



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113617543 A

(43) 申请公布日 2021.11.09

(21) 申请号 202110896114.9

E21B 43/34 (2006.01)

(22) 申请日 2021.08.05

(71) 申请人 东北石油大学

地址 163318 黑龙江省大庆市高新区发展
路199号

(72) 发明人 赵立新 徐保蕊 刘琳 王思淇
司书言 周龙大 王兼

(74) 专利代理机构 大庆知文知识产权代理有限
公司 23115

代理人 李建华

(51) Int.Cl.

B04C 5/00 (2006.01)

B04C 5/04 (2006.01)

B04C 5/103 (2006.01)

F04C 15/00 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

一种螺杆泵井下动态旋流分离系统

(57) 摘要

一种螺杆泵井下动态旋流分离系统。包括外套筒、定子、螺杆轴转子、旋流器溢流管、旋流腔、旋流器底流管、内锥以及溢流输油支管；螺杆轴转子、溢流输油支管、旋流器溢流管、内锥、旋流腔、外锥段、底流管在同一中心轴线上顺次固定连接，形成一体旋转结构件，在螺杆的带动下一起旋转；旋流器矩形切向入口与螺旋旋向相反；定子安装在旋流器溢流管的上部与溢流输油支管、螺杆配合连接，分别形成集油腔和螺旋形输油间隙；外套筒与旋流器溢流管由第一轴承过渡连接，第一轴承紧挨着上方的定子并焊接在外套筒内侧；外套筒与旋流器底流管由位于旋流器锥段和旋流器底流管交接处的第二轴承和第二轴承填充环过渡连接。本分离系统具有分离效率高、成本低、径向尺寸小和操作方便的优点。

1. 一种螺杆泵井下动态旋流分离系统,包括外套筒(4)、定子(2)、旋流器溢流管(9)、旋流腔(14)、旋流器底流管(19)以及旋流器内锥(13),其特征在于:

所述旋流分离系统还包括螺杆轴转子(3)、溢流输油支管(7)、第一轴承(8)、第二轴承(17)以及第二轴承填充环(18);

其中,外套筒(4)的内壁面上开有壁面阵列开孔(10);外套筒(4)的内壁面、第一轴承(8)、第二轴承(17)、第二轴承填充环(18)、旋流器溢流管(9)外壁、旋流腔(14)外壁、旋流器外锥段(16)和旋流器底流管(19)共同构成进液腔;所述进液腔汇合由壁面阵列开孔(10)进入的油水混合液;

所述旋流腔(14)由旋流器圆柱段(12)、旋流器内锥(13)和旋流器外锥段(16)顺次连接后围成,在旋流器圆柱段(12)顶部的侧壁设置旋流器矩形切向入口(11);所述旋流器圆柱段(12)顶部轴心处固定旋流器内锥(13);

螺杆轴转子(3)、溢流输油支管(7)、旋流器溢流管(9)、旋流器内锥(13)、旋流腔(14)、外锥段(16)、底流管(19)在同一中心轴线上顺次固定连接,形成一体旋转结构件,在螺杆轴转子(3)的带动下一体旋转;旋流器矩形切向入口(11)与螺旋旋向相反,用于保证进入旋流腔(14)内流体旋转方向与螺杆轴转子(3)旋向一致,形成旋流离心分离流场;

定子(2)在旋流器溢流管(9)的上部与溢流输油支管(7)、螺杆轴转子(3)配合,形成集油腔(6)和螺旋形输油间隙(5),用于使离心分离后流入中心溢流管进口(15)的油相流出,离心分离出的水相进入旋流器底流管(19),经底流圆孔出口(20)流入集水腔(21);

外套筒(4)与旋流器溢流管(9)由第一轴承(8)过渡连接,第一轴承(8)紧挨着上方的定子(2)并与外套筒(4)内侧密封联接;外套筒(4)与旋流器底流管(19)由位于旋流器外锥段(16)和旋流器底流管(19)交接处的第二轴承(17)和第二轴承填充环(18)密封连接。

一种螺杆泵井下动态旋流分离系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于石油、化工和环保等领域中的两相分离处理装置。

背景技术

[0002] 目前,用于采油井场采出液水处理技术中,大部分是将采出液泵送至地面后对采出液进行沉降、旋流等分离处理,而在油田,大范围的采用这样的处理方式花费成本太高。当前,同井注采井下油水分离及回注技术日趋成熟,该技术可通过井下直接处理高含水采出液,避免大量无效水运送至地面,转而实现井筒内回注循环使用,可大幅降低举升能耗和作业成本,降低高含水油田经济有效开采下限,延长油井生产寿命,为高含水油田经济开采提供新技术。

[0003] 井下旋流分离系统是同井注采工艺中的一个系统,通常设计为井下静态旋流器应用于井下,进行采出液井筒内的分离处理。现有技术中存在的问题是:由于静态水力旋流器自身的结构特点和工作方式使得静态水力旋流器在进一步提高分离效率方面受到种种限制,特别是在处理高粘度介质(比如稠油)的分离作业时,工作介质的黏度大、内摩擦阻力大,压力损失增加,难以满足油田现场的特殊生产需求。实际中也应用了一些动态旋流器,这些动态旋流器大部分是通过外加电机带动静态旋流器的一部分进行旋转。但是,这种外加的动力设备又同时带来了能量耗费大、旋转件易损坏、密封不可靠以及易磨损等问题。

发明内容

[0004] 为了解决背景技术中所提到的技术问题,本发明提供了一种螺杆泵井下动态旋流分离系统,应用该系统可以在井下通过螺杆泵井旋转轴带动旋流器外筒旋转,使旋流器动态转动产生强离心力场,对不同密度的油水等不互溶两相混合液进行旋流离心分离,分离出的低密度油相提升至地面,水相可回注至地下回注层回收再利用。这种分离系统具有分离强度大、分离效率高、分离成本低、径向尺寸小、结构紧凑和操作方便等优点。

[0005] 本发明的技术方案是:该种螺杆泵井下动态旋流分离系统,包括外套筒4、定子2、旋流器溢流管9、旋流腔14、旋流器底流管19以及旋流器内锥13,其独特之处在于:

所述旋流分离系统还包括螺杆轴转子3、溢流输油支管7、第一轴承8、第二轴承17以及第二轴承填充环18。

[0006] 其中,外套筒4的内壁面上开有壁面阵列开孔10;外套筒4的内壁面、第一轴承8、第二轴承17、第二轴承填充环18、旋流器溢流管9外壁、旋流腔14外壁、旋流器外锥段16和旋流器底流管19共同构成进液腔;所述进液腔汇合由壁面阵列开孔10进入的油水混合液。

[0007] 所述旋流腔14由旋流器圆柱段12、旋流器内锥13和旋流器外锥段16顺次连接后围成,在旋流器圆柱段12顶部的侧壁设置旋流器矩形切向入口11;所述旋流器圆柱段12顶部轴心处固定旋流器内锥13。

[0008] 螺杆轴转子3、溢流输油支管7、旋流器溢流管9、旋流器内锥13、旋流腔14、外锥段16、底流管19在同一中心轴线上顺次固定连接,形成一体旋转结构件,在螺杆轴转子3的带

动下一体旋转;旋流器矩形切向入口11与螺旋旋向相反,用于保证进入旋流腔14内流体旋转方向与螺杆轴转子3旋向一致,形成旋流离心分离流场。

[0009] 定子2在旋流器溢流管9的上部与溢流输油支管7、螺杆轴转子3配合,形成集油腔6和螺旋形输油间隙5,用于使离心分离后流入中心溢流管进口15的油相流出,离心分离出的水相进入旋流器底流管19,经底流圆孔出口20流入集水腔21。

[0010] 外套筒4与旋流器溢流管9由第一轴承8过渡连接,第一轴承8紧挨着上方的定子2并与外套筒4内侧密封联接;外套筒4与旋流器底流管19由位于旋流器外锥段16和旋流器底流管19交接处的第二轴承17和第二轴承填充环18密封连接。

[0011] 本发明具有如下有益效果:首先,通过结构设计实现了螺杆轴转子、溢流输油支管、旋流器溢流管、内锥、旋流腔、外锥段、底流管在同一中心轴线上顺次固定连接,形成一体旋转构件,在螺杆的带动下一体旋转,可实现井下油水两相动态分离;其次,实现旋流器动态旋转的动力来源于螺杆泵转轴旋转,因此可由地面直接控制及调节井下动态旋流器转速;再次,设计了旋流器矩形切向入口与螺旋旋向相反的结构,可有效保证进入旋流腔内流体旋转方向与螺杆旋向一致,从而形成旋流离心分离流场;另外,整体结构新颖,设备尺寸小,相对常规井筒无外加动设备,可靠性高,相较现有旋流分离设备分离效果具有更强的离心分离强度,因此分离更加纯净,优点突出,对于应用于油田生产等领域,具有可观的推广应用前景。

[0012] 附图说明:

图1是本发明一种螺杆泵井下动态旋流分离系统结构示意图。

[0013] 图2是该螺杆泵井下动态旋流分离系统内部流体流动与相分离示意图,图中箭头表示流体进入系统的流动方向。

[0014] 图3是图1 A-A截面剖面结构示意图。

[0015] 图4是图1 B-B截面剖面结构示意图。

[0016] 图5是图1 C-C截面剖面结构示意图。

[0017] 图6是图1 D-D截面剖面结构示意图,图中虚线箭头表示螺杆泵旋向。

[0018] 图7是图1 E-E截面剖面结构示意图。

[0019] 图8是本发明所述螺杆泵井下动态旋流器与螺杆轴转子连接一体旋转示意图,图中虚线箭头表示螺杆泵旋向,实线箭头表示流体进入切向入口方向。

[0020] 图中1-油相螺旋出口;2-定子;3-螺杆轴转子;4-外套筒;5-定子与螺杆轴转子形成的螺旋形输油间隙;6-集油腔;7-溢流输油支管;8-第一轴承;9-旋流器溢流管;10-油套管阵列开孔;11-旋流器矩形切向入口;12-旋流器圆柱段;13-旋流器内锥;14-旋流腔;15-中心溢流管进口;16-旋流器外锥段;17-第二轴承;18-第二轴承填充环;19-旋流器底流管;20-底流圆孔出口;21-集水腔。

[0021] 具体实施方式:

下面结合附图对本发明作进一步说明:

首先介绍本发明的发明目的如下:充分利用螺杆泵井下旋转工况,创新设计实现井下油水两相动态旋流分离(以油水两相为例,不局限于油水两相),解决现有井下分离技术中油水密度差小、分散相油滴颗粒小、连续相粘度高、分离效率低的问题,实现两相高效分离。

[0022] 本种螺杆泵井下动态旋流分离系统,整体结构外形呈细长型圆柱状,可与采油井筒配接。如附图1所示,其结构主要包括:定子2、螺杆轴转子3、外套筒4、溢流输油支管7、第一轴承8、旋流器溢流管9、油套管阵列开孔10、旋流器矩形切向入口11、旋流器圆柱段12、旋流器内锥13、旋流器外锥段16、第二轴承17、第二轴承填充环18、旋流器底流管19和底流圆孔出口20。

[0023] 如附图2为流体流动与两相分离示意图,图中箭头表示流体进入系统的流动方向,井筒内待分离的油水混合液经油套管阵列开孔10流入,首先进入进液腔,进液腔由壁面阵列开孔10的外套筒4内壁面、第一轴承8、第二轴承17、第二轴承填充环18,旋流器溢流管9外壁、旋流腔14外壁、旋流器外锥段16和旋流器底流管19共同围成。进液腔内油水混合液压力相对旋流器内压力更高,此时设计的矩形切向入口11配合旋流器的旋转会在矩形切向入口11处及旋流内部产生吸力(离心运动中心区域为低压区),因此在压力驱动及离心运动吸力的双重作用下,进液腔内的油水混合液沿矩形切向入口11进入旋流器内旋流腔14。为保证进入旋流器内的流体流线运动与旋流器旋转方向一致,设计的矩形切向入口11开口方向与旋流器旋转方向相反,如附图8所示,图中虚线箭头表示螺杆泵旋向,实线箭头表示流体进入切向入口方向。旋流腔14分别由旋流器圆柱段12、旋流器内锥13、旋流器外锥段16顺次连接后围成,旋流腔14为两相离心分离发生区域,在外壁面旋转及矩形切向入口11的导流作用下,进入旋流腔14的油水混合液会以高速射流的形式在旋流腔内做旋转圆周运动,油水两相由于密度不同,轻质相油相受到的离心力较小,会随着旋转向旋流器中心区域运动,重质相水相则受到更大的离心力,逐渐向旋流器边壁运移。其中旋流腔组成件旋流器内锥13的壁面锥形结构设计,可起到稳定进液流体流场及轻质相运移至其边壁的聚结汇集作用。

[0024] 经过旋流腔14内的旋流离心分离过程后,分离后汇集到中心的轻质相油相依次进入溢流管9、集油腔6、溢流输油支管7和定子与螺杆轴转子形成的螺旋形输油间隙5,最后由油相螺旋出口1流出;分离后的水相则沿旋流器外锥段16边壁进入旋流器底流管19,经底流圆孔出口20流入集水腔21。

[0025] 为了将汇集流入至溢流管9的油相引流至集油腔6,设计了过渡连接部件——溢流输油支管7,其由四个倾斜管孔由底部中心斜插入积油腔6中,从而可方便的将中心溢流管9的油相引流至积油腔6内;进入集油腔6的油相,在螺杆轴转子旋转的带动下进入螺旋形输油间隙5增压从而输送至其他管汇或地面。

[0026] 此外旋流器外壁整体的旋转运动也会促使进液腔14内的油水两相跟随做圆周运动,此时轻质相油相会向中心旋流器外壁运移,从而会有一定的聚结效果,相对静态旋流器或沉降分离装置具有更好的分离效果。

[0027] 本系统依靠螺杆泵井旋转轴芯带动旋流器外筒旋转的方式,使旋流器动态转动产生强离心力场,对不同密度的油水等不互溶两相混合液进行旋流离心分离。本系统通过螺杆带动旋转简化了动力结构,同时又利用螺杆套筒的螺旋空腔传输油相缩小了设备体积,实现井下油水两相动态旋流分离,可使两相分离效率整体得到提升,适用于密度差小、分散相油滴颗粒小、连续相粘度高等不互溶两相难分离工况。

[0028] 本发明为两相分离设备的设计提供了一个新思路,促进了分离技术的发展,同时本发明将使井下旋流分离及同井回注技术提高到一个新的水平。该设备还可应用于石油、化工、市政环保等行业中不互溶两相介质的离心分离处理,如污水脱油、污水脱气、井下洗

煤污水液固分离等。

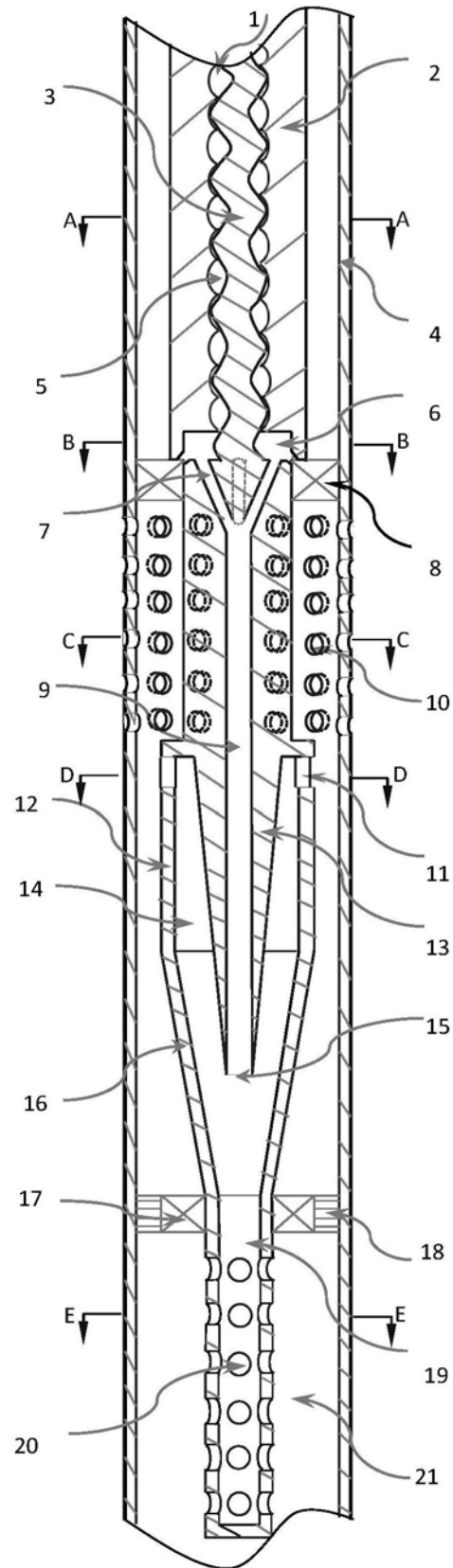


图1

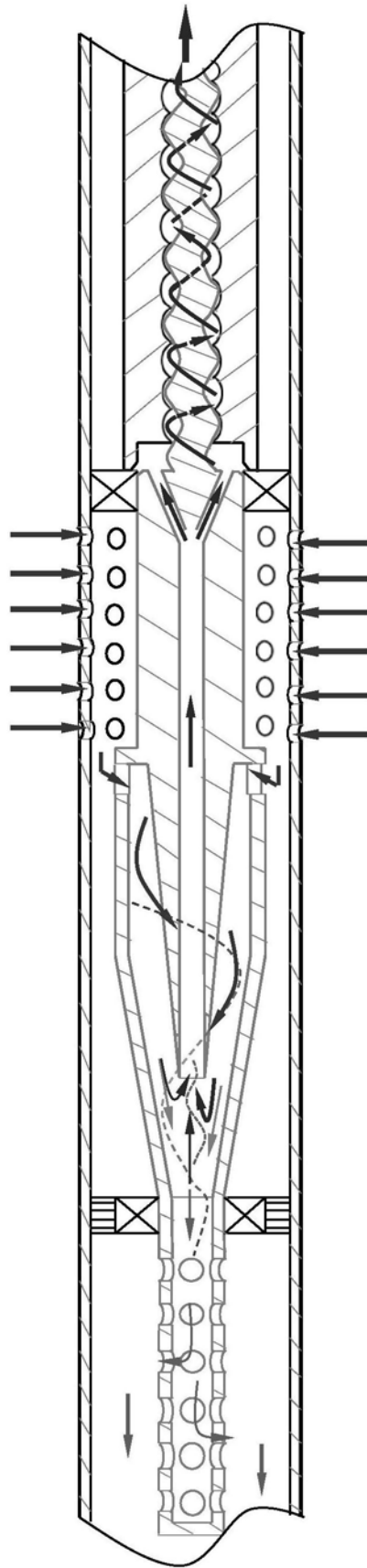


图2

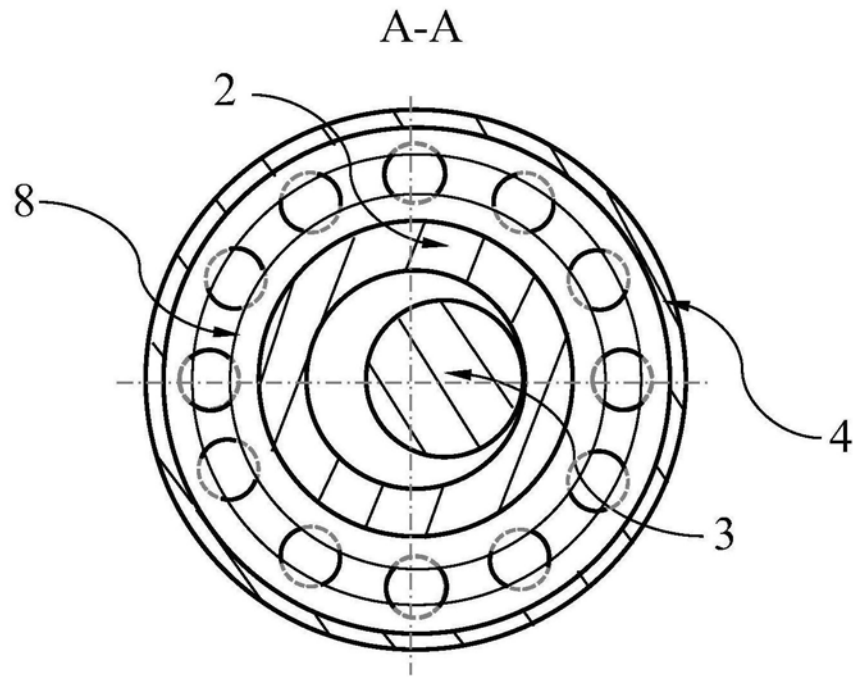


图3

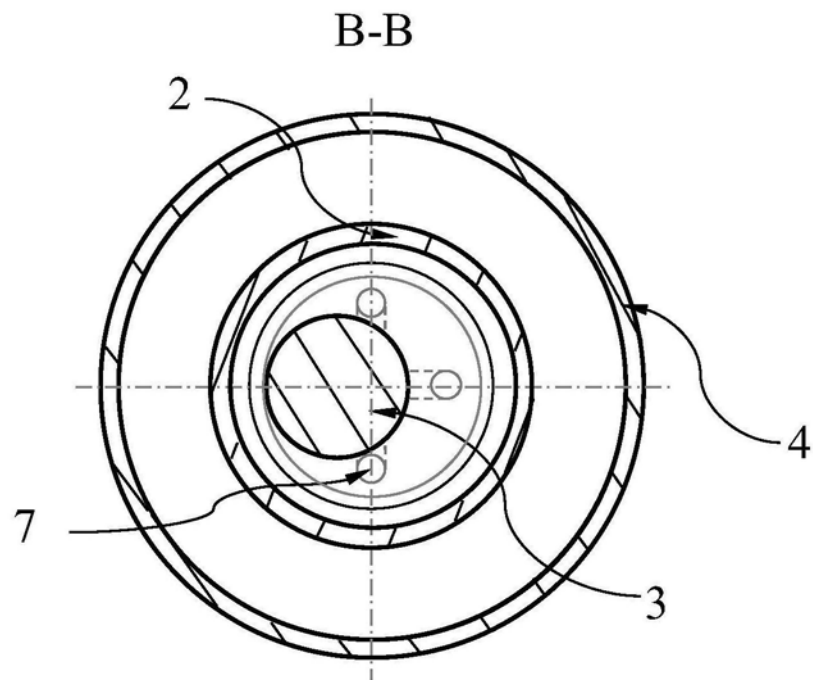


图4

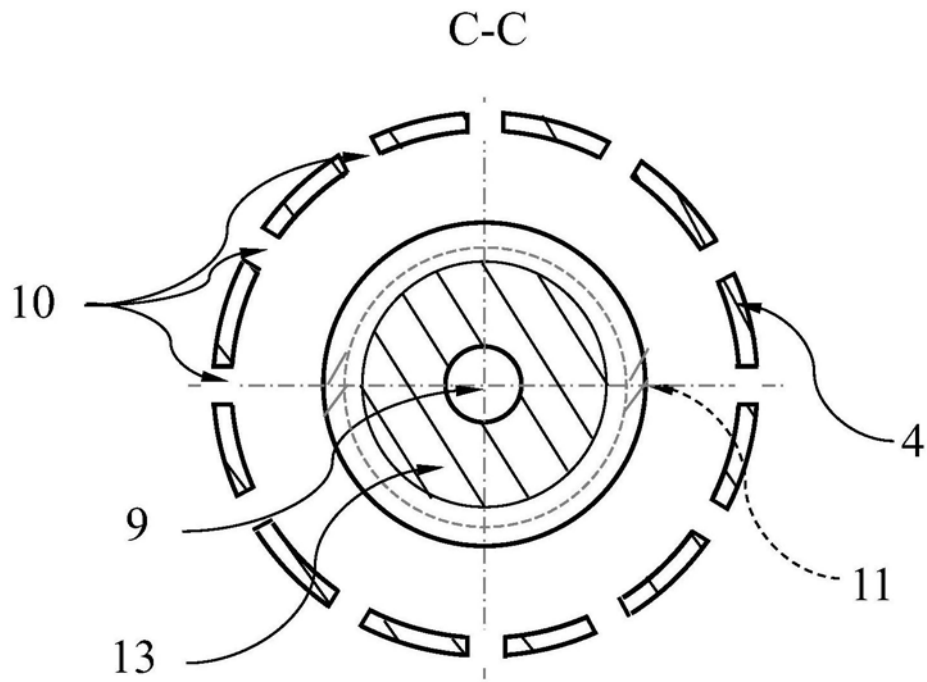


图5

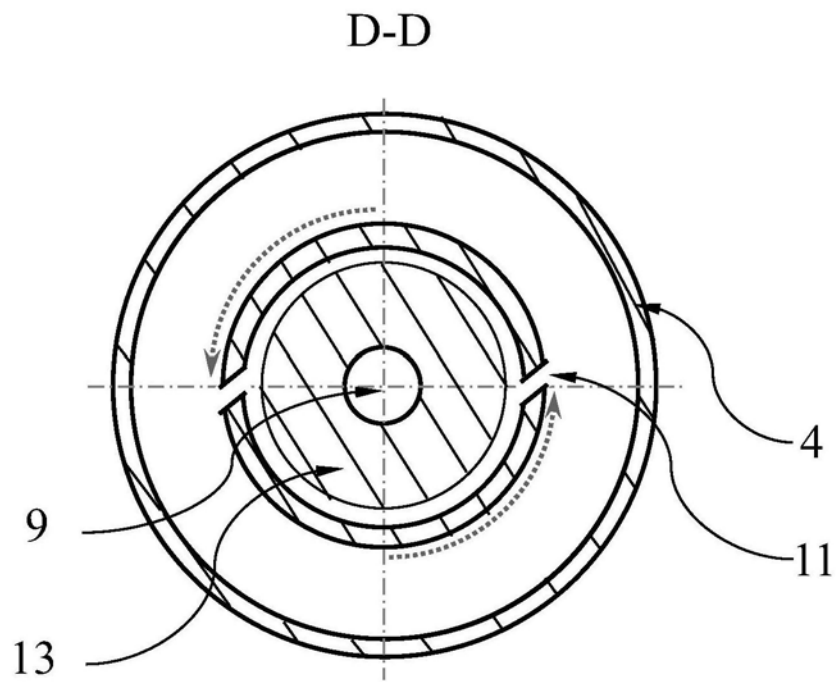


图6

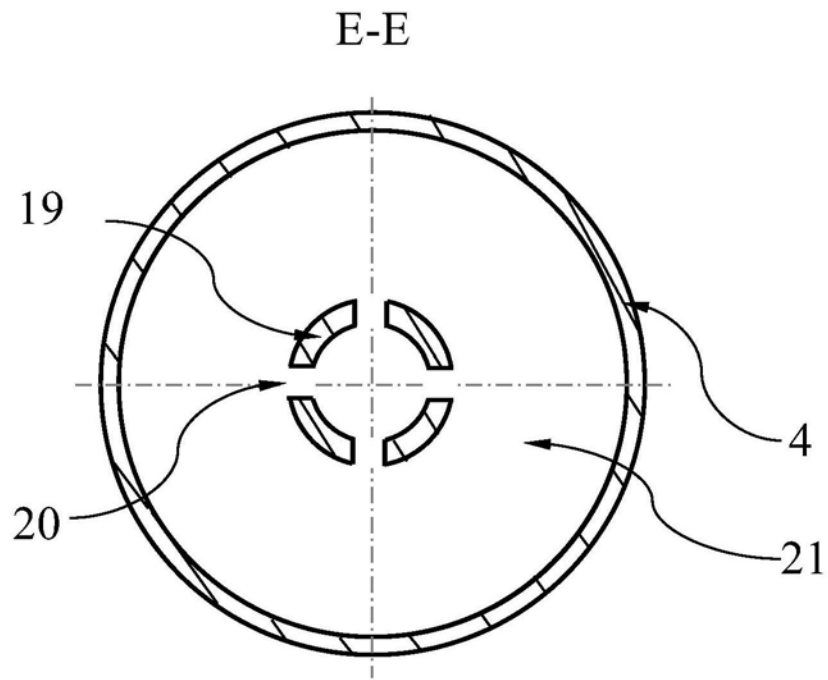


图7

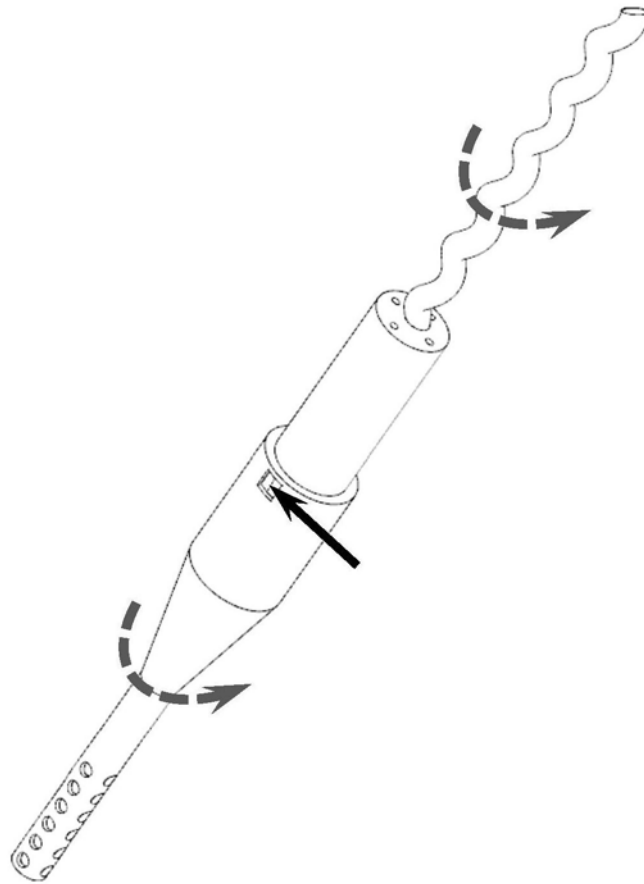


图8