



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106403699 B

(45)授权公告日 2018.06.26

(21)申请号 201610998549.3

(22)申请日 2016.11.14

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106403699 A

(43)申请公布日 2017.02.15

(73)专利权人 北京化工大学  
地址 100029 北京市朝阳区北三环东路15号

(72)发明人 阎华 杨优生 丁玉梅 关昌峰  
杨卫民

(51)Int.Cl.  
F28F 13/12(2006.01)  
F28F 19/00(2006.01)  
F28G 3/10(2006.01)

(56)对比文件

- CN 206160801 U, 2017.05.10, 权利要求1-4.
- US 4832114 A, 1989.05.23, 全文.
- CN 102128559 A, 2011.07.20, 全文.
- CN 201517905 U, 2010.06.30, 全文.
- CN 204806953 U, 2015.11.25, 全文.
- CN 101762203 A, 2010.06.30, 全文.

审查员 伏晓艳

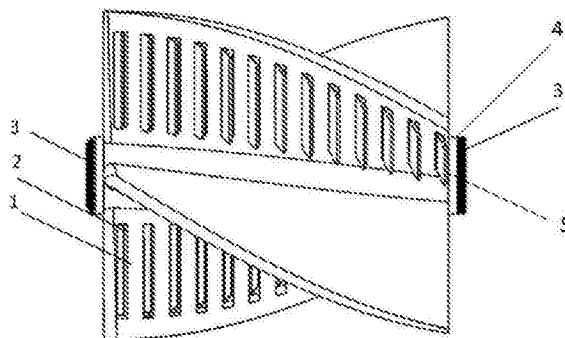
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

换热管内磁性仿生叶片转子

(57)摘要

本发明的目的是设计一种新结构的转子,该转子的叶片表面设置了矩形开孔结构,并且在矩形开孔处设置有与叶片整体方向相反的螺旋小叶片结构,同时在转子空心轴两端附加有磁铁,该结构转子在明显减小相邻转子间摩擦阻力与降低流体阻力的同时,并未减弱转子的强化传热以及自清洁性能,反而能够进一步提高转子的强化换热以及除垢性。



1. 换热管内磁性仿生叶片转子,其特征在于:由磁铁、空心轴、实心叶片和仿生叶片构成的,磁铁位于空心轴两端,磁铁外径大于空心轴外径,前转子头部磁铁与后转子尾部磁铁为同极;仿生叶片和实心叶片相互间隔位于空心轴表面,仿生叶片和实心叶片外径小于换热管内径,仿生叶片和实心叶片绕空心轴呈螺旋状,实心叶片表面光滑,而仿生叶片表面设置有开孔结构。

2. 根据权利要求1所述的换热管内磁性仿生叶片转子,其特征在于:将仿生叶片进行开孔处理,开孔形状为矩形,并在开孔处设置与叶片旋转方向相反的螺旋小叶片,开孔的仿生叶片最先与流体接触的棱边进行倒圆角或倒斜角,开孔处螺旋小叶片进行倒圆角与倒斜角。

3. 根据权利要求1所述的换热管内磁性仿生叶片转子,其特征在于:沿空心轴圆周方向均匀分布的仿生叶片个数为一个、两个或多个,实心叶片数为一个、两个或多个。

4. 根据权利要求2所述的换热管内磁性仿生叶片转子,其特征在于:螺旋小叶片与空心轴呈垂直。

## 换热管内磁性仿生叶片转子

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于管壳式换热器、热交换反应器等设备中换热管内强化传热和防污除污的内插元件,特别涉及一种以换热管内部传热流体为动力,实现自清洁强化传热功能的低能耗高效率的磁性仿生(鲨鱼鳃)叶片转子。

### 背景技术

[0002] 节能减排是一项全世界都非常重视的关键技术,在石油、化工、火电、核电、冶金、轻工、航空器件和船舶车辆等众多领域都要应用到许多的换热器,其中应用最为广泛的是管壳式换热器,但在这些换热管内壁中普遍存在积污结垢的问题,导致流体在管道中输送阻力增加,严重时堵塞管道,同时传热性能大为下降;产生重大能源浪费,此外,污垢一般具有腐蚀性,会导致管壁腐蚀,从而使得流体泄露造成重大安全隐患,因此传统的处理办法就是被迫采取停产清洗,这样不仅耽搁了工厂的生产进度,同时还需要支付昂贵的清洗费用;为了更好地解决这些问题,人们一直研究采用不停产的在线自动强化传热和除垢防垢的各种办法和装置。近年来出现了许多防垢除垢方法和装置,其中之一利用流体推动螺旋纽带旋转能实现在线自动除垢的方法,中国专利申请号为:CN1424554,专利名称为“双扰流螺旋式强化换热及自动除垢装置”的发明创造,该装置用作强化传热及其自动除垢,包括有螺旋纽带、固定架,螺旋纽带设置在螺旋管内,利用通过换热管内流体流动带动螺旋纽带转动。由于螺旋纽带为一条整带,换热管在经过加工安装后不够顺直,螺旋纽带与换热管内壁之间会产生不均匀的缝隙,这样纽带的除垢作用小而不均匀,除垢效果不理想。螺旋纽带法除垢装置中,螺旋纽带均是单端固定的,另一端自由摆动,扭曲带的径向尺寸小于传热管的内径。综合一下螺旋纽带有以下主要缺点:(1)纽带为一整体,对传热管直接刮擦,损伤换热管内壁;(2)流体流动时推动纽带转动需要较大的驱动力矩,消耗更多的流体动能;(3)单端固定用的轴承的使用寿命短;(4)纽带产生的场协同强化传热效果不显著。之后中国专利号为ZL200520127121.9,公开了发明名称为“转子式自清洁强化传热装置”的专利申请,此装置是由固定架、转子、柔性轴和支撑管构成,两固定架分别固定在换热管的两端;转子的外表面有螺旋棱,转子上有中心孔;支撑架设在转子与固定架之间,柔性轴穿过转子的中心孔和支撑管固定在两固定架上。该装置具有在线自动防垢除垢和强化传热的功能,流体在传热管内顺流或者逆流的情况下,均有防垢除垢和强化传热的作用。但缺点是在一定流体通过时,转子的旋转速度是由螺棱的螺旋升角所决定的,在螺棱导程小时转子的旋转速度快,同时对流体的阻力随之增加;为解决此问题,中国专利申请号200910077378.0,发明名称为“一种单元组合式强化传热装置”,该装置是由转子、支撑架、套轴和连接轴线构成,支撑架固定在传热管两端,连接轴线的两端分别固定在支撑架上,多个转子穿装在连接轴线上,转子是由扰流旋叶、合页铰链结构、尾部螺旋驱动桨叶组成,该结构能够显著降低管内流体的流动阻力、减小磨耗,延长转子的使用寿命,但该结构转子的强化传热和防垢除垢能力受到了一定的限制。

## 发明内容

[0003] 本发明的目的是设计一种新结构的转子,该转子的叶片表面设置了矩形开孔结构,并且在矩形开孔处设置有与叶片整体方向相反的螺旋小叶片结构,如同鲨鱼鳃,同时在转子空心轴两端附加有磁铁,该结构转子在明显减小相邻转子间摩擦阻力与降低流体阻力的同时,并未减弱转子的强化传热以及自清洁性能,反而能够进一步提高转子的强化换热以及除垢性。

[0004] 本发明为解决上述问题采用的技术方案是:换热管内磁性仿生转子,由磁铁、空心轴、实心叶片和仿生叶片构成的,磁铁位于空心轴两端,磁铁外径大于空心轴外径,磁铁磁力较大,前转子头部磁铁与后转子尾部磁铁为同极,即各处的磁铁为同极性,利用同极相斥减少前后两转子之间的摩擦。仿生叶片和实心叶片相互间隔位于空心轴表面,仿生叶片和实心叶片外径小于换热管内径,仿生叶片和实心叶片绕空心轴呈螺旋状,实心叶片表面光滑,而仿生叶片表面设置有开孔结构,类似于仿鲨鱼鳃,不仅可以减小与流体的接触面积,并起导流与扰流作用,可以减少流体流经转子时的压力损失。为了在减小管内流体流动阻力的同时,进一步增强转子的强化传热及自清洁性能,将仿生叶片进行开孔处理,开孔形状为矩形,并在开孔处设置与叶片旋转方向相反的螺旋小叶片,开孔叶片最先与流体接触的棱边进行倒圆角或倒斜角,开孔处反向小叶片进行倒圆角与倒斜角。空心轴远离进水端沿圆周方向均匀开有与所述的孔并设有反向小叶片,通过改变开孔叶片沿空心轴轴向的螺旋角、轴向长度、沿空心轴径向高度、通孔的大小、通孔数量、反向螺旋小叶片的螺旋角、轴向长度、叶片数量来改变流体对转子的旋转力矩,开孔叶片在空心轴上的组合固定方式要便于转子在换热管内的安装。传热流体流经开孔叶片时,会对转子产生轴向力,开孔叶片阻碍传热流体从而使流体流向发生改变,形成混流。转子两端磁铁为光滑磁铁,转子在旋转工作中相邻磁铁作用形成磁场,后转子头部磁铁与前转子尾部磁铁为同极,利用同极相斥减少前后两转子之间的摩擦,通过叶片与磁铁双重强化从而达到强化传热且阻止污垢形成和沉积的目的。开孔处反向螺旋小叶片在伴随转子转动过程中,会使叶片与叶片之间流体区域的径向运动得以加强,进一步增强开孔区域的扰流效果,同时对管壁附近传热流体的层流边界层产生冲击,从而破坏传热流体的层流边界层,进一步实现防垢除污和强化传热的作用。

[0005] 本发明换热管内磁性仿生叶片转子,沿空心轴圆周方向均匀分布的开孔叶片个数为一个、两个或多个,实心叶片数为一个、两个或多个。

[0006] 本发明换热管内磁性仿生叶片转子,一个转子磁铁个数为两个,前端一个,后端一个。

[0007] 本发明换热管内磁性仿生叶片转子,于开孔处的反向螺旋小叶片个数为一个、两个或多个,反向螺旋小叶片与空心轴呈垂直,因而扰流作用更强烈,由于反向螺旋小叶片沿径向具有一定的长度,同时反向螺旋小叶片与仿生叶片一起在换热管内旋转,使得流体流动速度变化更多,扰流作用更好。

[0008] 为防止转子在转动过程中轴向间的相互摩擦,所述转子的空心轴两端设置有磁铁,两个相邻磁铁为同极磁铁,同极磁铁相互排斥,实现了减小相邻转子间的摩擦,

[0009] 本发明换热管内磁性仿生叶片转子可整串穿装于连接轴线上,连接轴线可以是刚

性的圆棒,也可以是柔性的软绳;也可以通过限位件分成转子数量相同或不同的若干组,使转子均匀转动。

[0010] 本发明换热管内磁性仿生叶片转子的叶片、反向螺旋小叶片和空心轴是由高分子材料、高分子基复合材料、金属或者陶瓷材料制作的。

[0011] 所述转子的开孔叶片沿空心轴轴向的螺旋角、轴向长度、沿空心轴径向的高度、开孔的大小、开孔数量、开孔与空心轴的距离、反向螺旋小叶片沿空心轴轴向的螺旋角、轴向长度、沿空心轴径向的高度,磁铁大小,磁力强弱,可依据换热管内径、管内介质流速等工况条件以及转子自身的强度、耐磨性结合制造加工成本来确定,相邻转子之间采取独立旋转结构。

[0012] 本发明的有益效果是:1、所发明的转子叶片表面设置有开孔结构,以减小流体与转子叶片的接触面积,减少流体流经转子时的压力损失。2、开孔处设有反向螺旋小叶片,反向螺旋小叶片在伴随转子转动过程中,会使叶片与叶片之间流体区域的径向运动得以加强,进一步增强开孔区域的扰流效果,同时对管壁附近传热流体的层流边界层产生冲击,从而破坏传热流体的层流边界层,实现防垢除垢和强化传热的作用。3、开孔叶片表面开孔结构以及反向螺旋小叶片的存在使得在开孔叶片径向高度较小的情况下就能提高对传热流体边界层的破坏作用,从而节省了转子的制作成本且有利于安装;4、同极磁铁设置于相邻叶片两端,同极相斥的原理能够减小相邻转子间的轴向摩擦,减少了对转子的磨损,进一步提升了单个转子的运转效率,从而提升了整个装置的强化换热能力。5、磁铁之间形成了相互作用的磁力场,处于磁力场的作用下粘连在管壁的污垢会被扰动,被扰动的污垢更容易被流动的液体带走,从而进一步提升了转子排污除垢能力。

## 附图说明

[0013] 图1是本发明换热管内磁性仿生叶片转子三维结构示意图;

[0014] 图2是本发明换热管内磁性仿生叶片转子安装结构示意图;

[0015] 图中,1—仿生叶片,2—矩形开孔,3—磁铁,4—空心轴,5—反向螺旋小叶片,6—限位件,7—换热管,8—转轴

## 具体实施方式

[0016] 如图2所示,本发明涉及的一种换热管内磁性仿生叶片转子的一种实施方法,强化传热装置包括转子、限位件6、换热管7、转轴8,数个转子通过转轴8串联在一起,限位件6将多个转子分为几组转子串,固定在换热管7两端,转轴8的两端分别固定在换热管7上,本发明的转子是由一定数目的仿生叶片1固定在空心轴4表面上组成的,仿生叶片表面设置有矩形开孔2以及开孔上的反向螺旋小叶片5。两个相邻转子中,一个转子的空心轴4头部的磁铁3与另一个转子尾部的磁铁3相结合从而起到同极磁铁排斥的作用。

[0017] 如图1所示,本发明一种换热管内磁性仿生叶片转子的空心轴3截面形状为空心圆柱形;转子空心轴3上有两个仿生叶片1和两个实心叶片,两个仿生叶片1对称分布,空心轴3上还设有磁铁4。仿生叶片1表面设置有多组矩形开孔2以及反向螺旋小叶片5,反向螺旋小叶片5与空心轴3垂直。

[0018] 本发明中,换热管7内的传热流体在流动过程中会对转子产生轴向力和转动力矩,

仿生叶片1使流体流向发生改变,形成混流,仿生叶片1在空心轴4周围呈螺旋状,流体推动转子转动,传热流体自身的混流也得到了加强,从而达到强化传热且阻止污垢沉积的目的。传热流体流经仿生叶片1表面的矩形开孔2时,减小了流体流动的阻力,并且增强了传热流体的切向流动,从而进一步达到强化传热且阻止污垢的形成和沉积的目的。仿生叶片1的表面矩形开孔2设有反向螺旋小叶片5,反向螺旋小叶片5在伴随转子转动过程中,会使叶片与叶片之间流体区域的径向运动得以加强,进一步增强矩形开孔2区域的扰流效果,同时对管壁附近传热流体的层流边界层产生冲击,从而破坏传热流体的层流边界层,进一步实现防垢除垢和强化传热的作用。该种形式转子可以通过改变仿生叶片1沿空心轴4轴向的螺旋角、轴向长度、沿空心轴4径向的高度、仿生叶片1的面积、仿生叶片1数量、仿生叶片1与空心轴4的距离、反向螺旋小叶片5的螺旋角、轴向长度、沿空心轴4径向的高度来改变流体对转子的旋转力矩,使转子在换热管内旋转流畅,转子空心轴4两端磁铁3使得相邻两转子因同极磁铁相斥而减小摩擦阻力,提高转子转动效率。

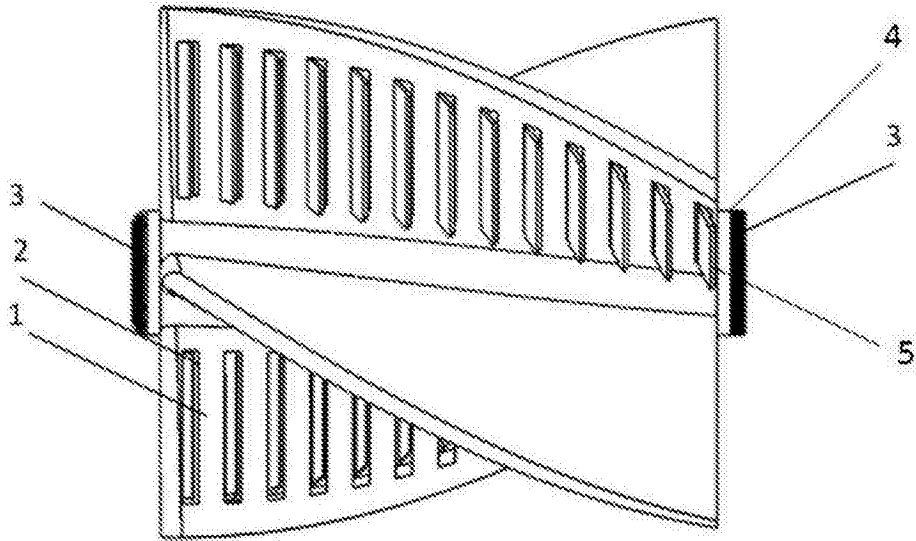


图1

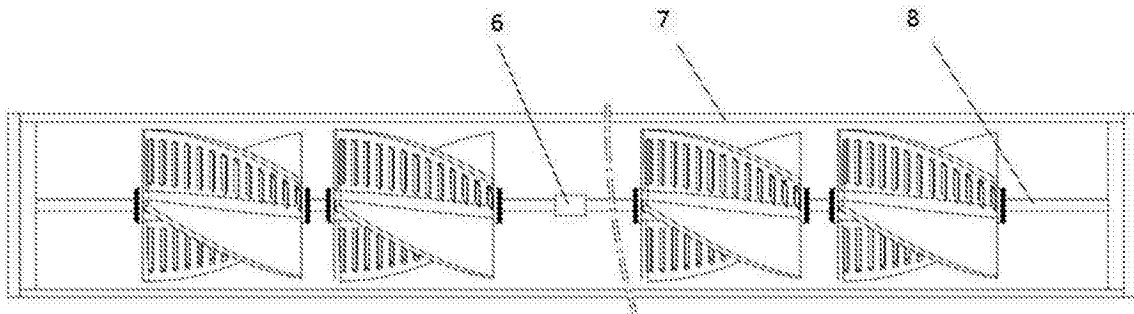


图2