



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203737130 U

(45) 授权公告日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201420073072. 4

(22) 申请日 2014. 02. 20

(73) 专利权人 沈阳化工大学

地址 110142 辽宁省沈阳市经济技术开发区
11 号

(72) 发明人 王宗勇 孟辉波 张春梅 吴剑华
胡少勇

(74) 专利代理机构 沈阳技联专利代理有限公司
21205

代理人 张志刚

(51) Int. Cl.

B01F 5/00 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

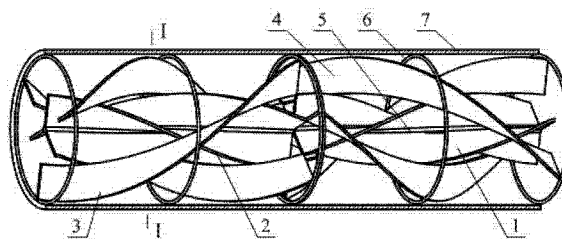
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 实用新型名称

管内同心双螺旋静态混合器

(57) 摘要

管内同心双螺旋静态混合器, 涉及一种流体混合器, 混合器旋向相同的内扭旋叶片沿定位圆杆(6) 外壁圆周方向均匀分布, 构成一个内螺旋元件; 旋向相同的外扭旋叶片沿管体(7) 内壁圆周方向均匀分布, 构成一个外螺旋元件。轴向相邻的内(外) 螺旋元件旋向相反, 首尾顺次连接且周向错开一定角度。内外螺旋元件长度相同且对应轴向位置的内外螺旋元件旋向相反。流体在内外螺旋元件作用下形成内外两个旋向相反的同心螺旋流, 各螺旋流内的流体被切割、旋转及合并, 进一步强化了流体的径向混合。本实用新型适用于各类流体的混合或反应, 特别适合应用在处理量大, 流动压降要求较小, 而混合器长度又不能较长的操作工况。



1. 管内同心双螺旋静态混合器,由内左旋叶片、内右旋叶片、外左旋叶片、外右旋叶片、定位圆杆、定位圆环、及管体构成,其特征在于,所述混合器旋向相同的内螺旋叶片沿定位圆杆(6) 外壁圆周方向均匀分布,构成一个内螺旋元件;内螺旋元件内螺旋叶片的结构相同,经焊接将各叶片与定位圆杆(5)连接在一起,并在保证圆周均布的同时还应确保各螺旋叶片的端面平齐,内螺旋元件内周向相邻螺旋叶片的夹角 α_i 的大小取决于内螺旋叶片的数量 n_i ,两者的关系为 $\alpha_i=360^\circ /n_i$;旋向相同的外螺旋叶片沿管体(7)内壁圆周方向均匀分布,构成一个外螺旋元件;外螺旋元件内的各螺旋叶片的结构相同,采用点接方式将各叶片固定在定位圆环内侧,保证各叶片圆周均布,而且端面平齐;每个外螺旋元件采用三个定位圆环(6) 进行周向定位并连接成一个整体,三个定位圆环(6) 分别位于外螺旋元件两端及中间截面;外螺旋元件内周向相邻螺旋叶片的夹角 α_o 与外螺旋叶片数量 n_o 两者的关系为 $\alpha_o=360^\circ /n_o$ 。

2. 根据权利要求1所述的管内同心双螺旋静态混合器,其特征在于,所述内螺旋元件或外螺旋元件在混合器管体(7) 轴线方向连续首尾顺次连接,相邻螺旋元件的螺旋叶片旋向相反,且相邻内或外螺旋元件在分界面处错开角度 β_i 或 β_o ,错开角度为混合元件内周向相邻螺旋叶片夹角 α_i 或 α_o 的一半,即 $\beta_i=\alpha_i/2$, $\beta_o=\alpha_o/2$ 。

3. 根据权利要求2所述的管内同心双螺旋静态混合器,其特征在于,所述相邻的内或外螺旋元件的螺旋叶片旋向不同,长度,宽度,厚度,扭转角及数量均相同;每个内螺旋元件叶片数量 n_i 与对应的外螺旋元件叶片数量 n_o 相同或不同,其数量范围均为 2~5。

4. 根据权利要求3所述的管内同心双螺旋静态混合器,其特征在于,所述内螺旋叶片与外螺旋叶片的扭旋中心均为管体(7) 轴线,内外螺旋叶片扭转角范围为 $90^\circ \sim 270^\circ$,内螺旋元件外直径与外螺旋元件内直径(D_{in})相同,保留 1mm 间隙;内外螺旋元件轴向长度(L)相同,取 1~3 倍管体(7) 内直径。

5. 根据权利要求1所述的管内同心双螺旋静态混合器,其特征在于,所述定位圆杆长度等于管体(7) 长度,定位圆环外直径与管体(7) 内壁贴合;内螺旋元件利用定位圆杆(5) 连接在一起,外螺旋元件通过对交界面处的两个定位圆环(6) 的焊接构成一个整体。

管内同心双螺旋静态混合器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种流体物料混合器,特别是涉及一种管内同心双螺旋静态混合器。

背景技术

[0002] 静态混合器是一种能够实现两种或两种以上流体连续混合或反应的管式混合装置。静态混合器没有运动构件,而是利用流体自身的运动,在混合元件的作用下实现流体的混合。混合元件的结构形式及排列方式决定了流体的流动状态,对于混合器的混合性能或反应效果具有重要影响。在众多已经实现工业化应用的静态混合器当中,根据混合元件对流体的作用方式的不同,主要分为旋流式、绕流式及分流式三种类型混合器。其中,旋流式混合器以 Kenics 混合器为代表,它是利用扭旋叶片迫使流体在混合管内螺旋流动,在离心力的作用下实现流体的径向流动,同时由于相邻螺旋元件旋向交替变化并成垂直布置,对流体起到了分割及汇合作用,进而实现了对流体的混合;绕流式混合器采用一定排列方式的板条组合结构,迫使流体产生绕流并且改变流动方向,利用不同绕流的重新汇合实现流体的混合,如 SML 型和 SMX 型混合器;分流式混合器的典型代表是 SMV 型混合器,它是采用多层波纹板对流体进行分割,同时利用倾斜的通道改变流体的流动方向,从而实现了不同流道内流体的混合。这些类型的混合器具有不同的流动特性及混合机理,适用于不同的流体物性及操作条件。大量实验研究及工程应用结果表明,一定结构的混合元件必须与一定物性参数的流体相配合,并且在一定的操作条件下才能充分发挥出混合器良好的混合性能。

[0003] 随着静态混合器应用范围的不断扩大,传统的一些混合器已经很难适应新的操作工况,比如流体处理很大,而流动压降又要求较小,同时混合器的制造及运行成本又要较低等苛刻运行条件,本实用新型的目的就是开发出一种能够适应这些特殊要求的新型静态混合器。流体处理量大往往意味着在一定混合器直径条件下,流体的流动速度大,而流动阻力与速度的平方成正比,因此压降会很大,若要降低压降只有两种途径:一是降低流速,即增大混合器直径;二是简化混合元件结构,降低单位管长压降。流速降低及元件结构简化通常意味着混合器混合效果的降低,若要达到生产工况要求的混合性能,势必要增加混合器长度,进而又增加了系统压降,同时增大了混合或反应时间。因此要满足上述的工况要求,必须使混合器在低流速下具有非常良好的混合性能,并且混合元件要结构简单、便于制造。很明显绕流式及分流式混合器由于单位管长压降很大不满足这样的要求,只能在旋流式混合器中选择符合上述工况要求的混合器。但是现有的旋流式混合器由于混合性能相对较差,必须开发出新型高效的旋流式混合器才能适应上述较为苛刻的操作工况。

[0004] 若要提高旋流式混合器的混合性能,必须改进或优化传统旋流式混合器的混合元件,在轴向多螺旋流的基础上,设法使径向也形成多螺旋流,利用径向多螺旋流的相互影响、相互耦合提高混合器横截面内流体的均布,进而提高整个混合器的混合效果。

发明内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种管内同心双螺旋静态混合器,该混合器利用径向多螺旋流的相互影响、相互耦合提高混合器横截面内流体的均布,进而提高整个混合器的混合效果,并且结构简单,流动无死角或短路,流动阻力小,在湍流状态下也具有明显的混合强化效果。

[0006] 本实用新型的目的是通过以下技术方案实现的:

[0007] 管内同心双螺旋静态混合器,由内左旋叶片、内右旋叶片、外左旋叶片、外右旋叶片、定位圆杆、定位圆环、及管体构成,所述混合器旋向相同的内螺旋叶片沿定位圆杆外壁圆周方向均匀分布,构成一个内螺旋元件;内螺旋元件内螺旋叶片的结构相同,经焊接将各叶片与定位圆杆连接在一起,并在保证圆周均布的同时还应确保各螺旋叶片的端面平齐,内螺旋元件内周向相邻螺旋叶片的夹角 α_i 的大小取决于内螺旋叶片的数量 n_i ,两者的关系为 $\alpha_i = 360^\circ / n_i$;旋向相同的外螺旋叶片沿管体内壁圆周方向均匀分布,构成一个外螺旋元件;外螺旋元件内的各螺旋叶片的结构相同,采用点接方式将各叶片固定在定位圆环内侧,保证各叶片圆周均布,而且端面平齐;每个外螺旋元件采用三个定位圆环进行周向定位并连接成一个整体,三个定位圆环分别位于外螺旋元件两端及中间截面;外螺旋元件内周向相邻螺旋叶片的夹角 α_o 与外螺旋叶片数量 n_o 两者的关系为 $\alpha_o = 360^\circ / n_o$ 。

[0008] 所述的管内同心双螺旋静态混合器,所述内螺旋元件或外螺旋元件在混合器管体轴线方向连续首尾顺次连接,相邻螺旋元件的螺旋叶片旋向相反,且相邻内或外螺旋元件在分界面处错开角度 β_i 或 β_o ,错开角度为混合元件内周向相邻螺旋叶片夹角 α_i 或 α_o 的一半,即 $\beta_i = \alpha_i / 2$, $\beta_o = \alpha_o / 2$ 。

[0009] 所述的管内同心双螺旋静态混合器,所述相邻的内或外螺旋元件的螺旋叶片旋向不同,长度,宽度,厚度,扭转角及数量均相同;每个内螺旋元件叶片数量 n_i 与对应的外螺旋元件叶片数量 n_o 相同或不同,其数量范围均为 2~5。

[0010] 所述的管内同心双螺旋静态混合器,所述内螺旋叶片与外螺旋叶片的扭旋中心均为管体轴线,内外螺旋叶片扭转角范围为 $90^\circ \sim 270^\circ$,内螺旋元件外直径与外螺旋元件内直径 D_{in} 相同,保留 1mm 间隙;内外螺旋元件轴向长度 L 相同,取 1~3 倍管体内直径。

[0011] 所述的管内同心双螺旋静态混合器,所述定位圆杆长度等于管体长度,定位圆环外直径与管体内壁贴合;内螺旋元件利用定位圆杆连接在一起,外螺旋元件通过对交界面处的两个定位圆环的焊接构成一个整体。

[0012] 本实用新型的优点与效果是:

[0013] 1. 本实用新型混合效果好,流体在内外螺旋元件作用下形成同心的双螺旋流,形成了径向及轴向多螺旋流共存的流动状态,各螺旋流之间相互耦合、相互叠加,混合效果显著提高;

[0014] 2. 本实用新型的流型更加接近平推流,无流动死角,无短路,不会发生个别流股返混或无法流出混合器的情况;

[0015] 3. 本实用新型应用范围广泛,特别适合层流、处理量大、流动压降要求小的操作工况;

[0016] 4. 本实用新型的水力直径大,流动阻力小,可用于较高粘度物系;

[0017] 5. 本实用新型结构简单,加工制造成本低,便于维护。

[0018] 6. 本实用新型可替代塔式或釜式反应器,能够实现反应过程的连续化。

附图说明

[0019] 图 1 为本实用新型的装配结构图;

[0020] 图 2 为本实用新型 I-I 截面剖视图;

[0021] 图 3 为本实用新型内混合元件(包括左旋和右旋)装配结构示意图;

[0022] 图 4 为本实用新型内混合元件轴向视图(虚线表示下一混合单元入口叶片端面);

[0023] 图 5 为本实用新型外混合元件(包括左旋和右旋)装配结构示意图;

[0024] 图 6 为本实用新型外混合元件轴向视图(虚线表示下一混合单元入口叶片端面)。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图所示实施例,对本实用新型作进一步详述。

[0026] 管内同心双螺旋静态混合器,由内左旋叶片,内右旋叶片,外左旋叶片,外右旋叶片,定位圆杆,定位圆环及管体构成。旋向相同的内扭旋叶片沿定位圆杆外壁圆周方向均匀分布,构成一个内螺旋元件;旋向相同的外扭旋叶片沿管体内壁圆周方向均匀分布,构成一个外螺旋元件。内或外螺旋元件沿混合器轴线方向首尾连续排列,轴向相邻的内或外螺旋元件旋向相反,且周向错开一定角度。

[0027] 混合器内或外螺旋元件无论相互之间还是彼此之间其长度均相同,并且对应的内外螺旋元件的进口端面或出口端面位于同一个横截面上,这样的结构有利于保证混合器内所有流体的停留时间相同,消除轴向返混,提高混合效果。内外混合元件长度取决于操作工况对于混合时间及系统压力的要求,在螺旋叶片扭转角不变的情况下,螺旋元件长度减小会提高流体的周向及径向速度,单位管长的混合能力会提高,但单位管长压降也会增大,由于两者之间相互影响,混合元件长度对于一定的操作工况存在一个适宜值,混合元件长度通常取混合器内直径的 1~3 倍。

[0028] 混合器对应的内外螺旋元件的叶片旋向相反,扭旋中心均为混合管轴线,这样的布置结构可使进入混合器的流体在任一横截面内形成两个旋向相反的同心螺旋流,两个螺旋流在相应离心力的作用下产生径向的物质及能量的传递及交换。在雷诺数较小的层流状态下,虽然螺旋流的径向离心力很小,但该力会使内外螺旋流内的流体粒子形成复杂的混沌流,由于混沌流具有各态遍历的特性,待混合的各流体就会彼此混合均匀,这就是该混合器在层流状态下具有良好混合效果的原因。

[0029] 混合器各个内(外)螺旋元件内的螺旋叶片端面平齐,包括旋向在内的所有结构参数相同,相邻的内(外)螺旋元件的螺旋叶片除旋向外其余结构参数(包括叶片长度、宽度、厚度、扭转角等)相同。这样的结构便于混合器的加工制造,降低设备成本,更为重要的是可以使混合器内流体在轴向、径向及周向得到均布,提高混合效果。

[0030] 混合器各个内(外)螺旋元件内的螺旋叶片数量相同,而对应的内与外螺旋元件的螺旋叶片数量可相同亦可不同。混合元件内螺旋叶片的数量决定了对于进入混合单元流体的分割程度,螺旋叶片越多流体细分的程度越高,在低雷诺数下分布混合的效果更明显,但同时流体的形体阻力也会更大。一般情况下,混合元件内螺旋叶片的数量应在 2~5 范围内。

[0031] 混合器对应的内与外螺旋元件的螺旋叶片扭转角可相同亦可不同。螺旋叶片的扭

转角决定了流体在叶片作用下的扭曲程度,扭转角越大流体的径向及周向流速也会越大,但同时流动阻力也会越大。对于不同的流体及处理量,取得良好混合效果的叶片扭转角存在一个最佳值,该值的范围通常为 $90^{\circ} \sim 270^{\circ}$ 。

[0032] 混合器内螺旋元件的外径与外螺旋元件的内径相同,通常为混合器内直径的 0.4~0.6 倍,其确定的具体原则是要保证内旋流与外旋流的流量近似相同。这样可以保证内外螺旋流在径向进行充分的物质与能量传递,同时便于内外螺旋元件连接在一起,有利于整个混合器内件的固定。

[0033] 混合器轴向相邻的内(外)螺旋元件在交界面处错开一定角度,保证前一混合单元流道内的流体被下一混合单元的螺旋叶片一分为二,这样就实现了不同流体微团的分割、合并过程,该过程每经过一个混合单元时均被重复一次,从而实现了流体的均化。前后螺旋元件的错开角度为周向相邻螺旋叶片夹角的一半,即 $\beta_i = \alpha_i / 2$, $\beta_o = \alpha_o / 2$ 。

[0034] 混合器内螺旋元件的各螺旋叶片焊接固定于定位圆杆外壁,而外螺旋元件的各螺旋叶片焊接固定在定位圆环的内侧,每个外螺旋元件具有三个定位圆环,分别位于两个端面及中间截面。所有的内螺旋元件通过定位圆杆焊接成一个整体,而所有的外螺旋元件通过对分界面前后两个定位圆环的焊接也连接成一个整体。整个内螺旋元件插入到外螺旋元件后,调整内外螺旋元件相对周向方位,在内外螺旋叶片接触点处进行点焊固定。

[0035] 实施例 1:

[0036] 如图 1-6 所示:本实用新型所提供的管内同心双螺旋静态混合器,包括左旋叶片 1,内右旋叶片 2,外左旋叶片 3,外右旋叶片 4,定位圆杆 5,定位圆环 6 及管体 7。

[0037] 内外螺旋叶片 1,2,3,4 均采用不锈钢板,两端利用夹具直接扭转而成或采用专用模具冲压制成,其长径比(螺旋板轴向长度与管体内直径之比)在 1.0~3.0 之间,扭转角在 $90^{\circ} \sim 270^{\circ}$ 之间,螺旋叶片厚度在 2~3mm 左右。定位圆杆及定位圆环均采用直径为 3~4mm 的圆钢制成,定位圆环应保证其外直径与管体内壁紧密贴合。

[0038] 内外螺旋元件在制作过程中要保证其各螺旋叶片的扭转轴向重合,并能保证安装到管体内时与混合器轴线保持一定的同轴度,同轴度偏差不大于 2mm。混合元件内各相邻螺旋叶片周向夹角偏差不大于 5° 。

[0039] 内外螺旋元件在配置过程中应确保轴向相邻的内(外)螺旋元件的叶片旋向相反,同时在混合器任一横截面处对应的内外螺旋元件的叶片旋向也相反。轴向相邻螺旋元件错开角度偏差控制在 5° 以内。

[0040] 内外混合元件的数量可根据混合效果及流动压降的要求设置,但为了便于制造安装,每个混合器的长度不宜超过 2m,每个混合器内(外)混合元件数量不超过 20 个。如操作工况需要更多的混合元件可将多个混合器串联使用。

[0041] 对应的内外螺旋元件的螺旋叶片在分界圆柱面上具有多个接触点,各接触点采用点焊固定连接,保证混合器在工作过程中内外螺旋元件不产生相互移动,同时也能提高内外螺旋叶片的刚度。

[0042] 本实用新型与传统的 Kenics 型混合器相比螺旋流道数量明显增多,以内外螺旋元件均为 3 个螺旋叶片为例,本实用新型具有 6 个螺旋流道,而 Kenics 型混合器仅有 2 个螺旋流道,混合效果明显提高。

[0043] 本实用新型可垂直布置、水平布置、倾斜布置;或垂直、水平、倾斜组合布置;可单

一使用也可串联或并联使用,串联或并联使用时可采用对接或采用连接管连接,连接方式可采用焊接或法兰连接。

[0044] 实施例 2:

[0045] 本实施例为本实用新型在甲醇吸收氨气方面的应用实例。

[0046] 本实用新型的管内同心双螺旋静态混合器用作管式吸收反应器,反应器公称直径 100mm,长度 4800mm(四根混合管串联),内外螺旋元件内螺旋片数量为 3,螺旋片扭转角度为 180° ,螺旋元件长径比为 2。利用泵驱动甲醇进入射流喷射器,在喷射器内引入氨气(氨气压力为 0.2bar),两者由喷射器出口进入吸收反应器,在反应器内实现内外螺旋流动,通过内外螺旋板的旋流、剪切、移位等混合作用完成吸收反应过程。在反应器夹套内通入冷却水控制反应温度,使整个反应管长度范围内的温度保持一致并恒定,从反应器流出的氨甲醇进入半成品罐,由半成品罐再次经泵进入反应器进行循环反应,直到罐中氨甲醇浓度达到规定要求(质量浓度 26%)。实验结果表明物料在管式吸收反应器内混合效果好,物料接触充分,反应速度快,与以前的塔式吸收相比由 120 分钟缩短为 30 分钟。参与反应的物料在反应器内只有径向混合,无轴向返混,停留时间均匀,实现了平推流反应。

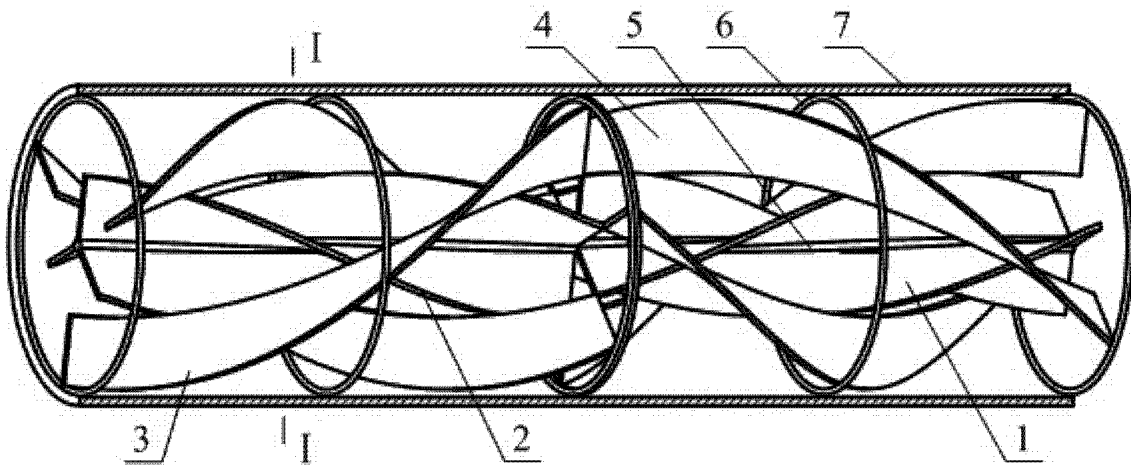


图 1

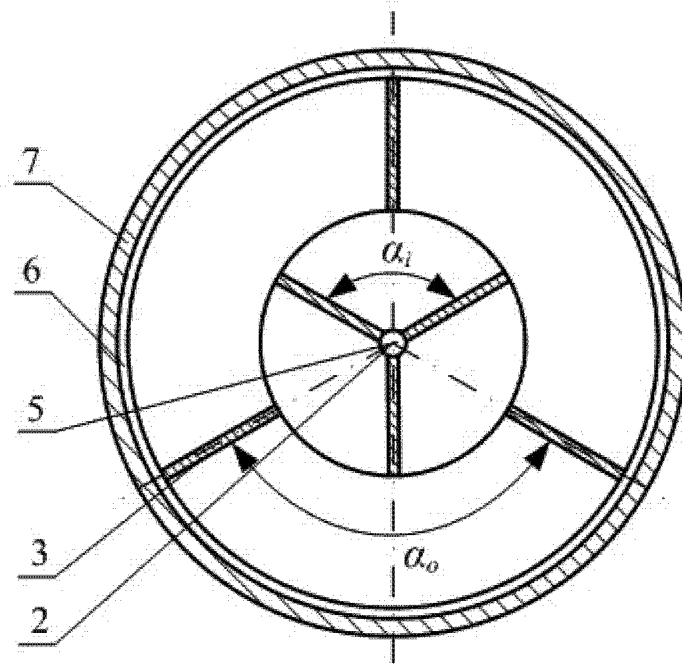


图 2

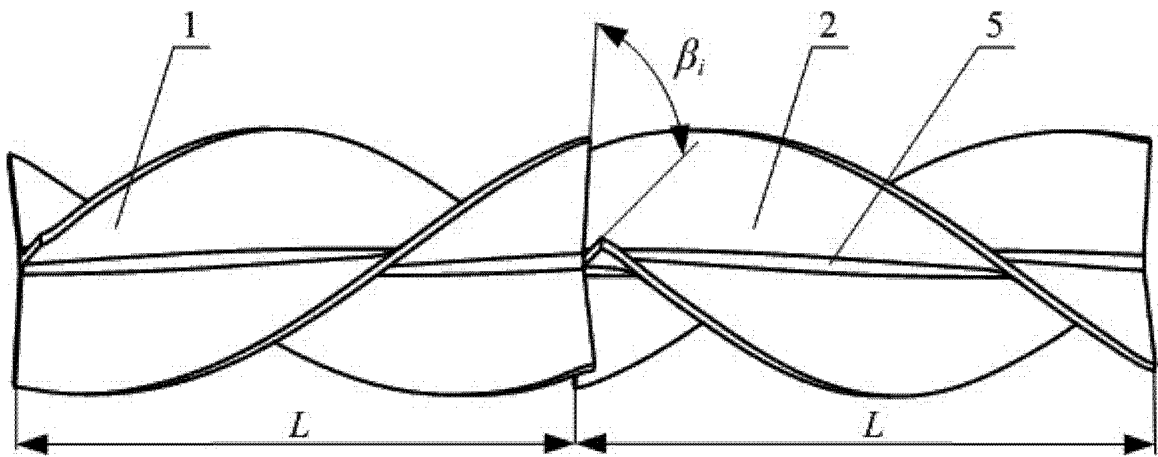


图 3

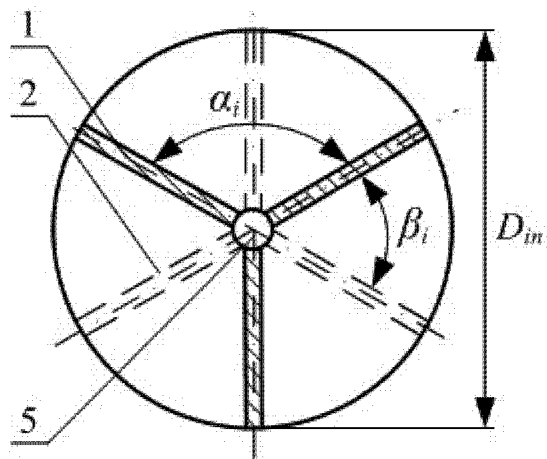


图 4

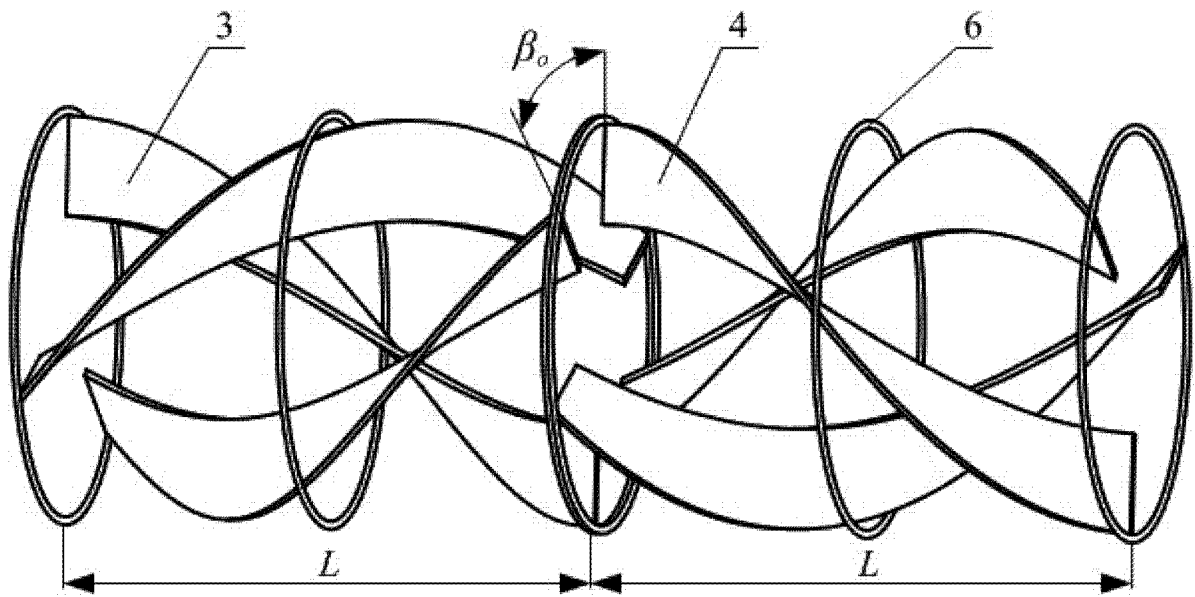


图 5

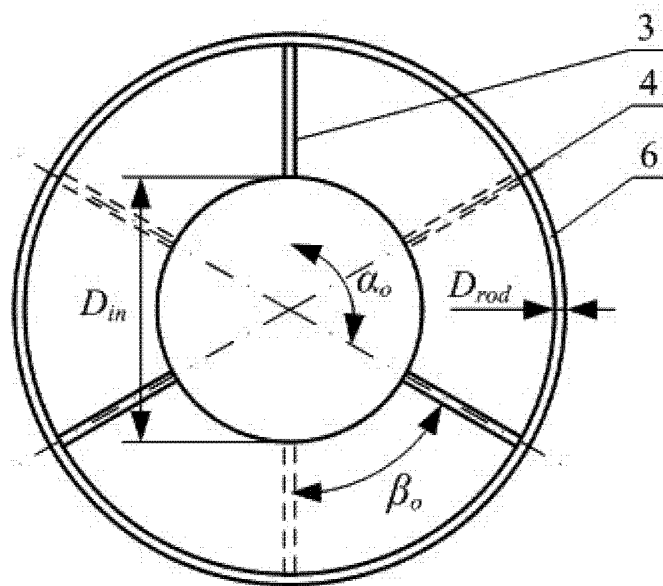


图 6