。作为优选,所述的中空纤维膜丝的材料是聚偏氟乙烯。所述的中空纤维膜丝的平均膜孔径为 $0.01\mu\text{m}$ (微米)- $5\mu\text{m}$ 。

[0076] 所述的中空纤维膜束是由 10-1000 根中空纤维膜丝组成的,长度范围为 0.1m-3.0m。优选由 50-500 根中空纤维膜丝组成,长度范围为 1.0m-2.0m。

[0077] 当中空纤维膜束两端均浇铸封结于端头之内时,所述的中空纤维膜束的长度可以和上下两个端头之间的距离相等,也可以略大于这个距离。作为优选,所述的中空纤维膜束的长度大于上下两个端头之间的距离,但小于套筒的长度。

[0078] 所述的上端头或(和)下端头可以与套筒的任一部位或者套筒的任一端口上的嵌入件采用已知的任一可拆卸的方式相连接。作为优选,所述的上端头或(和)下端头与位于邻近的套筒端口上的嵌入件相连接。作为更优选,所述的上端头或(和)下端头通过软索或柔性管等软连接的方式与位于邻近的套筒端口上的嵌入件相连接。软索可以是耐腐蚀的绳索、钢丝或弹簧等。软索使中空纤维膜束在待过滤的液体中处于悬浮状态,可以随水流有摆动。当上端头或(和)下端头设有产水管或进气管、并且产水管或进气管为柔性管时,也可以通过产水管或进气管使中空纤维膜束悬挂在套筒内部。

[0079] 当中空纤维膜束两端均浇铸封结于端头之内时,所述的上端头和下端头的形状可以相同,也可以不同。所述的上端头或(和)下端头整体外形可以是圆柱体、锥体、盆形、杯形等形状。作为优选,所述的上端头或(和)下端头的整体外形是盆形或杯形。

[0080] 利用上述的柱式膜组件的膜生物反应器是通过现有技术的常规的方法连接组装制造的。

[0081] 利用上述的柱式膜组件或者上述的膜生物反应器的水处理设备,是通过现有技术的常规方法连接组装制造的。

[0082] 下面结合附图和实施例,对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0083] 实施例 1

[0084] 如图 1、图 3、图 4、图 6 所示,一种中空纤维柱式膜组件,包括外径为 225mm、高度为 1.45m、材质为 UPVC (un-plasticized polyvinyl chloride) 塑料的圆柱形壳体 1,扣在壳体 1 上下两个端口上的端盖 20,设置在壳体 1 内的 7 个中空纤维膜束 3,每个中空纤维膜束 3 由 180 根中空纤维膜丝 2 组成,中空纤维膜丝 2 的用于通过液体的微孔的平均孔径为 $0.1\mu\text{m}$,中空纤维膜丝的外径为 1.35mm,材质为聚偏氟乙烯,上端可以自由摆动,每根膜丝均呈闭孔状态,利用柔性环氧树脂封结,下端用环氧树脂浇铸汇集于下端头 5 之中,并且用聚氨酯对其进行二次浇铸,以对膜丝根部进行保护。下端头 5 的整体外形为杯形,上口圆的直径为 45mm。中空纤维膜丝 2 在下端头 5 内的产水收集室 12 中呈开孔状态,下端头 5 外部

设有外径为 $\Phi 8\text{mm}$ 的产水管 6, 产水管 6 与下端头 5 中的产水收集室 12 相连通。

[0085] 端盖 20 的整体外形为球冠形, 与壳体 1 的端口通过卡箍 24 相连接, 端盖 20 与壳体 1 端口相互啮合的位置有“O”形橡胶圈作为止水措施, 以确保膜组件工作时壳体 1 及端盖 20 内部为密闭的。端盖 20 的球冠顶部设有内径为 $\Phi 100\text{mm}$ 的料液进口或料液出口, 扣在壳体 1 下端口上的端盖 20 上设有料液进口, 扣在壳体 1 上端口上的端盖 20 上设有料液出口, 当端盖 20 扣在壳体 1 端口上时, 料液进口和料液出口的中心轴线均与壳体 1 的中心轴线相重合。

[0086] 在端盖 20 内部靠近开口的地方设有集水室 16 或供气室 17, 集水室 16 和供气室 17 均为圆环状空腔, 扣在壳体 1 下端口上的端盖 20 内部设有供气室 17, 外部设有内径为 $\Phi 20\text{mm}$ 的空气进口 22, 空气进口 22 与供气室 17 相连通, 扣在壳体 1 上端口上的端盖 20 内部设有集水室 16, 外部设有内径为 $\Phi 20\text{mm}$ 的产水出口 21, 产水出口 21 与集水室 16 相连通。

[0087] 在壳体 1 内部, 在每一个中空纤维膜束外部均罩有一个内径为 56mm 的套筒 23, 其中一个套筒 23 的中心轴线与壳体 1 相重合, 另外六个套筒 23 的中心轴线在壳体 1 中心轴线周围呈径向均匀分布, 每相邻的两个中心轴线所在平面之间的夹角均为 60° 。

[0088] 在每一个套筒 23 的上端口和下端口上均设置嵌入件 15, 下端头 5 通过软索 13 与位于套筒 23 下端口的嵌入件 15 相连接, 嵌入件 15 通过卡扣与套筒 23 连接, 嵌入件 15 在中心处有内径为 $\Phi 10\text{mm}$ 的圆孔, 外径为 $\Phi 8\text{mm}$ 的产水管 6 的一端从套筒 23 上端口伸进套筒 23 内部并从位于套筒 23 上端口的嵌入件 15 的圆孔中穿过, 通过快插接头 14 与下端头 5 相连接, 另一端通过快插接头 14 与扣在壳体 1 上端口上的端盖 20 内部的集水室 16 相连接。外径为 $\Phi 8\text{mm}$ 的进气管 7 的一端从套筒 23 下端口进入套筒 23 内部后通过快插接头 14 与下端头 5 的带布气孔的布气装置 9 相连接, 另一端通过快插接头 14 与扣在壳体 1 下端口上的端盖 20 内部的供气室 17 相连接。产水管 6 和进气管 7 均为中空塑料软管。

[0089] 套筒 23 及其套筒 23 内的各个部件, 对待过滤的液体有过滤作用, 可以看作是一个过滤单元, 本实施例中有 7 个过滤单元。

[0090] 下端头 5 的浇铸端面为一个正圆台状的凸起, 凸起的底圆直径为 $\Phi 35\text{mm}$, 顶圆直径为 $\Phi 9\text{mm}$, 高度为 8mm , 中空纤维膜丝 2 的根部均浇铸于圆台侧壁的斜面上, 而且其根部在圆台底面上的投影沿底圆圆心呈同心圆辐射状分布。下端头 5 在凸起和产水收集室 12 之外设有带布气孔的布气装置 9, 凸起和产水收集室 12 刚好嵌在布气装置 9 中间的凹槽之内, 但产水收集室 12 和布气装置 9 的空腔之间彼此相互隔绝。带布气孔的布气装置 9 的杯形侧壁高出凸起底圆所在平面 3mm , 在侧壁顶部高出凸起底圆所在平面的部分的内侧, 在高度上居中的位置并以凸起中心轴线为圆心沿径向均匀设有 36 个直径为 1.5mm 的圆形布气孔 11, 即每相邻两个布气孔 11 的圆心与所在圆台的横断面的圆心之间的角度均为 10° , 布气孔 11 向布气装置 9 内部延伸并与其空腔相连通的部分为一个圆柱形的通道, 该圆柱形通道的中心轴线平行于邻近的圆台侧壁的斜面, 并且布气孔 11 的孔口朝向圆台形凸起的顶部。

[0091] 所述的嵌入件 15 由围绕圆心呈星形排布的六根支撑条和圆周组成, 每相邻两根支撑条之间的夹角为 60° , 并且圆周外边缘与壳体 1 接触。圆周与壳体 1 连接为螺栓连接。嵌入件 15 在横断面上的开孔面积占嵌入件 15 横断面面积的百分数为 93%。

[0092] 如图 10 所示, 料液进口 18 通过塑料软管与一位于膜组件下方的内径为 $\Phi 250\text{mm}$ 的料液供给管 28 相连接, 料液出口 19 通过塑料软管与一位于膜组件上方的内径为 $\Phi 250\text{mm}$

的料液回流管 29 相连接,产水出口 21 与一位于膜组件上方的内径为 $\Phi 100\text{mm}$ 的出水管 26 相连接,空气进口 22 与一位于膜组件下方的内径为 $\Phi 100\text{mm}$ 的供气管 27 相连接。

[0093] 料液供给管 28 和料液回流管 29 均与一生化反应池相连接,在料液供给管 28 与生化反应池相连接的管道上设有管道泵,用以使活性污泥混合液从生化反应池内进入料液供给管 28 内部,并且能够以一定的流速从壳体 1 下端口进入壳体 1 内部,然后从壳体 1 上端口流出,最后通过料液回流管 29 流回生化反应池。

[0094] 出水管 26 与一能够提供负压的水泵的吸水管相连通,待净化的水经过中空纤维膜丝 2 壁上的微孔进入膜丝内部,并分别汇流入下端头 5 内的产水收集室 12,产水收集室 12 内的水经产水管 6 流入集水室 16,集水室 16 内的水经产水出口 21 流入出水管 26,最后通过水泵抽出形成膜组件的过滤出水。供气管 27 与一气源相连通,气源提供的压缩空气从供气管 27 经空气进口 22 进入供气室 17,供气室 17 内的气体经进气管 7 进入下端头 5 的带布气孔的布气装置 9 的空腔之内,最后经带布气孔的布气装置 9 上的布气孔 11 扩散出来,直接吹扫膜丝根部。

[0095] 将若干个中空纤维柱式膜组件的料液进口 18、料液出口 19、产水出口 21、空气进口 22 分别并联至料液供给管 28、料液回流管 29、出水管 26、供气管 27,由此形成一个膜组件单元。料液供给管 28、料液回流管 29、出水管 26、供气管 27 的中心轴线均平行于地面,并且该中心轴线在地面上的投影均互相重合,膜组件壳体 1 在地面上的投影分两排对称地位于该中心轴线的两侧。

[0096] 实施例 2

[0097] 如图 2、图 3、图 5、图 7 所示,一种中空纤维柱式膜组件,包括外径为 225mm、高度为 1.45m、材质为 UPVC 塑料的圆柱形壳体 1,扣在壳体 1 上下两个端口上的端盖 20,设置在壳体 1 内的 7 个中空纤维膜束 3,每个中空纤维膜束 3 由 240 根中空纤维膜丝 2 组成,中空纤维膜丝 2 的用于通过液体的微孔的平均孔径为 $0.4\mu\text{m}$,中空纤维膜丝的外径为 1.2mm,材质为聚偏氟乙烯,两端用环氧树脂浇铸汇集于上端头 4 和下端头 5 之中,并且用聚氨酯对其进行二次浇铸,以对膜丝根部进行保护。上端头 4 和下端头 5 的整体外形均为杯形,此两个端头的上口圆直径均为 45mm。中空纤维膜丝 2 在上端头 4 内的产水收集室 12 中呈开孔状态,在下端头 5 内呈闭孔状态,上端头 4 设有外径为 $\Phi 8\text{mm}$ 的产水管 6,下端头 5 设有外径为 $\Phi 8\text{mm}$ 的进气管 7,两个端头由外径为 $\Phi 6\text{mm}$ 的中空软管 8 连接成一个整体,中空纤维膜丝 2 围绕着中空软管 8 均匀分布。产水管 6、进气管 7 和中空软管 8 均为中空塑料软管。中空软管 8、带布气孔的布气装置 9、产水管 6、进气管 7 之间相连接的部位均通过快插接头 14 连接,连接方式如图 2 所示。产水管 6 与上端头 4 中的产水收集室 12 相连通。

[0098] 端盖 20 的整体外形为球冠形,与壳体 1 的端口通过螺纹相连接,以确保膜组件工作时壳体 1 及端盖 20 内部为密闭的。端盖 20 的球冠顶部设有内径为 $\Phi 60\text{mm}$ 的料液进口或料液出口,扣在壳体 1 下端口上的端盖 20 上设有料液进口,扣在壳体 1 上端口上的端盖 20 上设有料液出口,当端盖 20 扣在壳体 1 端口上时,料液进口和料液出口的中心轴线均与壳体 1 的中心轴线相重合。

[0099] 在壳体 1 的上下两端口上分别设有集水室 16 和供气室 17,集水室 16 和供气室 17 均为圆环状空腔,壳体 1 上端口附近的侧壁上设有一个内径为 $\Phi 20\text{mm}$ 的产水出口 21,产水出口 21 与集水室 16 相连通,壳体 1 下端口附近的侧壁上设有内径为 $\Phi 20\text{mm}$ 的空气进口

22, 空气进口 22 与供气室 17 相连通。

[0100] 壳体 1 内部设置的套筒 23 的结构和位置与实施例 1 相同, 每一个套筒的上下两个端口上均设有嵌入件 15, 嵌入件 15 的结构与实施例 1 相同。上端头 4 和下端头 5 均通过软管 13 与相邻的嵌入件 15 相连接, 嵌入件 12 通过卡扣与套筒 23 连接, 嵌入件 15 在中心处有内径为 $\Phi 10\text{mm}$ 的圆孔, 产水管 6 和进气管 7 从圆孔中穿过。

[0101] 如图 2 所示, 两个端头在浇铸有中空纤维膜丝的端面上均设有带布气孔的布气装置 9。如图 7 所示, 带布气孔的布气装置 9 具有沿径向分布的六根辐条 10, 每根辐条宽 5mm, 高 4mm, 相邻两根辐条之间的角度均为 60° , 辐条 10 从端头端面的中心延伸到上端头 4 或下端头 5 的圆周上, 内部具有空腔, 辐条 10 的两个侧壁均垂直于浇铸端面, 在背向浇铸端面的另一侧则是倒圆的, 两个侧壁上在居中的位置设有四个直径为 $\Phi 2\text{mm}$ 的圆形布气孔 11, 布气孔 11 的中心轴线垂直于辐条 10 的侧壁面, 距浇铸端面的高度均为 2mm, 各个布气孔的中心轴线间距均为 4mm, 辐条 10 的空腔与中空软管 8 相连通。

[0102] 辐条 10 将浇铸端面分成六个面积相等的部分, 相应的, 中空纤维膜束 3 也均分成六个小束, 每一小束由 40 根中空纤维膜丝 2 组成, 均浇铸在辐条 10 之间的间隙里。上端头 4 和下端头 5 的浇铸端面均有一个形状为平顶圆锥即圆台状的凸起, 上下两个端头的浇铸端面的凸起正好相对。凸起的底圆直径为 $\Phi 32\text{mm}$, 顶圆直径为 $\Phi 8\text{mm}$, 高度为 8mm。带布气孔的布气装置 9 刚好扣在凸起上面, 与凸起粘在一起, 相接触的部分完全密合。

[0103] 由上述中空纤维柱式膜组件组成的膜组件单元的结构与实施例 1 相类似, 如图 10 所示。

[0104] 以上对本发明所提供的中空纤维柱式膜组件进行了详细介绍。本说明书中应用了具体实施例对本发明的原理及实施方式进行了阐述, 对于本领域的一般技术人员, 依据本发明的思想在具体实施方式及应用范围上可能在实施过程中会有改变之处。因此, 本说明书记载的内容不应理解为对本发明的限制。

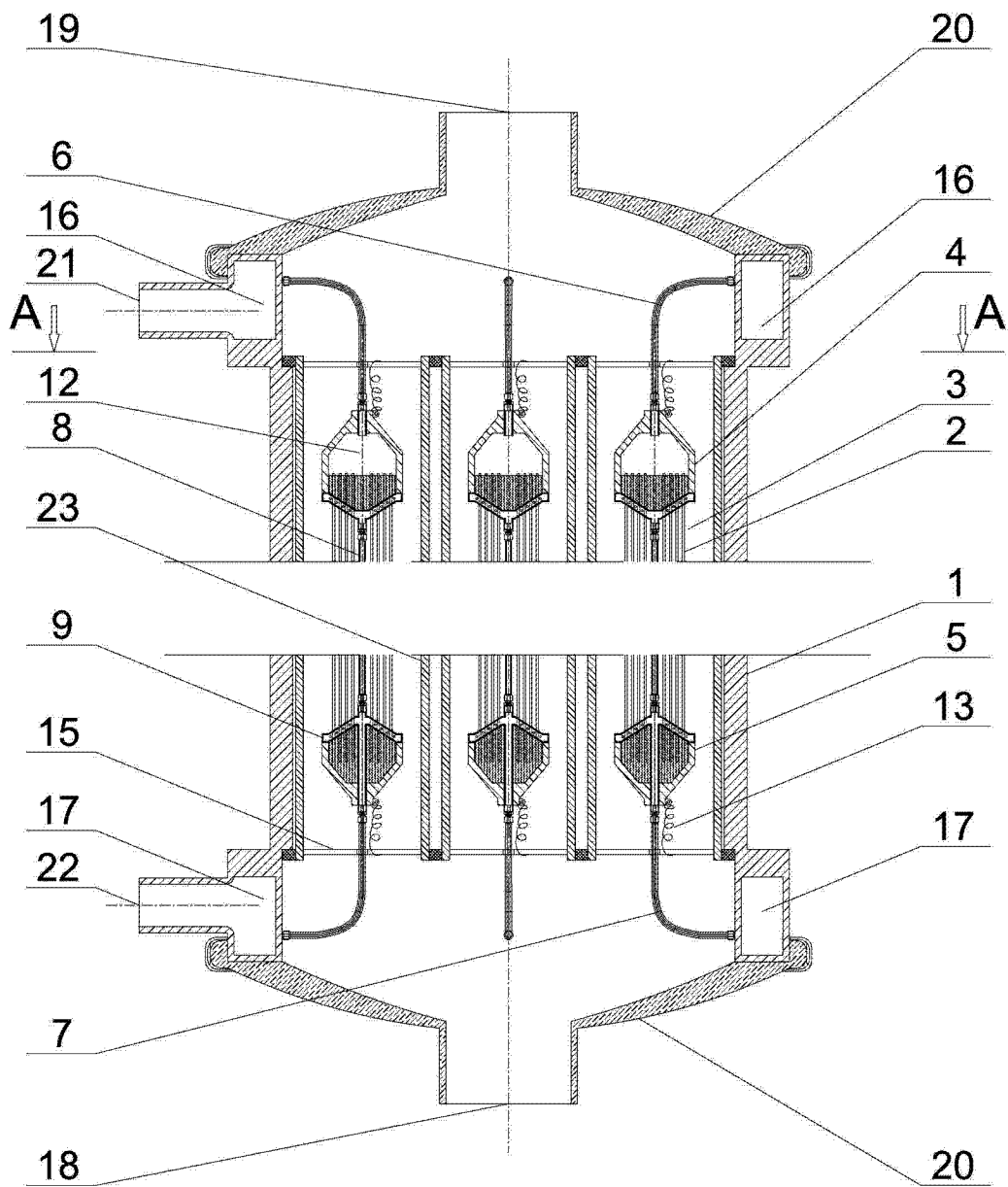


图 2

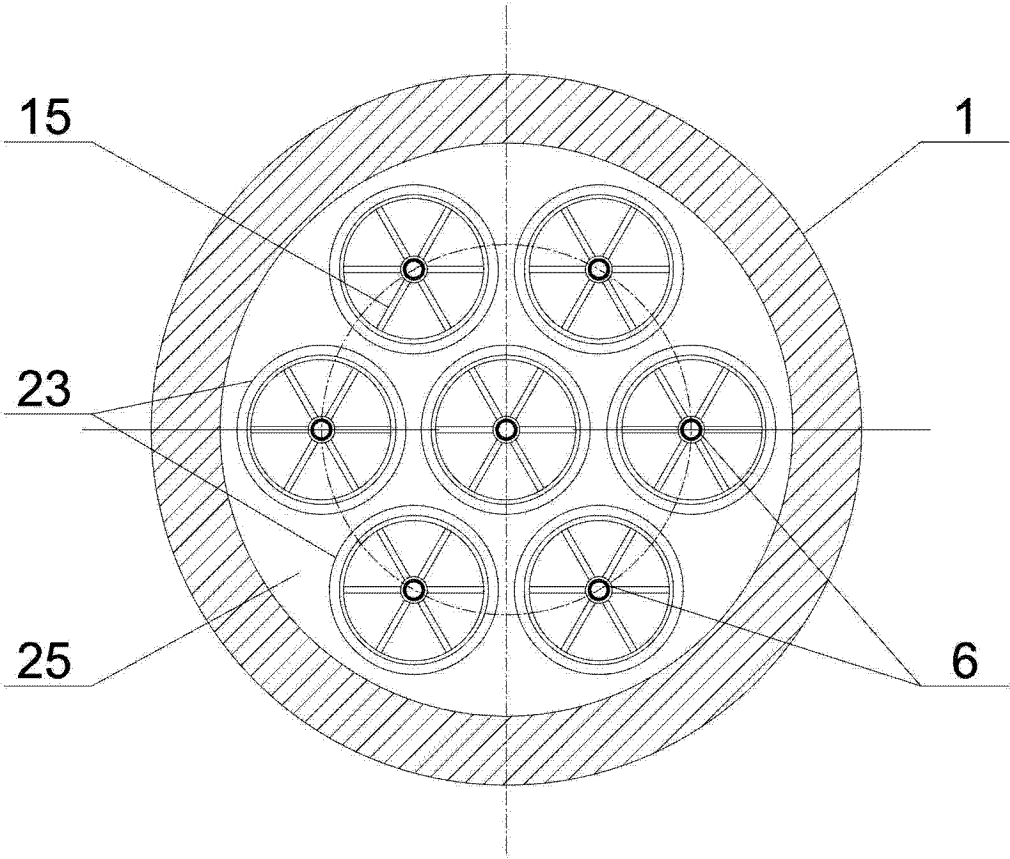


图 3

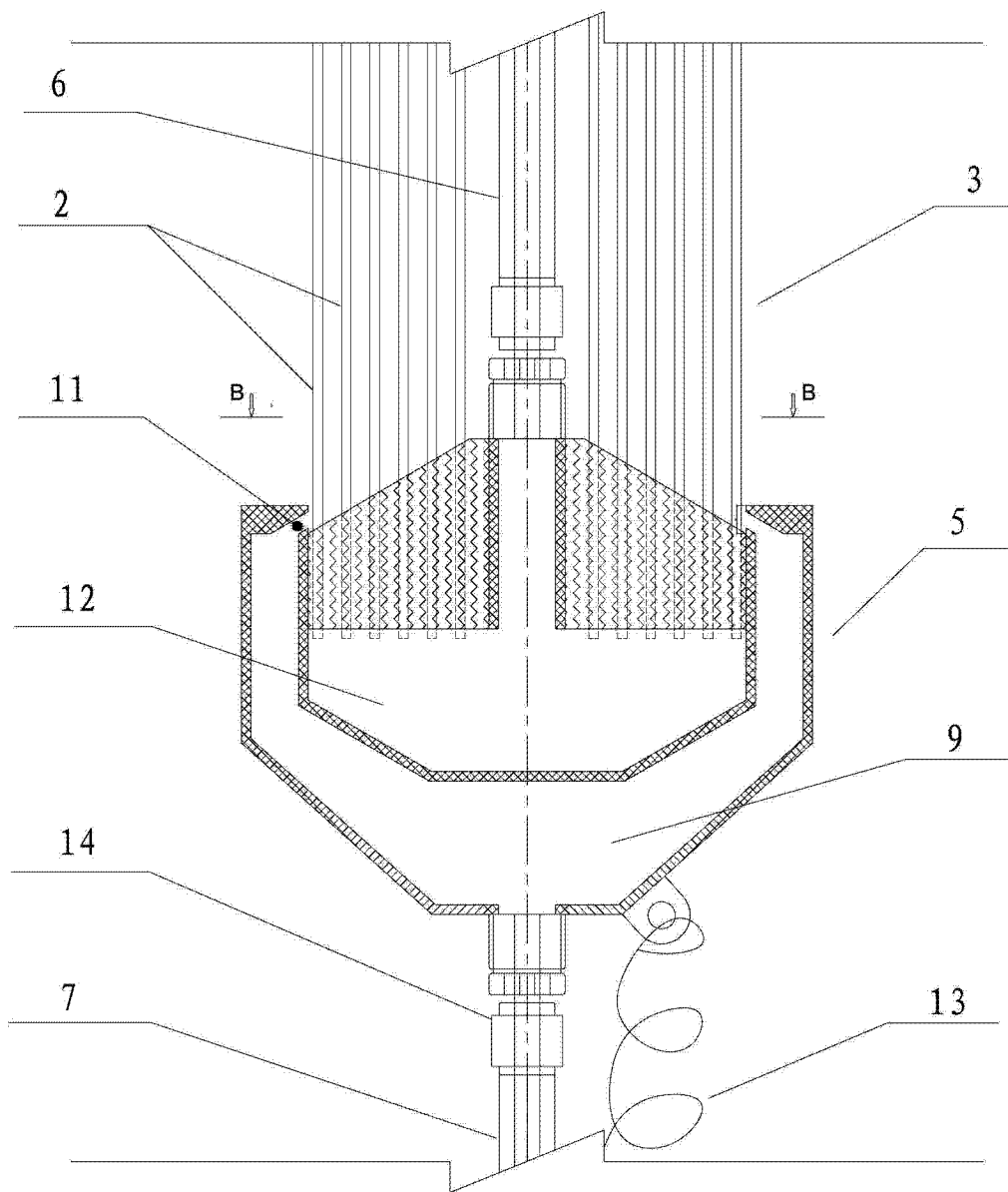


图 4

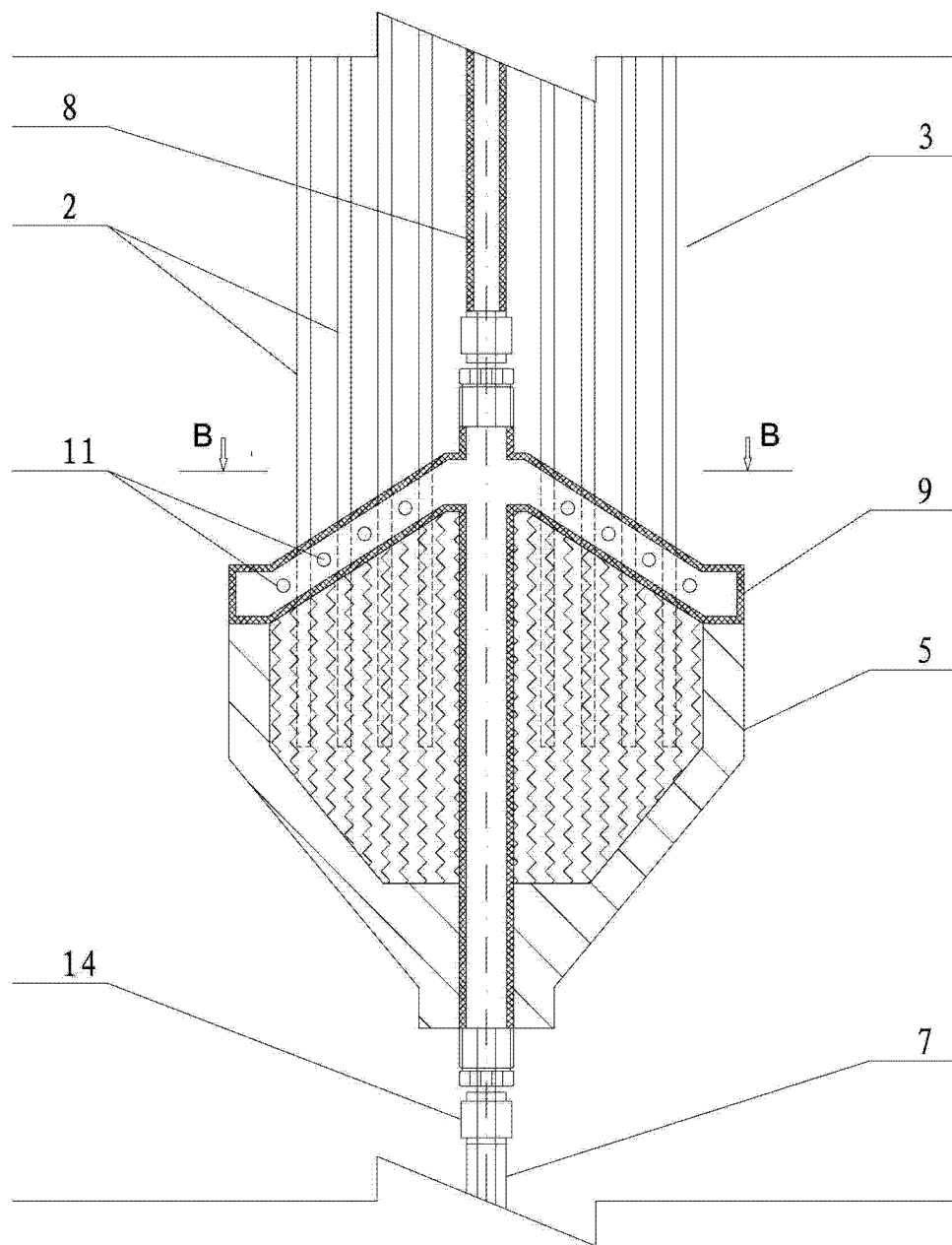


图 5

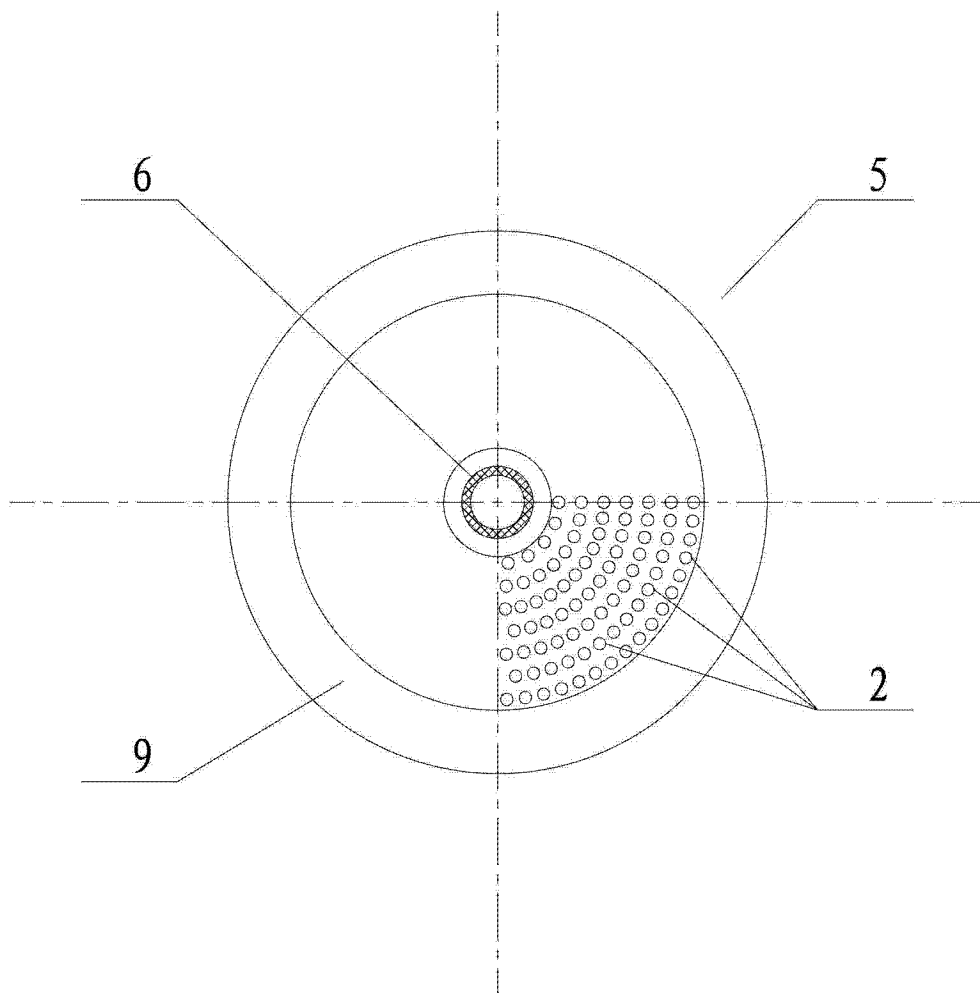


图 6

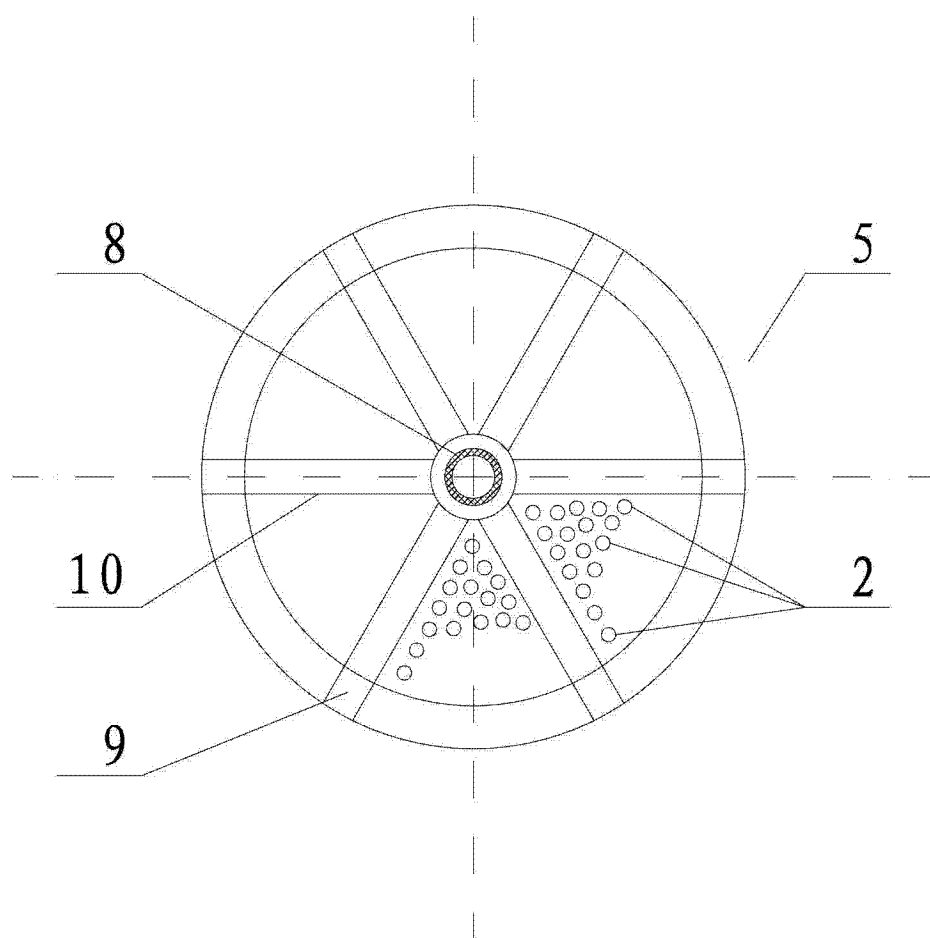


图 7

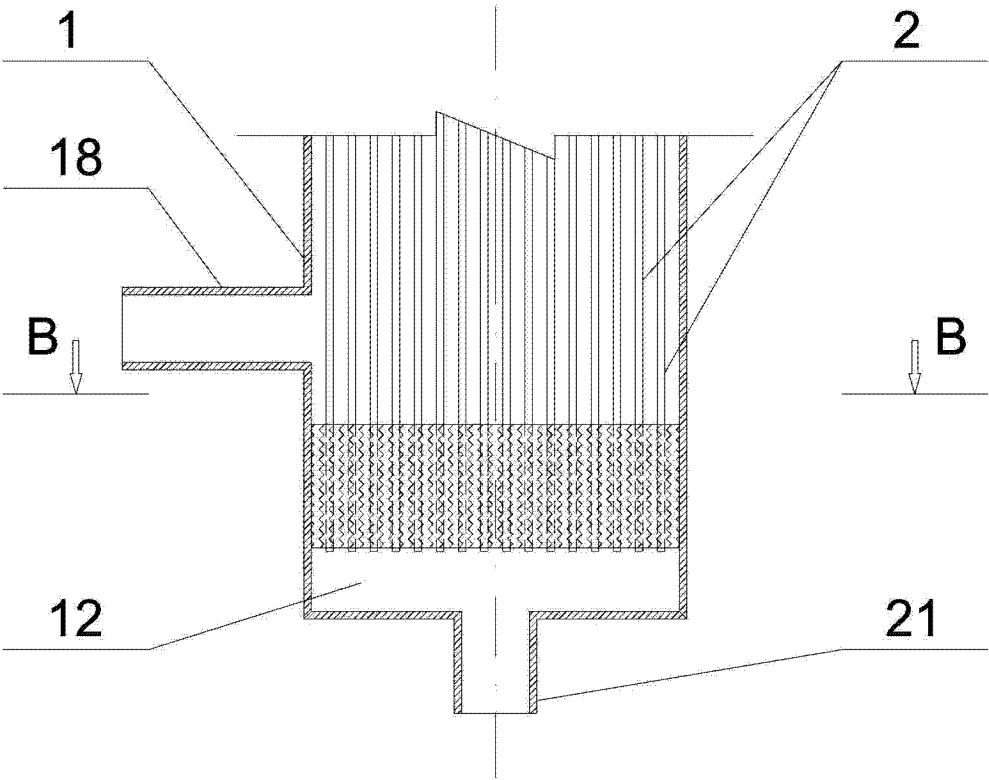


图 8

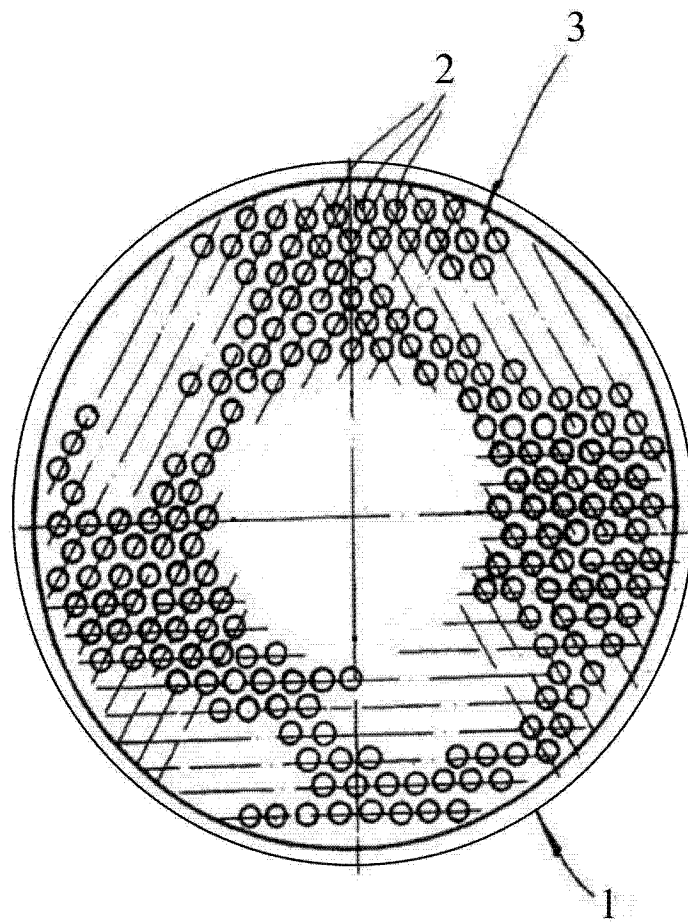


图 9

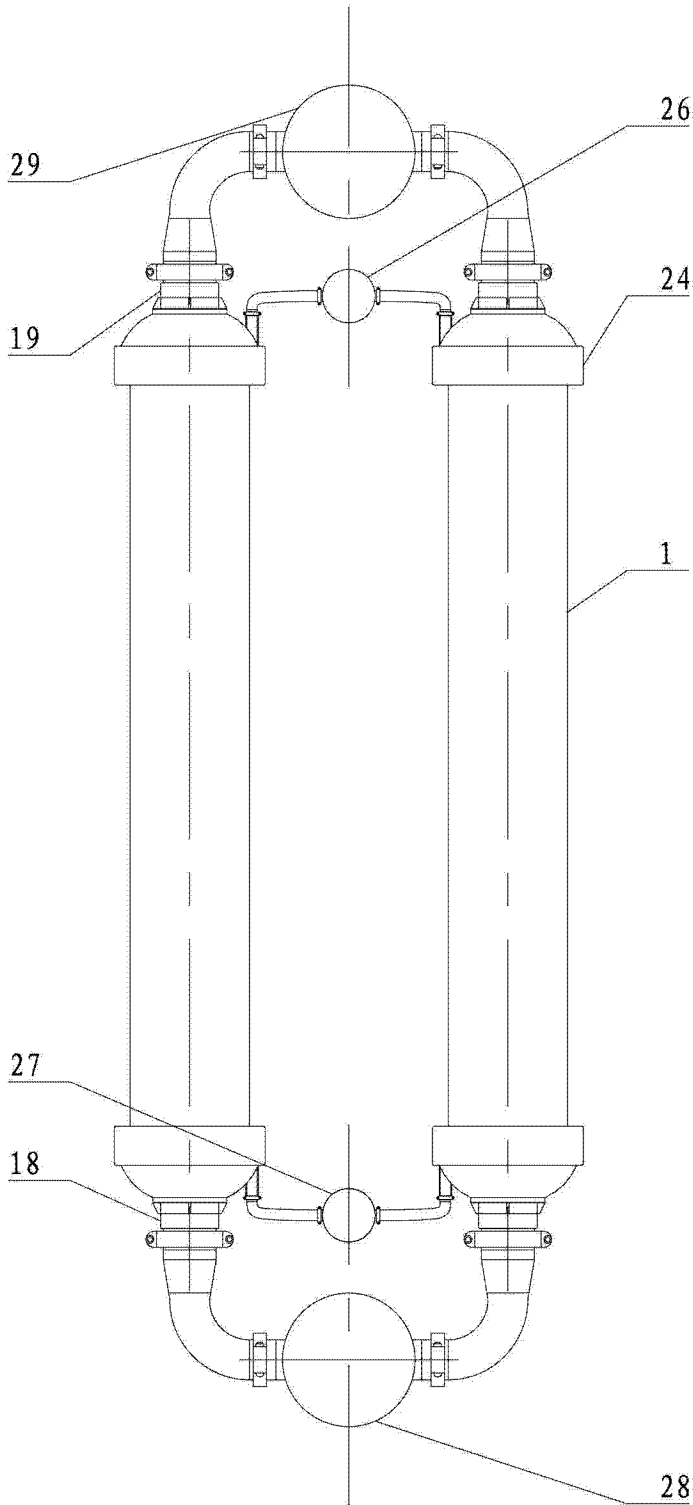


图 10