

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F28D 7/10 (2006.01)

F28D 7/02 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810150688.6

[43] 公开日 2009年2月11日

[11] 公开号 CN 101363694A

[22] 申请日 2008.8.21

[21] 申请号 200810150688.6

[71] 申请人 西安石油大学

地址 710065 陕西省西安市电子二路东段 18 号

[72] 发明人 吴 峰

[74] 专利代理机构 西安创知专利事务所

代理人 李子安

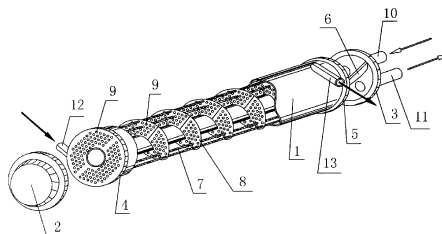
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器

[57] 摘要

本发明公开了一种换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器，由通过封头密封的壳体、设置在壳体侧壁上的壳程进口和壳程出口、位于壳体内部两端的封板一和封板二、设置在封头上的管程进口和管程出口、位于壳体内部的折流板及多个平行安装在封板一和封板二间的换热管组成；换热管包括外管和芯管及在二者间绕管芯环绕嵌设的内翅片；其折流板为连通壳程进口和壳程出口的螺旋折流板，三者组成纵向螺旋式壳侧流通通道；内翅片由波纹内翅片板弯曲而成且在外管和芯管间形成一个纵向螺旋式内翅片管，其与管程进口和管程出口连通组成管内流通通道。本发明结构简单合理，在强化壳侧及管侧传热、换热性能的同时，又能有效降低流阻及结垢现象。



1. 一种换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器，由通过左右两端封头进行密封的壳体（1）、设置在壳体（1）侧壁上的壳程进口（12）和壳程出口（13）、分别位于壳体（1）内部两端的封板一（4）和封板二（5）、设置在所述封头上的管程进口（10）和管程出口（11）、设置在壳体（1）内部的折流板以及多个平行安装在封板一（4）和封板二（5）间的换热管（7）组成，所述封板一（4）和封板二（5）上对应开有多个供换热管（7）穿过的通孔（9）；所述换热管（7）包括同心穿套的外管（14）和芯管（15）以及在二者间绕管芯环绕嵌设的内翅片（16），所述内翅片（16）与外管（14）和芯管（15）之间采用钎焊进行连接，其特征在于：所述折流板为连通壳程进口（12）和壳程出口（13）的螺旋折流板（8），所述壳程进口（12）、螺旋折流板（8）和壳程出口（13）组成纵向螺旋式的壳侧流通通道，螺旋折流板（8）的外侧边缘与壳体（1）侧壁的内壁之间固定连接，螺旋折流板（8）上对应开有多个供换热管（7）穿过的通孔（9）；

所述内翅片（16）由波纹内翅片板弯曲而成且在外管（14）和芯管（15）之间形成一个纵向螺旋式内翅片管，所述纵向螺旋式内翅片管上分布有多个纵向螺旋式流通通道，所述纵向螺旋式流通通道与管程进口（10）和管程出口（11）连通组成管内流通通道。

2. 按照权利要求1所述的换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器，其特征在于：所述管程进口（10）和管程出口（11）均位于同一个封头上，所述管内流通通道对应管程进口（10）和管程出口（11）分为两个流通通道，所述两个流通通道与管程进口（10）和管程出口（11）组成一个来回式的双管程管内流通通道。

3. 按照权利要求1所述的换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器，其特征在于：所述管程进口（10）和管程出口（11）均位于壳体（1）右端的右封头（3）上，所述封板二（5）和右封头（3）之间设置有一隔

板(6),隔板(6)设置在封板二(5)和右封头(3)之间的中心处。

4.按照权利要求3所述的换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器,其特征在于:所述隔板(6)与封板二(5)和右封头(3)之间均采用无缝钎焊进行连接。

5.按照权利要求1所述的换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器,其特征在于:所述管程进口(10)和管程出口(11)分别位于壳体(1)左右两端的两个封头上,所述管程进口(10)和管程出口(11)与所述纵向螺旋式流通通道组成一个单向式的单管程管内流通通道。

6.按照权利要求1至5中任一项权利要求所述的换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器,其特征在于:所述螺旋折流板(8)内流通的的介质黏性越大,其螺旋波纹越稀疏。

7.按照权利要求1至5中任一项权利要求所述的换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器,其特征在于:所述螺旋折流板(8)的螺旋波纹形状为连续周期函数,螺旋折流板(8)为连续螺旋片构成的折流板或由多个螺旋片搭接而成的折流板,螺旋折流板(8)为单螺旋结构、双螺旋结构或多螺旋结构且其与壳程进口(12)和壳程出口(13)相应组成一个单螺旋、双螺旋或多螺旋式的壳侧流通通道。

8.按照权利要求1至5中任一项权利要求所述的换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器,其特征在于:所述波纹内翅片板波纹的纹路与水平方向间的夹角为 α ,其中 $15^{\circ} \leq \alpha \leq 85^{\circ}$;所述波纹的波纹形状为连续周期函数,其纵向幅高与外管(14)和芯管(15)之间的间距相等;所述内翅片(16)中所流通的介质黏性越大,所述波纹内翅片板的波纹越稀疏,所述波纹的波长 λ 越大,所述纵向螺旋式流通通道的数量越少, α 越大;

所述螺旋折流板(8)内流通的的介质黏性越大,其螺旋波纹越稀疏,所述纵向螺旋式流通通道的数量越少。

9.按照权利要求1至5中任一项权利要求所述的换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器,其特征在于:所述壳体(1)为圆柱形。

换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器

技术领域

本发明涉及一种壳管式换热器，尤其是涉及一种换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器。

背景技术

在炼油、化工、环保、能源、电力等工业中，换热器是一种重要的单元设备，通常在化工厂的建设中，换热器约占总投资的10-20%；尤其在炼油厂的建设中，换热器约占全部工艺设备投资的35-40%。其中，管壳式换热器又占世界换热器市场总额的37%。在管壳式换热器中，一种流体在管内流动，另一种流体在壳侧流动，并通过管子进行热量交换。同时，壳侧布置有折流板，折流板为管子提供支撑，同时还使流体按特定的通道流动以改善其传热特性。

传统弓型折流板存在很多问题：①弓型折流板使流体垂直冲击壳体壁面，造成较大的沿程压降；②折流板与壳体壁面相接处产生流动滞止死区，降低了换热效率，且容易结垢；③折流板与壳体壁面之间及换热管与折流板之间存在漏流，使壳侧存在较大的旁路流动，而旁流及漏流降低了有效横掠管束的质量流量，故减小了壳侧的换热效率；④高流速流体横掠换热管束会诱导换热管的振动，缩短了换热器的寿命。

20世纪60年代，已有学者提出了螺旋折流板换热器的思想。螺旋折流板换热器是将折流板布置成近似的螺旋面，使换热器中的壳侧流体呈连续的螺旋状流动，以实现有效地降低壳侧的流动阻力及强化传热的目的。此外，在实现换热器的高效节能问题中开发出新型高效的强化传热元件同样关键，强化传热元件的研究是新型高效换热设备设计制造的基础。因此，合理设计开发新型高效换热器，同时实现壳管式换热壳侧及管侧传热强

化，又能有效降低流阻及结垢现象，提高换热器的整体换热性能对于节能降耗具有重要意义。

发明内容

本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足，提供一种换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器，其结构简单合理，在强化壳侧及管侧传热、换热性能的同时，又能有效降低流阻及结垢现象。

为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：一种换热管内外流体介质双螺旋流动壳管式换热器，由通过左右两端封头进行密封的壳体、设置在壳体侧壁上的壳程进口和壳程出口、分别位于壳体内部两端的封板一和封板二、设置在所述封头上的管程进口和管程出口、设置在壳体内部的折流板以及多个平行安装在封板一和封板二间的换热管组成，所述封板一和封板二上对应开有多个供换热管穿过的通孔；所述换热管包括同心穿套的外管和芯管以及在二者间绕管芯环绕嵌设的内翅片，所述内翅片与外管和芯管之间采用钎焊进行连接，其特征在于：所述折流板为连通壳程进口和壳程出口的螺旋折流板，所述壳程进口、螺旋折流板和壳程出口组成纵向螺旋式的壳侧流通通道，螺旋折流板的外侧边缘与壳体侧壁的内壁之间固定连接，螺旋折流板上对应开有多个供换热管穿过的通孔；

所述内翅片由波纹内翅片板弯曲而成且在外管和芯管之间形成一个纵向螺旋式内翅片管，所述纵向螺旋式内翅片管上分布有多个纵向螺旋式流通通道，所述纵向螺旋式流通通道与管程进口和管程出口连通组成管内流通通道。

所述管程进口和管程出口均位于同一个封头上，所述管内流通通道对应管程进口和管程出口分为两个流通通道，所述两个流通通道与管程进口和管程出口组成一个来回式的双管程管内流通通道。

所述管程进口和管程出口均位于壳体右端的右封头上，所述封板二和右封头之间设置有一隔板，隔板设置在封板二和右封头之间的中心处。

所述隔板与封板二和右封头之间均采用无缝钎焊进行连接。

所述管程进口和管程出口分别位于壳体左右两端的两个封头上，所述管程进口和管程出口与所述纵向螺旋式流通通道组成一个单向式的单管程管内流通通道。

所述螺旋折流板内流通的的介质黏性越大，其螺旋波纹越稀疏。

所述螺旋折流板的螺旋波纹形状为连续周期函数，螺旋折流板为连续螺旋片构成的折流板或由多个螺旋片搭接而成的折流板，螺旋折流板为单螺旋结构、双螺旋结构或多螺旋结构且其与壳程进口和壳程出口相应组成一个单螺旋、双螺旋或多螺旋式的壳侧流通通道。

所述波纹内翅片板波纹的纹路与水平方向间的夹角为 α ，其中 $15^\circ \leq \alpha \leq 85^\circ$ ；所述波纹的波纹形状为连续周期函数，其纵向幅高与外管和芯管之间的间距相等；所述内翅片中所流通的介质黏性越大，所述波纹内翅片板的波纹越稀疏，所述波纹的波长 λ 越大，所述纵向螺旋式流通通道的数量越少， α 越大；

所述螺旋折流板内流通的的介质黏性越大，其螺旋波纹越稀疏，所述纵向螺旋式流通通道的数量越少。

所述壳体为圆柱形。

本发明与现有技术相比具有以下优点，1、结构简单合理，加工制作方便且使用操作简便，同时，所制成换热器的种类多样，可为单壳程单管程、单壳程多管程及多壳程多管程类换热器，各类换热器冷热流体的进出口位置设计根据换热器的具体类型而定；2、采用换热管内外流体螺旋流动结构设计，实现换热器壳侧及管内流体的双纵向螺旋运动，其壳侧螺旋折流板为单螺旋、双螺旋或多螺旋结构；换热管为纵向螺旋内翅片管，由外管、芯管（堵塞或不堵塞）和纵向连续螺旋内翅片通道组成，且纵向螺旋内翅片管的波纹翅片板为锯齿形、波纹型等，其管内介质流动方向为纵向螺旋状旋转运动，大大加强了流动边界层的扰动，并促进边界层流体和主流流体的混合，强化对流换热；因而不仅增大了换热器的传热面积，使

得换热器结构更加紧凑，而且提高换热效率，减低了流体的流动阻力；3、减少了壳侧及馆内结垢现象，减轻换热管的振动，因而使换热器的使用寿命大大增加；4、通过在波纹内翅片板和/或螺旋折流板上连续开孔或缝，实现油类高黏度流体流动边界层及温度边界层的有效破坏，增强扰动，从而有效强化壳侧及管内的对流换热。总之，本发明在强化壳侧及管侧传热、换热性能的同时，又能有效降低流阻及结垢现象。

下面通过附图和实施例，对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

图1为本发明第一优选实施方式的整体结构示意图。

图2为图1中上半空间换热管的结构示意图。

图3为图1中下半空间换热管的结构示意图。

图4为本发明换热管中波纹内翅片板的结构示意图。

图5为本发明第二优选实施方式的整体结构示意图。

图6为本发明第三优选实施方式的整体结构示意图。

附图标记说明：

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1—壳体； | 2—左封头； | 3—右封头； |
| 4—挡板一； | 5—挡板二； | 6—隔板； |
| 7—换热管； | 8—螺旋折流板； | 9—通孔； |
| 10—管程进口； | 11—管程出口； | 12—壳程进口； |
| 13—壳程出口； | 14—外管； | 15—芯管； |
| 16—内翅片。 | | |

具体实施方式

实施例1

如图1所示，本发明由通过两端封头即左封头2和右封头3进行密封的壳体1、设置在壳体1侧壁上的壳程进口12和壳程出口13、分别位于

壳体 1 内部两端的封板一 4 和封板二 5、均设置在右封头 3 上的一组管程进口 10 和管程出口 11、设置在壳体 1 内部的折流板以及多个平行安装在封板一 4 和封板二 5 间的换热管 7 组成。其中，壳程进口 12 和壳程出口 13 分别位于壳体 1 的侧壁两端。所述封板一 4 和封板二 5 上对应开有多个供换热管 7 穿过的通孔 9，换热管 7 外壁与通孔 9 之间无缝焊接，在封板一 4 和封板二 5 之间形成平行的管通道。另外，壳体 1 为圆柱形的外壳。其封板一 4 和封板二 5 的周边与壳体 1 的内壁之间无缝焊接在一起。

本实施例中，壳程进口 12 位于壳体 1 侧壁的左端，而壳程出口 13 位于壳体 1 侧壁的右端；另外，折流板为连通壳程进口 12 和壳程出口 13 的螺旋折流板 8，也就是说，壳程进口 12、螺旋折流板 8 和壳程出口 13 组成一个纵向螺旋式的壳侧流通通道且螺旋折流板 8 为单螺旋结构，其螺旋折流板 8 的外侧边缘与壳体 1 侧壁的内壁之间固定连接，具体是通过无缝钎焊进行密封焊接固定。同时，螺旋折流板 8 上对应开有多个供换热管 7 穿过的通孔 9，这样通过穿过螺旋折流板 8 将由多个供换热管 7 组成的换热管束固定在封板一 4 和封板二 5 之间。在实际工作过程中，一种换热流体从左侧的壳程进口 12 进入，经过换热器内部由螺旋折流板 8 和壳体 1 内壁组成的壳程空间即从左至右的螺旋式流通通道后，从右侧的壳程出口 13 流出。

另外，螺旋折流板 8 的螺旋波纹形状为连续周期函数，螺旋折流板 8 为连续螺旋片构成的折流板或由多个螺旋片搭接而成的折流板，并且螺旋折流板 8 为单螺旋结构、双螺旋结构或多螺旋结构且其相应组成一个、两个或多个纵向螺旋式流通通道。在实际应用过程中，螺旋折流板 8 内流通的的介质黏性越大，其螺旋波纹越稀疏。也就是说，当螺旋折流板 8 内流通的的介质黏性比较大时，则相应采用单螺旋或双螺旋结构；而当螺旋折流板 8 内流通的的介质黏性较小时，则可以相应采用多螺旋结构。本实施例中，螺旋折流板 8 为单螺旋结构。

结合图 2、图 3，所述换热管 7 包括同心穿套的外管 14 和芯管 15 以

及在二者间绕管芯环绕嵌设的内翅片 16, 所述内翅片 16 与外管 14 和芯管 15 之间采用钎焊进行连接。其中, 所述内翅片 16 由波纹内翅片板弯曲而成且在外管 14 和芯管 15 之间形成一个圆柱状的纵向螺旋式内翅片管, 其纵向螺旋式内翅片管上分布有多个纵向螺旋式流通通道。所述纵向螺旋式流通通道与管程进口 10 和管程出口 11 连通组成管内流通通道。

结合图 4, 波纹内翅片板波纹的纹路与水平方向的夹角为 α , 其中 $15^\circ \leq \alpha \leq 85^\circ$ 。波纹内翅片板的波纹为锯齿形或波纹形, 并且波纹内翅片板可以为铜、钢或铝等金属板。本具体实施例中, 其波纹为正弦波形。其波纹内翅片板的波纹形状为连续周期函数, 其波纹的纵向幅高即正弦波的振幅与外管 14 和芯管 15 之间的间距相等。所述内翅片 16 中所流通的介质黏性越大, 所述波纹内翅片板的波纹越稀疏, 所述波纹的波长 λ 越大, 所述纵向螺旋式流通通道的数量越少, α 越大; 反之亦然, 即当所流通的介质黏性越小, 所述波纹内翅片板的波纹越密集, 所述波纹的波长 λ 越小, 所述纵向螺旋式流通通道的数量越多, α 越小。

本实施例中, 管程进口 10 和管程出口 11 均位于同一个封头即右封头 3 上, 封板二 5 和右封头 3 之间设置有一隔板 6, 隔板 6 水平设置在封板二 5 和右封头 3 之间的中心处, 并且隔板 6 与封板二 5、右封头 3 以及壳体 1 的内壁之间无缝焊接, 这样对应管程进口 10 和管程出口 11 将管内流通通道分成上下两部分。其中, 管程进口 10 位于右封头 3 的上部且其与隔板 6 上方的多个换热管 7 组成上部管内流通通道, 即上部管内流通通道与管程进口 10 相通, 又由于螺旋折流板 8 为从左向右螺旋, 则上部管内流通通道中的多个换热管 7 为从右向左螺旋 (详见图 3), 且其与壳侧流通通道为异向螺旋; 对应地, 管程出口 11 位于右封头 3 的下部且其与隔板 6 下方的多个换热管 7 组成下部管内流通通道, 即下部管内流通通道与管程出口 11 相通, 因而下部管内流通通道中的多个换热管 7 为从左向右螺旋 (详见图 2), 且其与壳侧流通通道为同向螺旋, 综上, 其上部管内流通通道和下部管内流通通道组成一个来回式的双管程管内流通通道。实

际应用过程中，另一种换热流体从管程进口 10 流入，经过上部管内流通通道和下部管内流通通道后，从管程出口 11 流出。这样，管程进口 10 和管程出口 11 和上、下部管内流通通道组成一个来回式的双管程管内流通通道。

综上，本实施例中，换热器为单壳程双管程换热器且其通过换热管 7 内外流体螺旋流动的结构设计，实现了换热器壳侧及管内流体的双纵向螺旋运动。

实施例 2

如图 5 所示，本实施例中，所述管程进口 10 和管程出口 11 的数量为一组，并且管程进口 10 和管程出口 11 分别位于壳体 1 左右两端的两个封头上，具体是管程进口 10 位于右封头 3 上，管程出口 11 位于左封头 2 上，并且封板二 5 和右封头 3 之间未设置隔板 6，这样，所述纵向螺旋式流通通道与管程进口 10 和管程出口 11 连通组成一个从右向左螺旋的单向式管内流通通道；其余部分的结构、连接关系、功能等均与实施例 1 相同。也就是说，本实施例与实施例 1 的区别之处在于：所述管程进口 10 和管程出口 11 分别位于两个封头上，二者与所述纵向螺旋式流通通道组成一单向式的单管程管内流通通道，并且所述管内流通通道与壳侧流通通道为异向螺旋。实际加工制作过程中，也可将所述管内流通通道与壳侧流通通道制作为同向螺旋，此时，管程进口 10 位于左封头 2 上，管程出口 11 位于右封头 3 上。

综上，本实施例中，该换热器为单壳程单管程换热器且其通过换热管 7 内外流体螺旋流动的结构设计，实现了换热器壳侧及管内流体的双纵向螺旋运动。

实施例 3

如图 6 所示，本实施例中，由两个换热器相串联组成，其换热流体从其中一个换热器的壳程进口 12 流入，经过螺旋折流板 8 形成的壳侧流通通道后，从本换热器的壳程出口 13 流出；同时，该换热器的壳程出口 13 与另

一个换热器的壳程进口 12 连通，因此，换热流体又从另一个换热器的壳程进口 12 流入，同样经过壳侧流通通道后，从其壳程出口 13 流出，这样，便形成一个来回式的双壳程流通通道。具体是：上一个换热器的壳程进口 12 位于壳体 1 的左侧，而其壳程出口 13 位于壳体 1 的右侧；对应地，下一个换热器的壳程进口 12 位于壳体 1 的右侧，而其壳程出口 13 位于壳体 1 的左侧。也就是说，左侧的壳程进口 12 为壳侧换热流体的总进口，而左侧的壳程出口 13 为壳侧换热流体的总出口；右侧的壳程进口 12 和壳程出口 13 相连通。综上，上一个换热器内的螺旋折流板 8 形成自左向右的纵向螺旋式壳侧流通通道，而下一个换热器内的螺旋折流板 8 形成自右向左的纵向螺旋式壳侧流通通道，这样，两个相串联的换热器相连通组成一个来回式的双壳程流通通道。

另外，两个换热器的管程进口 10 和管程出口 11 的数量均为一组且二者均位于同一个封头即右封头 3 上，其每个换热器内部的具体结构与实施例 1 相同；另外，上一个换热器的管程进口 10 为管内换热流体的总进口，该换热器的管程出口 11 与下一个换热器的管程进口 10 相连通，而下一个换热器的管程出口 11 为管内换热流体的总出口。综上，两个相串联的换热器最终组成两个来回式的管内流通通道，即整体构成一个 4 管程的管内流通通道。在实际应用过程中，也可以实现将多个换热器依次相串联，最终实现一个多壳程多管程的换热器结构。

以上所述，仅是本发明的较佳实施例，并非对本发明作任何限制，凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化，均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

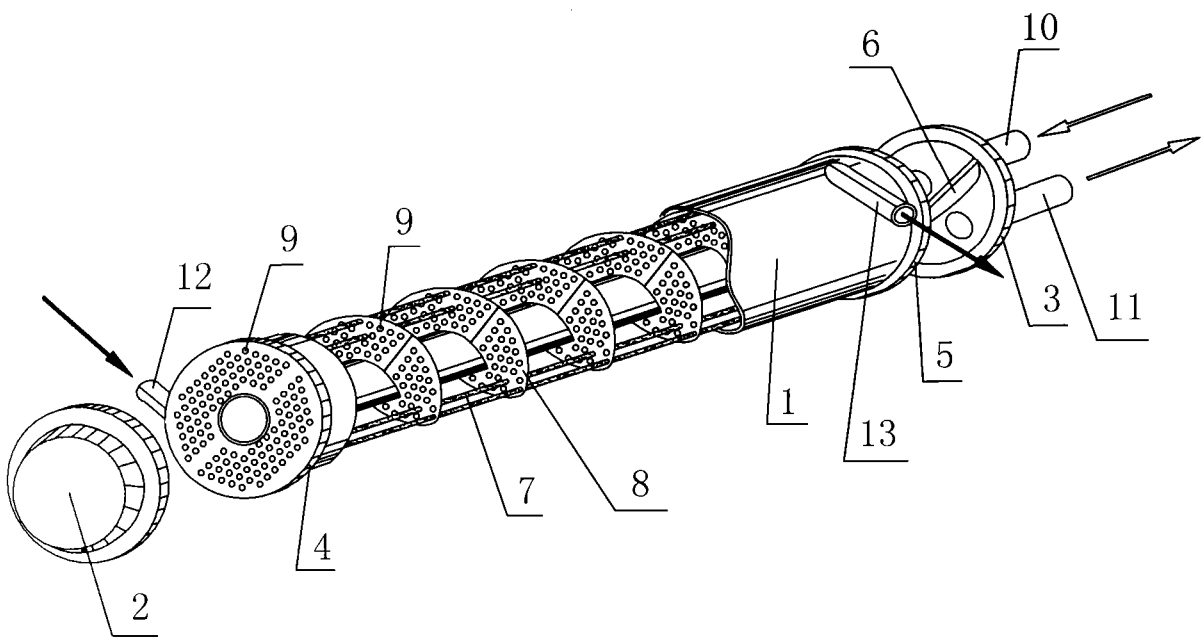


图1

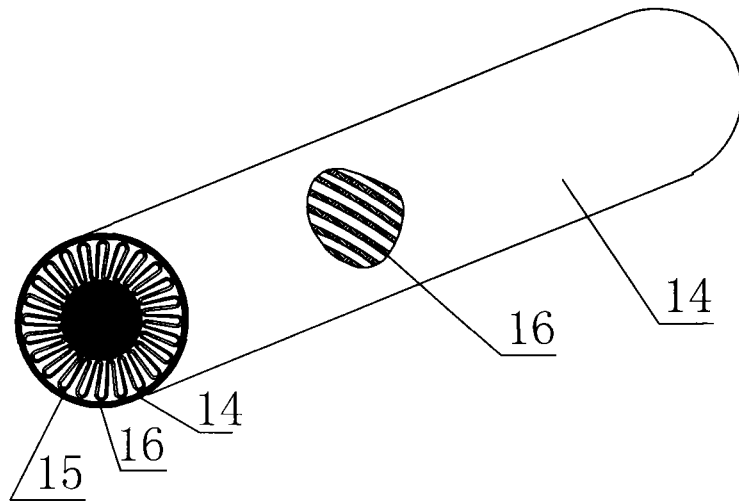


图2

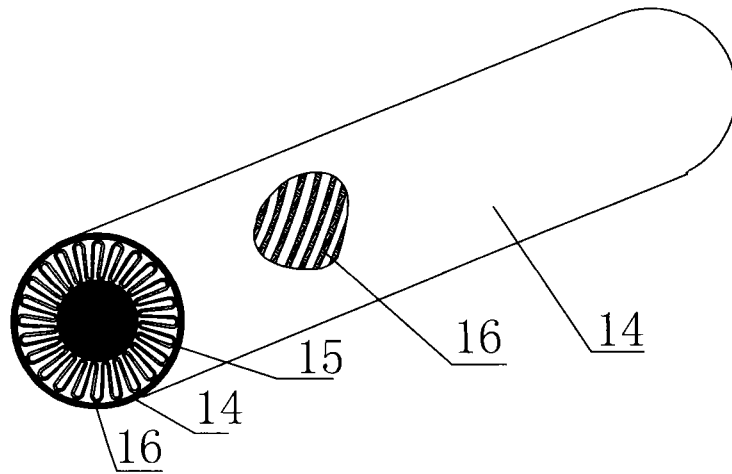


图3

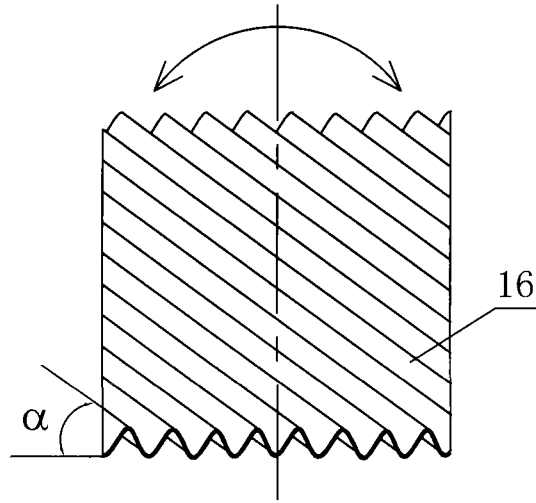


图4

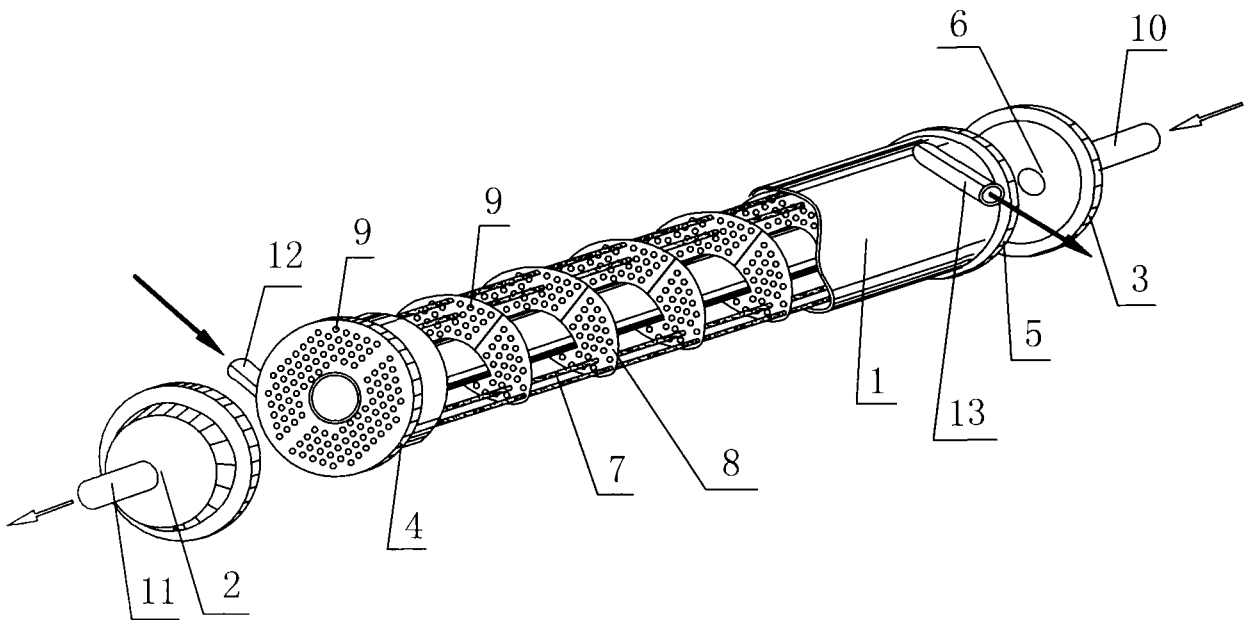


图5

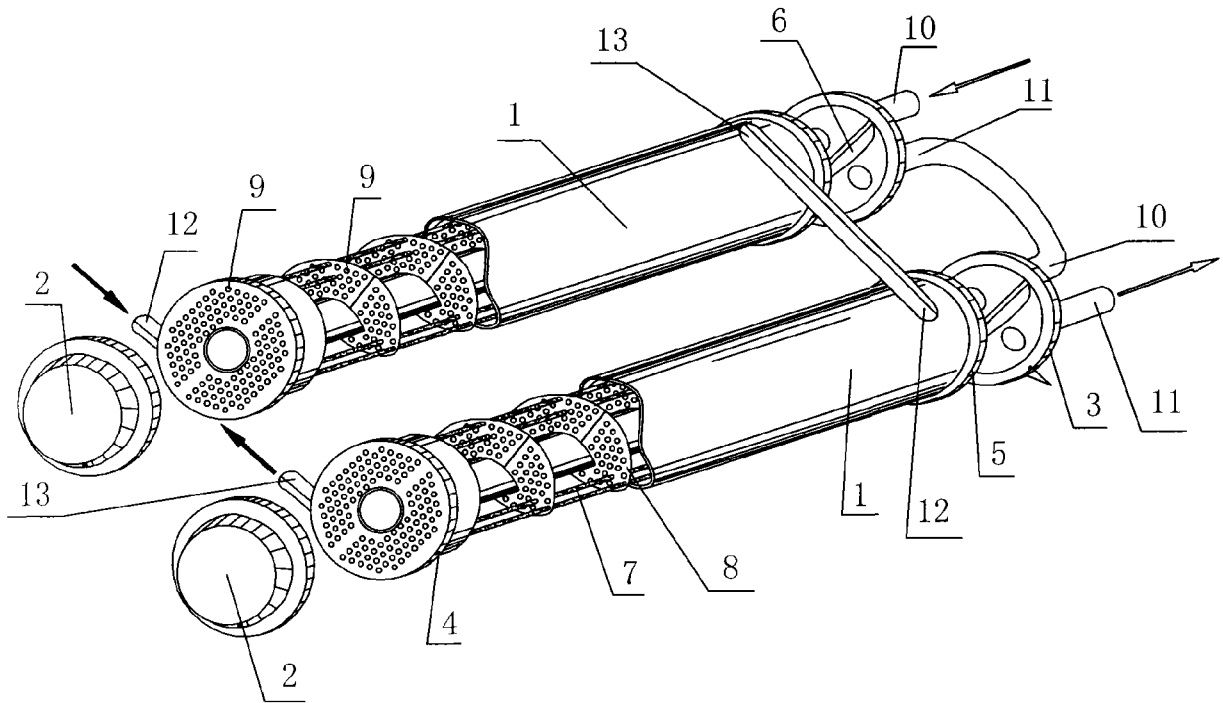


图6