



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115142833 B

(45) 授权公告日 2023. 01. 10

(21) 申请号 202210871526.1

(22) 申请日 2022.07.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115142833 A

(43) 申请公布日 2022.10.04

(73) 专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72) 发明人 史仕荧

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390
专利代理师 焦海峰

(51) Int. Cl.
E21B 43/38 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102743898 A, 2012.10.24

CN 112844881 A, 2021.05.28

CN 111206913 A, 2020.05.29

CN 108311300 A, 2018.07.24

US 6564865 B1, 2003.05.20

史仕荧等. 双同向旋流场中液液变质量流动
压降特性研究.《流体机械》.2018,第46卷(第04
期),第13页.

审查员 李东鹏

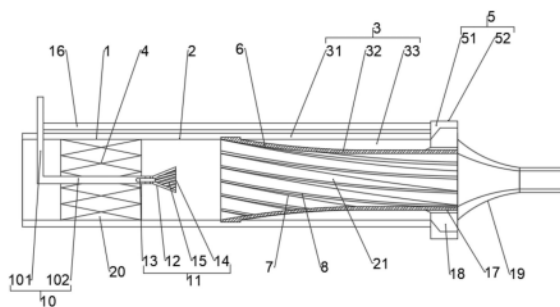
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种井下双涡型旋流油水分离器

(57) 摘要

本发明公开了一种井下双涡型旋流油水分离器,包括:起旋管段,用于使进入所述起旋管段的油水混合物以旋流的形式进行输出;稳旋管段,连接在所述起旋管段的输出端,用于保持所述起旋管段输出的旋流形式的油水混合物;分离管段,连接所述稳旋管段的输出端,用于对所述稳旋管段输出的旋流形式的油水混合物进行油相和液相的分离。本发明提供的旋流油水分离器具备起旋管段、稳旋管段以及分离管段,且处于同一轴向,更加契合适应各种井体的结构,同时通过导流结构和内管体对稳旋管段的具备分离状态的油相和水相的混合流体进行导向分离,提高一次旋流分离下的油相和水相的分离效果。



1. 一种井下双涡型旋流油水分离器,其特征在于,包括:

起旋管段(1),用于使进入所述起旋管段(1)的油水混合物以旋流的形式进行输出;

稳旋管段(2),连接在所述起旋管段(1)的输出端,用于保持所述起旋管段(1)输出的旋流形式的油水混合物;

分离管段(3),连接所述稳旋管段(2)的输出端,用于对所述稳旋管段(2)输出的旋流形式的油水混合物进行油相和液相的分离,

所述分离管段(3)包括与所述稳旋管段(2)一体成型的外管体(31)以及轴向套装在所述外管体(31)内的内管体(32),所述外管体(31)的内表面和所述内管体(32)的外表面之间形成有分离腔(33),所述内管体(32)的内部设置有沿所述内管体(32)轴向的收束腔(21),所述收束腔(21)的直径沿所述内管体(32)的轴向逐渐减小,所述收束腔(21)的内壁上分布有径向贯穿所述内管体(32)连通所述分离腔(33)的分离槽孔(8);所述外管体(31)的端部设置有套装在所述内管体(32)上的排出管体(5),且所述排出管体(5)连通所述分离腔(33)

其中,所述收束腔(21)用于对稳旋管段(2)输出的旋流形式的油水混合物进行口径的压缩;

所述分离槽孔(8)用于进行旋流形式的油水混合物的油相和液相的分离,并将水相分离至所述分离腔(33)中,

所述内管体(32)靠近所述稳旋管段(2)的端部通过圆台管(6)与所述外管体(31)的内壁转动连接,所述内管体(32)的内壁表面设置有导流结构(7),且在相邻两个所述导流结构(7)之间的所述内管体(32)表面设置所述分离槽孔(8);

其中,所述导流结构(7)通过与进入内管体(32)的流体介质产生相互作用力驱动所述内管体(32)转动,

所述导流结构(7)包括等间距环形分布在所述内管体(32)内壁上的多个螺旋齿片,所述螺旋齿片沿所述内管体(32)的轴向延伸,且所述螺旋齿片的高度沿所述内管体(32)的介质流动方向逐渐增大。

2. 根据权利要求1所述的一种井下双涡型旋流油水分离器,其特征在于,所述分离腔(33)中设置有与所述分离槽孔(8)数量相同的条状座(9),所述条状座(9)与所述分离槽孔(8)的形状相同,所述条状座(9)的宽度大于所述分离槽孔(8)的宽度,相邻两个所述条状座(9)之间形成溢流槽(22),且所述溢流槽(22)与所述排出管体(5)连通。

3. 根据权利要求1所述的一种井下双涡型旋流油水分离器,其特征在于,所述排出管体(5)包括固定连接在所述外管体(31)端部的环腔体(51),所述环腔体(51)的外表面设置有排出口(52),所述环腔体(51)的内部腔体与所述分离腔(33)连通;

所述内管体(32)的端部通过密封环座(17)安装有涡扇(18),且所述涡扇(18)嵌入所述环腔体(51)的内部腔体中,所述密封环座(17)与所述环腔体(51)转动密封连接;

所述涡扇(18)的介质进入端朝向所述分离腔(33),所述涡扇(18)的介质排出端朝向所述排出口(52)。

4. 根据权利要求1所述的一种井下双涡型旋流油水分离器,其特征在于,所述内管体(32)远离所述圆台管(6)的端部连接有缩径排出管(19),所述缩径排出管(19)连通所述收束腔(21)的输出端,用于排出所述收束腔(21)输出的油相。

5. 根据权利要求1所述的一种井下双涡型旋流油水分离器,其特征在于,所述起旋管段

(1) 包括柱管体 (20), 所述柱管体 (20) 的表面设置有能够使油水混合物发生起旋动作的起旋结构 (4)。

6. 根据权利要求5所述的一种井下双涡型旋流油水分离器, 其特征在于, 所述起旋管段 (1) 上安装有补旋气管 (10), 且所述补旋气管 (10) 位于所述起旋结构 (4) 的前端, 所述补旋气管 (10) 从所述起旋结构 (4) 的轴心穿过, 所述补旋气管 (10) 连接外置的气源提供装置, 用于向所述起旋管段 (1) 内提供旋流。

7. 根据权利要求6所述的一种井下双涡型旋流油水分离器, 其特征在于, 所述补旋气管 (10) 包括径向管体 (101) 和轴向管体 (102), 所述径向管体 (101) 的一端沿所述起旋管段 (1) 的径向延伸出所述起旋管段 (1), 所述径向管体 (101) 的另一端连接所述轴向管体 (102), 所述轴向管体 (102) 远离所述径向管体 (101) 的端部设置有起旋头 (11);

所述起旋头 (11) 包括锥罩体 (12), 所述锥罩体 (12) 内通过转动轴 (13) 转动安装有内锥体 (14), 且所述转动轴 (13) 能够沿所述锥罩体 (12) 的轴向发生位移, 所述内锥体 (14) 的表面设置有导流旋槽 (15)。

一种井下双涡型旋流油水分离器

技术领域

[0001] 本发明涉及油水分离设备技术领域,具体涉及一种井下双涡型旋流油水分离器。

背景技术

[0002] 在石化、环保等领域,油水分离设备是重要生产设备,分离技术对行业发展至关重要。尤其是随着油田开发进入中后期,含水率急剧升高甚至高达95%以上,将大量的水举升至地面然后分离达到标准排放或者回注涉及到一系列的成本,使得油田濒临经济开采极限,如何实现降低开采成本对于油田来说至关重要。而在井底,径向可用空间非常狭小,通常最大不超过250mm,留给分离器的径向空间就更小了,在此背景下,在有限的空间中采用井下油水分离器将油水混合液在井底分离开来并且保证分离后的水达标排放,对分离来说是一个挑战;不仅如此,因井下油水分离涉及到的费用较高,故在高产量的油井中才更有应用的前景,在有限的空间中处理高产量的原油混合液中的油水分离更是一个难题。

[0003] 目前常用的井下油水分离器主要分为三种,一种为基于重力分离原理的油水分离器,一种为基于离心分离原理的水力旋流器,一种基于选择透过性的膜分离原理。

[0004] 如CN201720360554.1,其利用重力原理进行井下油水分离,一般应用在单井产量较小的陆上油井中;

[0005] 如CN201420199799.7,其将传统处理含油污水的水力旋流器应用到井下,利用多根水力旋流器并联,这样油井产液在进入水力旋流器前会流经一系列的弯头等造成流向的转换,流向的急剧转换使油滴破碎成小油滴从而恶化油水分离效果;

[0006] 如CN201611198617.4,其利用疏水膜进行油水分离,这种方法一般应用在小产量的油井中,且反冲洗复杂。因此,开发高处理量、易操作同时又具有较高分离效率的井下油水分离方法对于开采中后期的油田来说具有重要的意义。

[0007] 综上所述,现有的井下油水分离设备存在空间局限、分离结构复杂分离设备受力较大以及应用范围较小的技术问题。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于提供一种井下双涡型旋流油水分离器,以解决现有技术中现有的井下油水分离设备存在空间局限、分离结构复杂分离设备受力较大以及应用范围较小的技术问题。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明具体提供下述技术方案:

[0010] 一种井下双涡型旋流油水分离器,包括:

[0011] 起旋管段,用于使进入所述起旋管段的油水混合物以旋流的形式进行输出;

[0012] 稳旋管段,连接在所述起旋管段的输出端,用于保持所述起旋管段输出的旋流形式的油水混合物;

[0013] 分离管段,连接所述稳旋管段的输出端,用于对所述稳旋管段输出的旋流形式的油水混合物进行油相和液相的分离。

[0014] 作为本发明的一种优选方案,所述分离管段包括与所述稳旋管段一体成型的外管体以及轴向套装在所述外管体内的内管体,所述外管体的内表面和所述内管体的外表面之间形成有分离腔,所述内管体的内部设置有沿所述内管体轴向的收束腔,所述收束腔的直径沿所述内管体的轴向逐渐减小,所述收束腔的内壁上分布有径向贯穿所述内管体连通所述分离腔的分离槽孔;所述外管体的端部设置有套装在所述内管体上的排出管体,且所述排出管体连通所述分离腔

[0015] 其中,所述收束腔用于对稳旋管段输出的旋流形式的油水混合物进行口径的压缩;

[0016] 所述分离槽孔用于进行旋流形式的油水混合物的油相和液相的分离,并将水相分离至所述分离腔中。

[0017] 作为本发明的一种优选方案,所述内管体靠近所述稳旋管段的端部通过圆台管与所述外管体的内壁转动连接,所述内管体的内壁表面设置有导流结构,且在相邻两个所述导流结构之间的所述内管体表面设置所述分离槽孔;

[0018] 其中,所述导流结构通过与进入内管体的流体介质产生相互作用力驱动所述内管体转动。

[0019] 作为本发明的一种优选方案,所述导流结构包括等间距环形分布在所述内管体内壁上的多个螺旋齿片,所述螺旋齿片沿所述内管体的轴向延伸,且所述螺旋齿片的高度沿所述内管体的介质流动方向逐渐增大。

[0020] 作为本发明的一种优选方案,所述分离腔中设置有与所述分离槽孔数量相同的条状座,所述条状座与所述分离槽孔的形状相同,所述条状座的宽度大于所述分离槽孔的宽度,相邻两个所述条状座之间形成溢流槽,且所述溢流槽与所述排出管体连通。

[0021] 作为本发明的一种优选方案,所述排出管体包括固定连接在所述外管体端部的环腔体,所述环腔体的外表面设置有排出口,所述环腔体的内部腔体与所述分离腔连通;

[0022] 所述内管体的端部通过密封环座安装有涡扇,且所述涡扇嵌入所述环腔体的内部腔体中,所述密封环座与所述环腔体转动密封连接;

[0023] 所述涡扇的介质进入端朝向所述分离腔,所述涡扇的介质排出端朝向所述排出口。

[0024] 作为本发明的一种优选方案,所述内管体远离所述圆台管的端部连接有缩径排出管,所述缩径排出管连通所述收束腔的输出端,用于排出所述收束腔输出的油相。

[0025] 作为本发明的一种优选方案,所述起旋管段包括柱管体,所述柱管体的表面设置有能够使油水混合物发生起旋动作的起旋结构。

[0026] 作为本发明的一种优选方案,所述起旋管段上安装有补旋气管,且所述补旋气管位于所述起旋结构的前端,所述补旋气管从所述起旋结构的轴心穿过,所述补旋气管连接外置的气源提供装置,用于向所述起旋管段内提供旋流。

[0027] 作为本发明的一种优选方案,所述补旋气管包括径向管体和轴向管体,所述径向管体的一端沿所述起旋管段的径向延伸出所述起旋管段,所述径向管体的另一端连接所述轴向管体,所述轴向管体远离所述径向管体的端部设置有起旋头;

[0028] 所述起旋头包括锥罩体,所述锥罩体内通过转动轴转动安装有内锥体,且所述转动轴能够沿所述锥罩体的轴向发生位移,所述内锥体的表面设置有导流旋槽。

[0029] 本发明与现有技术相比较具有如下有益效果：

[0030] 本发明提供的旋流油水分离器具备起旋管段、稳旋管段以及分离管段，且处于同一轴向，在周向上的结构较少，更加契合适应各种井体的结构，同时通过导流结构和内管体对稳旋管段的具备分离状态的油相和水相的混合流体进行导向分离，提高一次旋流分离下的油相和水相的分离效果。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是示例性的，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0032] 图1为本发明实施例提供井下双涡型旋流油水分离器的结构示意图；

[0033] 图2为本发明实施例提供分离管段介质流入端的纵截面的结构示意图；

[0034] 图3为本发明实施例提供分离管段介质流出端的纵截面结构示意图。

[0035] 图中的标号分别表示如下：

[0036] 1-起旋管段；2-稳旋管段；3-分离管段；4-起旋结构；5-排出管体；6-圆台管；7-导流结构；8-分离槽孔；9-条状座；10-补旋气管；11-起旋头；12-锥罩体；13-转动轴；14-内锥体；15-导流旋槽；16-连接管道；17-密封环座；18-涡扇；19-缩径排出管；20-柱管体；21-收束腔；22-溢流槽；

[0037] 101-径向管体；102-轴向管体；

[0038] 31-外管体；32-内管体；33分离腔；

[0039] 51-环腔体；52-排出口。

具体实施方式

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0041] 如图1、图2和图3所示，本发明提供了一种井下双涡型旋流油水分离器，包括依次连接的起旋管段1、稳旋管段2以及分离管段3，起旋管段1的内部设置有用于让进入起旋管段1的流体介质起旋的起旋结构4。可以明确的是，油水混合物从起旋管段1进入，从分离管段3将一次分离后的油相以及油水混合相进行排出，与现有的涡旋性旋流油水分离器不同的是，现有的涡型旋流油水分离器在管道中的油水混合物起旋后，则不对起旋后的油水混合物进行干涉，也就是起旋稳定后即通过油水的密度不同而进行分离（类似于离心分离），这种分离方式由于在起旋后油水分离的界限并不是十分的明显，造成密封大的水相在分离后依然包含了一部分的油相，因此需要进行多次的循环反复的分离。

[0042] 为此，本发明中为了提高一次分离时的分离效果，分离管段3包括与稳旋管段2一体成型的外管体31以及轴向套装在外管体31内的内管体32，外管体31的内表面和内管体32的外表面之间形成有分离腔33，外管体31的端部设置有套装在内管体32上的排出管体5，且

排出管体5连通分离腔33,内管体32靠近稳旋管段2的端部通过圆台管6与外管体31的内壁转动连接,内管体32的内壁表面设置有导流结构7,且导流结构7与内管体32表面的连接处设置有径向贯穿内管体32的分离槽孔8。

[0043] 进一步地,内管体32的内部设置有沿内管体32轴向的收束腔21,收束腔21的直径沿内管体32的轴向逐渐减小,也就是纵截面呈喇叭状的腔体结构,当然在实际的设计过程中,为了保证收束腔21在最终输出水相的稳定性上,收束腔21在远离稳旋管段2的端部还是存在等径段的柱腔,那么在收束腔21的内壁上分布有径向贯穿内管体32连通分离腔33的分离槽孔8。

[0044] 其中经过稳旋管段2的油水混合物以稳定的旋流状态从圆台管6进入内管体32,可以明确是,处于稳定的旋流状态的油水混合物已经产生了“分离状态”,密度大的水沿稳旋管段2的径向移动,而油相向稳旋管段2的轴心移动,进入内管体32的稳定的旋流将由于内管体32的管径的减小而压力增大,而进入内管体32的旋流状态的油水混合物又将在导流结构7的相互作用下使得内管体32转动,在内管体32转动的过程中,处于轴心状态移动的油相则依然沿着内管体32的轴向移动,油相和水相的混合状态流体则进入导流结构7中,同时,由于导流结构7的导流作用,此部分的油相和水相的混合状态流体依然能够在导流结构7的稳定转动下的稳定旋流状态,利用内管体32内壁上设置的分离槽孔8对进入导流结构7的油相和水相的混合状态流体进行分离,使得水相通过分离槽孔8进入分离腔33中,实现分离。

[0045] 补充说明地是,本发明中起旋管段1、稳旋管段2以及分离管段3的长度以及比例需要根据实际的油水压力以及油水密度进行设计,就不做过多说明,只需要稳旋管段2能够提供稳定的旋流即可。

[0046] 进一步说明的是,本发明中公开的导流结构7包括等间距环形分布在内管体32内壁上的多个螺旋齿片,螺旋齿片沿内管体32的轴向延伸,且螺旋齿片的高度沿内管体32的介质流动方向逐渐增大,且螺旋齿片位于分离段结束处的高度要小于内管体32的半径,那么在内管体32的轴线上则抽象存在一个油相分离通道。

[0047] 其中,如果稳定旋流状态的油相和水相的混合流体能够驱动导流结构7(螺旋齿片)带动内管体32转动,那么混合流体和螺旋齿片之间的接触是动摩擦接触,那么与螺旋齿片表面接触的油相和水相的混合流体则会进一步的分离成油相和水相。

[0048] 其中,油相分离通道的直径为内管体32的直径减去两个螺旋齿片位于分离段结束处的高度。

[0049] 进一步地,现有的旋流分离技术中,处于稳定的旋流状态的油水混合物已经产生了“分离状态”,在此过程中,就开始进行油相和水相的分离了,而现有的技术中,也无非是改变旋流的状态来加快分离的过程,而本发明在上述内管体32以转动的状态进行分离的基础上,分离腔33中设置有与分离槽孔8数量相同的条状座9,条状座9与分离槽孔8的形状相同,条状座9的宽度大于分离槽孔8的宽度,相邻两个条状座9之间形成溢流槽22,且溢流槽22与排出管体5连通。

[0050] 也就是说,在内管体32转动的过程中,分离槽孔8与条状座9不断的接触和分离,分离槽孔8则处于不断的开启和闭合的状态,而条状座9的宽度大于分离插孔8的宽度,表明分离槽孔8的闭合存在一定的时间间隔,这样的目的是,在分离的过程中,处于相邻两个螺旋

齿片之间的流体将分离槽孔8处于闭合的状态下滞留在相邻内管体32的表面(主要是水相,且水相的滞留状态是相对于流体整体的流动),当分离槽孔8开启时,则水相瞬间通过分离槽孔8进入分离腔33中,而稳旋管段2的油相和水相的分离状态是持续进行的,也就是靠近内管体32的表面的水相和油相混合会进入下一次的分离过程(也就是分离槽孔8关闭和开启状态),从而确保分离槽孔8在每次开启时,进入分离腔33的都是水相,从而提高了单次分离的效率。

[0051] 当然由于水相和油相的密度在不同的井体中是不同的,为了省去专门的井体需要设定专门的分离管段3(也就是外管体31和内管体32的直径以及导流结构,也就是螺旋齿片的螺旋度和末端高度),本发明进一步地,在起旋管段1上安装有补旋气管10,且补旋气管10位于起旋结构4的前端,补旋气管10从起旋结构4的轴心穿过,补旋气管10连接外置的气源提供装置,用于向起旋管段1内提供旋流,用于帮助稳旋管段32进行油水混合相的稳旋和稳旋状态的干涉,从而调节成更适合分离管段33分离的旋流状态。

[0052] 补充说明地是,补旋气管10的具体实施方式包括径向管体101和轴向管体102,径向管体101的一端沿起旋管段1的径向延伸出起旋管段1,径向管体101的另一端连接轴向管体102,轴向管体102远离径向管体101的端部设置有起旋头11。

[0053] 起旋头11包括锥罩体12,锥罩体12内通过转动轴13转动安装有内锥体14,且转动轴13能够沿锥罩体12的轴向发生位移,内锥体14的表面设置有导流旋槽15。

[0054] 进一步地,本发明中针对油体密度和水体密度差别较小(相对标准井体的油水密度情况)的情况下,排出管体5通过带有三通阀的连接管道16连接径向管体101,也就是说径向管体101可以不再通入气流,而是直接用部分水相分离后的进行回流,从而形成多次的分离来提高分离的效率。

[0055] 进一步地,本发明中的为了维持在分离槽孔8关闭时,分离腔33中的流体流动和压力平衡,来避免在分离槽孔8瞬间开启时,分离腔33压力过大导致回流,排出管体5包括固定连接在外管体31端部的环腔体51,环腔体51的外表面设置有排出口52,环腔体51的内部腔体与分离腔33连通。内管体32的端部通过密封环座17安装有涡扇18,且涡扇18嵌入环腔体51的内部腔体中,密封环座17与环腔体51转动密封连接,内管体32的转动同时带动涡扇18的转动,从而主动进行分离腔33中分离后水相的排出。

[0056] 进一步地说明地是,本发明中的涡扇18的介质进入端朝向分离腔33,涡扇18的介质排出端朝向排出口52。

[0057] 进一步地,本发明中为了保证起旋管段1和稳旋管段2在产生旋流的过程中,稳定的带动内管体32转动,进而维持内管体32中的导流结构7的压强(其目的是为了保证分离管段3的内管体32内的流体稳定),内管体32远离所述圆台管6的端部连接有缩径排出管19。

[0058] 本发明中涉及的起旋管段1可以是现有中任何一种能够获得油水混合物的起旋动作的管道结构或者其他设备装置,但本发明中为了更加清楚明白的技术本技术手段,提供一种起旋管段1的实施例,包括柱管体20,所述柱管体20的表面设置有能够使油水混合物发生起旋动作的起旋结构4。

[0059] 以上实施例仅为本申请的示例性实施例,不用于限制本申请,本申请的保护范围由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本申请的实质和保护范围内,对本申请做出各种修改或等同替换,这种修改或等同替换也应视为落在本申请的保护范围内。

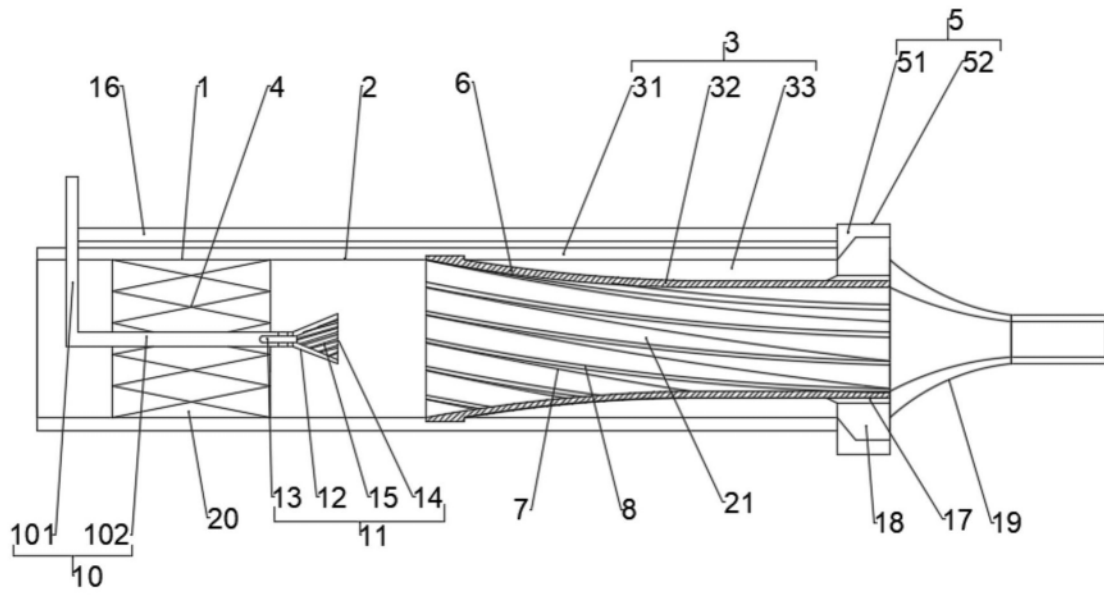


图1

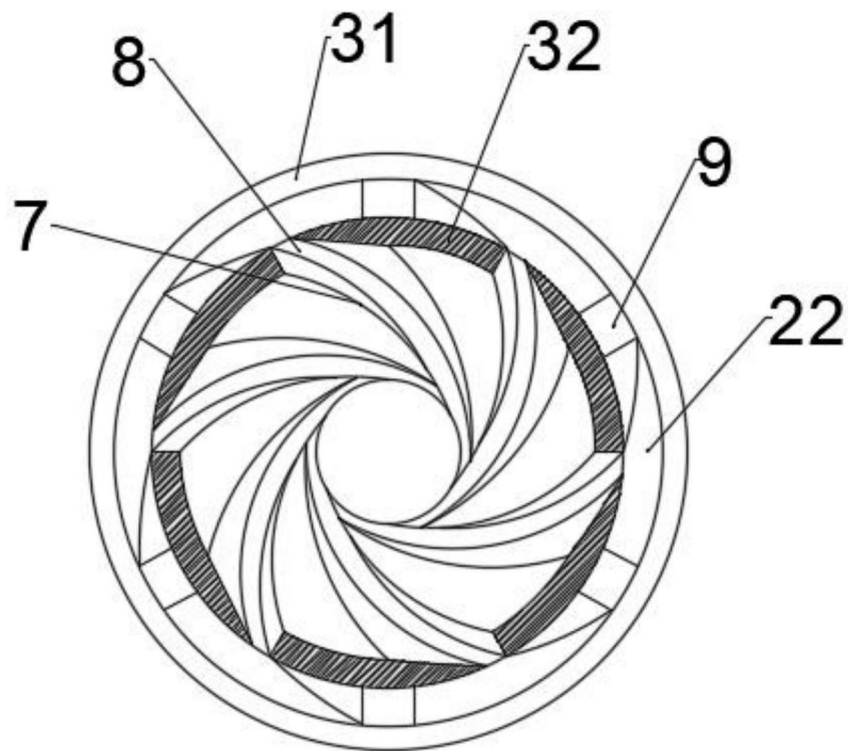


图2

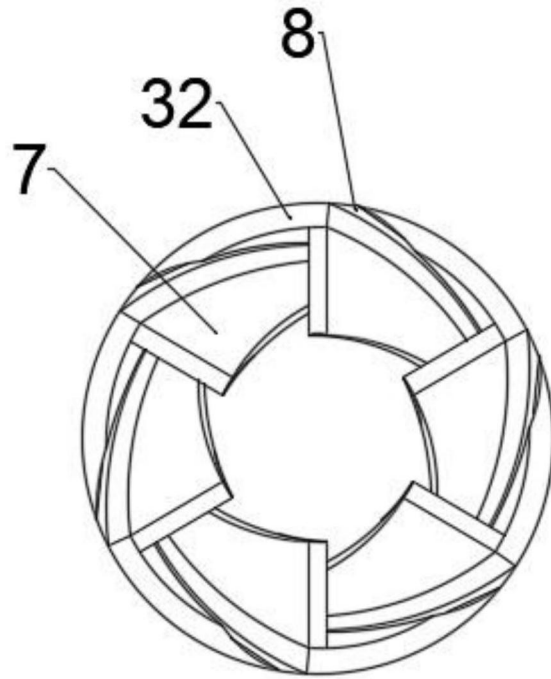


图3