



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112642248 B

(45) 授权公告日 2022.08.02

(21) 申请号 202011501850.1

C10L 3/10 (2006.01)

(22) 申请日 2020.12.18

E21B 43/34 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112642248 A

(56) 对比文件

JP 2019035242 A, 2019.03.07

CN 104254666 A, 2014.12.31

CN 109236218 A, 2019.01.18

CN 206508781 U, 2017.09.22

CN 110700800 A, 2020.01.17

CN 208430993 U, 2019.01.25

CN 102378650 A, 2012.03.14

CN 211038607 U, 2020.07.17

KR 20120121894 A, 2012.11.06

US 2018156021 A1, 2018.06.07

CN 103306644 A, 2013.09.18

CN 110735626 A, 2020.01.31

CA 3004942 A1, 2018.11.17

(43) 申请公布日 2021.04.13

(73) 专利权人 四川宏华石油设备有限公司

地址 618300 四川省德阳市广汉市中山大道南二段

(72) 发明人 马梓瀚 段向华 刘书豪 廖玉华

梁锋 侯均辉 李丞 张利艳

周娟

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理

有限公司 51214

专利代理师 李绪亮 古波

审查员 赵苹菊

(51) Int.Cl.

B01D 50/10 (2022.01)

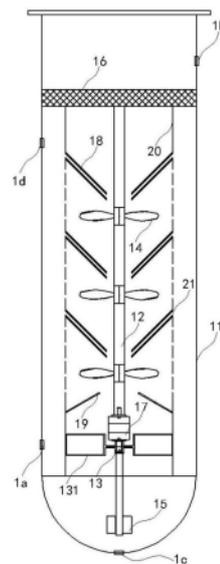
权利要求书1页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种页岩气高效除砂装置、除砂系统及除砂方法

(57) 摘要

本发明公开了一种页岩气高效除砂装置,包括壳体、转轴、涡轮、加速叶轮、分散叶轮和过滤器;所述壳体的上方设置出口,所述壳体的下方设置入口,所述壳体的底部设置排砂口;所述转轴设置于所述壳体内部;所述涡轮设置于所述转轴上,包括多个涡轮叶片,所述涡轮叶片的位置与入口相对;所述加速叶轮设置于所述涡轮上方的转轴上,所述分散叶轮设置于所述涡轮下方的转轴上;所述过滤器设置于所述出口与所述加速叶轮之间,所述过滤器下方设置加液口。一种包括除砂装置的除砂系统和除砂方法,利用井下高压流体带动轴向涡轮旋转,充分搅拌携砂液并带动径向加速叶轮旋转,对气-固进行二次分离。采用本发明的一种页岩气高效除砂装置、除砂系统及除砂方法,除砂精度高,分离速度快效率高。



CN 112642248 B

1. 一种页岩气高效除砂装置,其特征在于:包括壳体、转轴、涡轮、加速叶轮、分散叶轮和过滤器;

所述壳体的上方设置出口,所述壳体的下方设置入口,所述壳体的底部设置排砂口;

所述转轴设置于所述壳体内部;

所述涡轮设置于所述转轴上,包括多个涡轮叶片,所述涡轮叶片的位置与入口相对;

所述加速叶轮设置于所述涡轮上方的转轴上,所述分散叶轮设置于所述涡轮下方的转轴上;

所述过滤器设置于所述出口与所述加速叶轮之间,所述过滤器下方设置加液口。

2. 如权利要求1所述的页岩气高效除砂装置,其特征在于:所述涡轮与加速叶轮之间设置反向安装的减速机。

3. 如权利要求1所述的页岩气高效除砂装置,其特征在于:所述加速叶轮上方设置分离板。

4. 如权利要求3所述的页岩气高效除砂装置,其特征在于:所述分离板设置于内壳上,所述内壳上设置砂孔。

5. 如权利要求4所述的页岩气高效除砂装置,其特征在于:所述分离板从内壳向下倾斜设置。

6. 如权利要求3所述的页岩气高效除砂装置,其特征在于:所述分离板包括间隔设置的第一分离板层和第二分离板层,所述第一分离板层和第二分离板层均包括多块间隔设置的挡板,所述第一分离板层和第二分离板层上的挡板交错设置。

7. 如权利要求1所述的页岩气高效除砂装置,其特征在于:所述加速叶轮的下方设置圆台形的聚气板,所述聚气板的顶面直径不大于加速叶轮的转动直径。

8. 如权利要求1所述的页岩气高效除砂装置,其特征在于:所述过滤器为丝网除沫器。

9. 一种页岩气高效除砂系统,使用权利要求1-8任一项所述的页岩气高效除砂装置,其特征在于:包括沉砂池、过滤池、高压泵及除砂装置;

所述入口与井下流体连通;所述排砂口与所述沉砂池连通,所述沉砂池与所述过滤池通过过滤板连通;所述过滤池通过所述高压泵与所述加液口连通。

10. 一种页岩气高效除砂方法,其特征在于:通过涡轮将井下高压流体的压能转换为旋转动能,通过絮凝液进行第一次气-固分离,通过涡轮带动加速叶轮转动进行第二次气-固分离。

一种页岩气高效除砂装置、除砂系统及除砂方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种页岩气高效除砂装置、除砂系统及除砂方法,属于页岩气开采净化技术领域。

背景技术

[0002] 井口天然气大量含砂一直是困扰油气开采及集输的重要问题之一,它的压力高、含砂量大,对输送管道、阀门等管道元件造成严重的磨蚀,给管线和系统造成极大的安全隐患。页岩气开发工艺又多以加砂压裂工艺,这就更加剧了井口天然气含砂量,给后续装置提出了严峻的挑战。例如,在用于控制液位报警的油水界面浮子上若有砂沉积可以造成操作和控制失灵。在加热装置的表面沉积有砂能够影响热传导,甚至可以造成局部过热,引起穿孔;另外含砂流体可以引起容器内壁、阀门及管道金属表面迅速腐蚀,而且还可以造成机泵的泵壳、盘根和叶轮等的磨损。沉积在管道和设备中的砂,不仅降低设备处理的能力,甚至容易造成工艺设备和管道的堵塞,造成极大的安全隐患。

[0003] 目前页岩气开采中的除砂设备主要是旋流除砂器和过滤除砂器两种。旋流式除砂器多为立式结构,是利用离心原理将不同密度的砂粒与油气分离除去,但是旋流式除砂器的分离精度较低,脱除砂粒的精度只能达到60 μm 左右,主要是气井中流体性质、流态的复杂性造成。在垂直管流过程中极易形成液态、气态相间的段塞流,还因气体的可压缩性,使得除砂器中旋流不连续,离心力变化大,再加之排出的压裂液未全部降解,还具备一定的携砂能力,会间断性的造成部分砂粒混合于油气流进入到后续的装置管道系统。

[0004] 过滤除砂器是应用筛分技术,具有下列缺点: 1、分离精度低,天然气需从滤筒中穿过,天然气使已被脱除的砂粒反复扰动,砂粒易在滤筒上的除砂缝上卡住,当卡住砂粒较多时,除砂器压降增大后除砂缝会被局部胀开,部分较大的砂粒会通过除砂缝,使除砂器达不到除砂的精度和效率,脱除砂粒的精度只能达到100 μm ; 2、卧式滤筒式除砂器的滤筒较小,单台设备天然气处理量较小,容砂量较小,仅适用于高压单井站,集气站使用需多台并联,现场操作维护工作量较大。

[0005] 可见常规除砂器存在以下问题: 1、除砂器分离效率低(一般在0.25mm); 2、除砂效果不稳定性; 3、采用人工出砂; 4、无法实现不停产作业,进行清砂或更换滤芯。

发明内容

[0006] 本发明的发明目的在于:针对上述存在的问题,提供一种页岩气高效除砂装置、除砂系统及除砂方法,本发明除砂精度高,分离速度快效率高。

[0007] 本发明采用的技术方案如下:

[0008] 一种页岩气高效除砂装置,包括壳体、转轴、涡轮、加速叶轮、分散叶轮和过滤器;

[0009] 所述壳体的上方设置出口,所述壳体的下方设置入口,所述壳体的底部设置排砂口;

[0010] 所述转轴设置于所述壳体内部;

[0011] 所述涡轮设置于所述转轴上,包括多个涡轮叶片,所述涡轮叶片的位置与入口相对;

[0012] 所述加速叶轮设置于所述涡轮上方的转轴上,所述分散叶轮设置于所述涡轮下方的转轴上;

[0013] 所述过滤器设置于所述出口与所述加速叶轮之间,所述过滤器下方设置加液口。

[0014] 本发明除砂的工作流程是:壳体内设置高于入口高度的絮凝液,井下的高压流体通过入口进入除砂装置,高压流体会冲击涡轮叶片带动涡轮转动(实现流体动能转换为转动机械能),涡轮转动带动转轴转动,最终使得转轴上的加速叶轮和分散叶轮转动。

[0015] 高压流体进入除砂装置后与絮凝液混合,气固液分离,气体随液雾和微小固体颗粒溢出上升向顶部运动,固相液相在分散叶轮带动下与絮凝液充分混合絮凝,从底部的排砂口排出,实现一级分离(气-固液分离)。

[0016] 加速叶轮作为压缩叶轮,流体通过加速叶轮作用后的压力会提高,对上升的流体进行加速,流体中气固雾的质量不同,同样条件下得到的加速度不同,使得气体从流体中分离出来;并且加速叶轮转动会在背部形成低压区,有利于高压流体中气体溢出,最终经过分离的流体达到过滤器,气体通过过滤器从出口排出进入生产流程,实现二级分离(气-固(雾)分离);在此过程中加速叶轮会切割流体束,使得流体不连续,便于气体与液固分离从过滤器溢出。

[0017] 本发明中通过加液口补充絮凝液,排砂口排出携砂液体,在除砂装置中保持有液体流出,带动砂砾不断排出,从而不需要停产进行人工排砂,提高除砂效率。而返排液作为一种携砂液具有携砂功能,在本发明中可以作为絮凝液使用。

[0018] 本发明中利用高压流体的压能转化成分离所需的机械转动能予以利用,除砂精度在 $50\mu\text{m}$ 以下,固液分离速度快效率高达到 $(1-20) \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 的处理量。

[0019] 作为优选,所述涡轮与加速叶轮之间设置反向安装的减速机。

[0020] 在上述方案中,通过反向安装减速机,从而达到加速的作用,从而使得加速叶轮的转速更快,更有利于气体分离。

[0021] 作为优选,所述加速叶轮上方设置分离板。

[0022] 作为优选,所述分离板设置于内壳上,所述内壳上设置砂孔。

[0023] 作为优选,所述分离板从内壳向下倾斜设置。

[0024] 在上述方案中,上升的流体经过加速叶轮加速后会碰撞分离板,经过碰撞后使得气固雾分离,气体继续上升,液滴和固体微颗粒随着倾斜的分离板通过砂孔抛向壳体的内壁,在内壁随加液口注入絮凝液形成的水幕流回底部液面。

[0025] 作为优选,所述转轴上设置多个加速叶轮。

[0026] 在上述方案中,通过多级设置的加速叶轮,使上升的流体经过多次的分离,从而提高除砂的精度。

[0027] 作为优选,所述分离板包括多层间隔设置的分离板层,分离板层包括多块间隔设置的挡板,相邻两分离板层上的挡板交错设置。

[0028] 作为优选,所述分离板包括间隔设置的第一分离板层和第二分离板层,所述第一分离板层和第二分离板层均包括多块间隔设置的挡板,所述第一分离板层和第二分离板层上的挡板交错设置。

[0029] 在上述方案中,多块挡板间隔设置围合形成第一分离板层和第二分离板层,第二分离板层上的挡板完全挡住第一分离板层上挡板之间的间隔;上升流体与分离板碰撞时,部分流体与第一分离板层发生碰撞分离,剩余流体通过第一分离板层的间隙与第二分离板层发生碰撞分离,流体中的气体通过第一分离板层和第二分离板层的间隙继续上升,而流体中的液滴和颗粒则会被第一分离板层和第二分离板层挡下来,抛到壳体的内壁流下。

[0030] 作为优选,所述加速叶轮的下方设置从下到上收拢的聚气板。

[0031] 作为优选,所述加速叶轮的下方设置圆台形的聚气板。

[0032] 作为优选,所述聚气板的顶面直径不大于加速叶轮的转动直径。

[0033] 在上述方案中,聚气板能够将将从絮凝液中溢出的气体聚拢,上升到加速叶轮下方,经过加速叶轮搅拌、切割,有利于壳体和气体分离。

[0034] 作为优选,所述转轴与所述壳体同轴。

[0035] 作为优选,所述过滤器为丝网除沫器。

[0036] 在上述方案中,丝网除沫器是常用的气液分离装置,气体通过丝网除沫器进行过滤。

[0037] 作为优选,所述壳体底部为半球型,有利于固体颗粒从壳体内排出。

[0038] 一种页岩气高效除砂系统,包括沉砂池、过滤池、高压泵及上述除砂装置;

[0039] 所述入口与井下流体连通;所述排砂口与所述沉砂池连通,所述沉砂池与所述过滤池通过过滤板连通;所述过滤池通过所述高压泵与所述加液口连通。

[0040] 在本发明中,井下的高压流体通过节流阀从入口进入除砂装置,经过除砂装置分离后,气体从出口排出进入下一工序,而固体颗粒随絮凝液从排砂口通过截止阀和节流阀排出到沉砂池,经过沉砂池固体颗粒沉淀到沉砂池底部通过清砂口排出,沉淀后的絮凝液通过过滤板进入过滤池,在需要时高压泵从过滤池将絮凝液通过加液口重新注入除砂装置,实现重复循环使用。

[0041] 在本发明中,在生产初期井内的产液量大,不需要开启高压泵加注返排液,当井内产出物仅有气固时开启高压泵向除砂装置加注返排液。

[0042] 一种页岩气高效除砂方法,使用上述页岩气高效除砂装置,通过涡轮将井下高压流体的压能转换为旋转动能,通过絮凝液进行第一次气-固分离,通过涡轮带动加速叶轮转动进行第二次气-固分离。

[0043] 在本发明中,通过涡轮将井下高压流体的高压能转化为旋转机械能,并通过絮凝液(携砂液)实现气-固的第一次分离,实现液-固分离,分离后的气体和固体微粒在加速叶轮的作用下和分离板作用下,实现第二次气-固分离,从而达到除砂精度高的特点。

[0044] 本发明的一种页岩气高效除砂装置、除砂系统及除砂方法,采用气-固液分离、气-固(雾)分离两级分布分离的设计,加速叶轮和分离板提高分离精度,絮凝返排液可以重复使用,通过加液口在壳体内壁形成水幕,保持有液体流出带动砂砾不断排出,不需要停产进行人工除砂。

[0045] 综上所述,由于采用了上述技术方案,本发明的有益效果是:

[0046] 1、分离精度高,脱除砂粒的精度达到 $50\mu\text{m}$;

[0047] 2、分离效率高,处理量达到 $(1-20) \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$;

[0048] 3、无需人工除砂,可持续不断工作。

附图说明

[0049] 本发明将通过例子并参照附图的方式说明,其中:

[0050] 图1是除砂装置的第一种示意图;

[0051] 图2是除砂装置的第二种示意图;

[0052] 图3是除砂装置的第三种示意图;

[0053] 图4是除砂装置的第四种示意图;

[0054] 图5是除砂装置的第五种示意图;

[0055] 图6是分离板的示意图;

[0056] 图7是除砂系统的示意图。

[0057] 图中标记:1-除砂装置、2-沉砂池、3-过滤池、4-高压泵、1a-入口、1b-出口、1c-排砂口、1d-加液口、11-壳体、12-转轴、13-涡轮、14-加速叶轮、15-分散叶轮、16-过滤器、17-减速机、18-分离板、19-聚气板、20-内壳、21-砂孔、22-过滤板、131-涡轮叶片、181-第一分离板层、182-第二分离板层。

具体实施方式

[0058] 本说明书中公开的所有特征,或公开的所有方法或过程中的步骤,除了互相排斥的特征和/或步骤以外,均可以以任何方式组合。

[0059] 本说明书中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0060] 实施例1

[0061] 如图1所示,本实施例的一种页岩气高效除砂装置,包括壳体,壳体的上方设置出口,排出经过除砂的气体;壳体的下方设置入口,井下的高压流体从入口进入除砂装置;壳体的底部设置排砂口,经过分离的固体颗粒从排砂口排出除砂装置;壳体底部注入高于入口高度的絮凝液,井下的高压流体进入后与絮凝液混合,气体随液雾和微小固体颗粒上升向顶部运动,固相液相留在絮凝液中并形成发生絮凝,实现一级分离(气--固液分离);

[0062] 转轴设置于壳体内部,涡轮设置于转轴上,包括多个位置与入口相对的涡轮叶片;当井下的高压流体进入除砂装置后,高压流体会冲击涡轮叶片带动涡轮转动,将高压流体的高压能转换为转动机械能;

[0063] 涡轮上方的转轴上设置三个加速涡轮,涡轮下方的转轴上设置分散叶轮;转轴转动带动加速叶轮和分散叶轮转动;加速叶轮转动会对上升流体进行加速,流体中气固雾获得不同的加速度使气体从流体中分离处理,同时加速叶轮转动会在背部形成低压区有利于高压流体中气体溢出,并且在此过程中加速叶轮会切割流体束,使得流体不连续,便于气体与液固分离从过滤器溢出;分散叶轮转动使高压流体中的固相液相和絮凝液充分混合,形成絮凝团并通过排砂口排出;

[0064] 丝网除沫器过滤器设置于出口与加速叶轮之间,经过加速叶轮进行分离的流体来到过滤器,气体通过过滤器从出口排出进入生产流程,固体颗粒留在壳体内,实现二级分离(气--固(雾)分离);

[0065] 过滤器下方设置加液口,在需要时通过加液口注入絮凝液补充底部的排出,使内

部的絮凝液达到需要的工作量,同时注入的絮凝液在内壁形成水幕将分离在内壁的颗粒不断带回底部排出,从而不需要停产进行人工排砂,提高除砂效率。

[0066] 本实施例利用高压流体的压能转化成分离所需的机械转动能予以利用,除砂精度在50 μm 以下,固液分离速度快效率高达到 $(1-20) \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 的处理量。

[0067] 实施例2

[0068] 如图2所示,作为实施例1的进一步实施方式,本实施例中涡轮与加速叶轮之间设置反向安装的减速机,起到加速的作用,从而使得加速叶轮的转速更快,更有利于气体从流体中分离出来。

[0069] 实施例3

[0070] 如图3所示,作为实施例1的进一步实施方式,本实施例中壳体内设置内壳,内壳上设置砂孔,内壳上设置位于加速叶轮上方并从内壳向下倾斜的分离板;上升的流体经过加速叶轮加速后会碰撞分离板,经过碰撞后使得气固雾分离,气体继续上升,液滴和固体微颗粒随着倾斜的分离板通过砂孔抛向壳体内壁,在内壁随加液口注入絮凝液形成的水幕流回底部液面,进一步提高气体的分离效果和除砂精度。

[0071] 实施例4

[0072] 如图4所示,作为实施例1的进一步实施方式,本实施例中加速叶轮的下方设置圆台形的聚气板,聚气板的顶面直径小于加速叶轮的转动直径;从而聚气板能够将絮凝液中溢出的气体聚拢,上升到加速叶轮下方,经过加速叶轮搅拌、切割,有利于流体中的气体分离。

[0073] 实施例5

[0074] 如图5所示,作为实施例1的进一步实施方式,本实施例中涡轮与加速叶轮之间设置反向安装的减速机,起到加速的作用,从而使得加速叶轮的转速更快,更有利于气体从流体中分离出来;

[0075] 壳体内设置内壳,内壳上设置砂孔,内壳上设置位于加速叶轮上方并从内壳向下倾斜的分离板;上升的流体经过加速叶轮加速后会碰撞分离板,经过碰撞后使得气固雾分离,气体继续上升,液滴和固体微颗粒随着倾斜的分离板通过砂孔抛向壳体内壁,在内壁随加液口注入絮凝液形成的水幕流回底部液面,进一步提高气体的分离效果和除砂精度;

[0076] 加速叶轮的下方设置圆台形的聚气板,聚气板的顶面直径小于加速叶轮的转动直径;从而聚气板能够将絮凝液中溢出的气体聚拢,上升到加速叶轮下方,经过加速叶轮搅拌、切割,有利于流体中的气体分离。

[0077] 实施例6

[0078] 如图6 所示,作为实施例3或实施例5的进一步实施方式,本实施例中分离板包括间隔设置的第一分离板层和第二分离板层,第一分离板层和第二分离板层均包括多块间隔设置的挡板,第一分离板层和第二分离板层上的挡板交错设置,第二分离板层上的挡板完全挡住第一分离板层上挡板之间的间隔,第一分离板层和第二分离板层之间的内壳上具有砂孔;上升流体与分离板碰撞时,部分流体与第一分离板层发生碰撞分离,剩余流体通过第一分离板层的间隙与第二分离板层发生碰撞分离,流体中的气体通过第一分离板层和第二分离板层的间隙继续上升,而流体中的液滴和颗粒则会被第一分离板层和第二分离板层挡下来,抛到壳体的内壁。

[0079] 实施例7

[0080] 如图7所示,本实施例的一种页岩气高效除砂系统,包括沉砂池、过滤池、高压泵及上述实施例中的除砂装置;

[0081] 入口与井下流体连通;排砂口与沉砂池连通,沉砂池与过滤池通过过滤板连通;过滤池通过高压泵与除砂装置连通。

[0082] 在实施例中,井下的高压流体通过节流阀从入口进入除砂装置,经过除砂装置分离后,气体从出口排出进入下一工序,而固体颗粒随絮凝液从排砂口通过截止阀和节流阀排出到沉砂池,在沉砂池固体颗粒沉淀到沉砂池底部通过清砂口排出,沉淀后的絮凝液通过过滤板进入过滤池,在需要时高压泵从过滤池将絮凝液通过加液口重新注入除砂装置,实现重复循环使用;在生产初期井内的产液量大,不需要开启高压泵加注絮凝液,当井内产出物仅有气固时开启高压泵向除砂装置加注返排液。

[0083] 需要说明的是,在上述实施例中,加速叶轮的数量或者分离板中的分离板层的数量可以根据需要设置为其他数量,并不限定于实施例。

[0084] 综上所述,采用本发明的一种页岩气高效除砂装置、除砂系统及除砂方法,分离精度高,分离效率快,无需人工除砂,可持续不断工作。

[0085] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合,以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

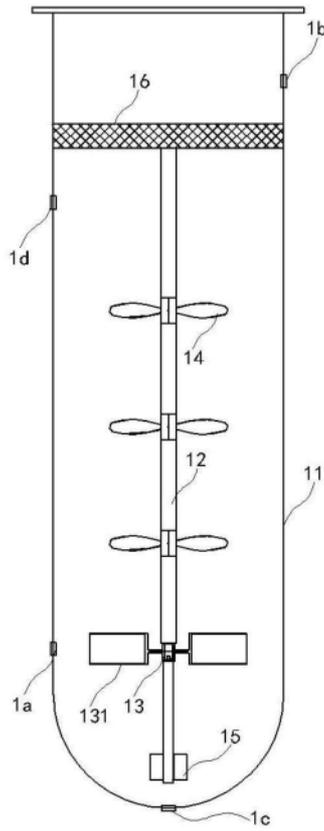


图1

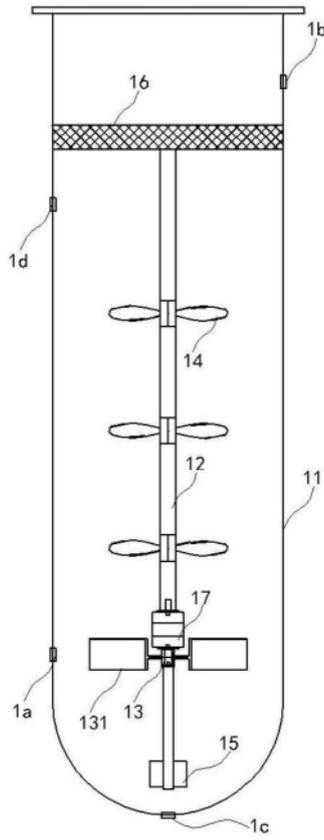


图2

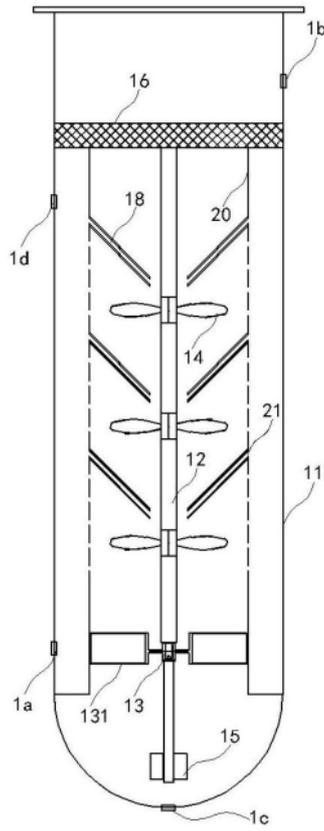


图3

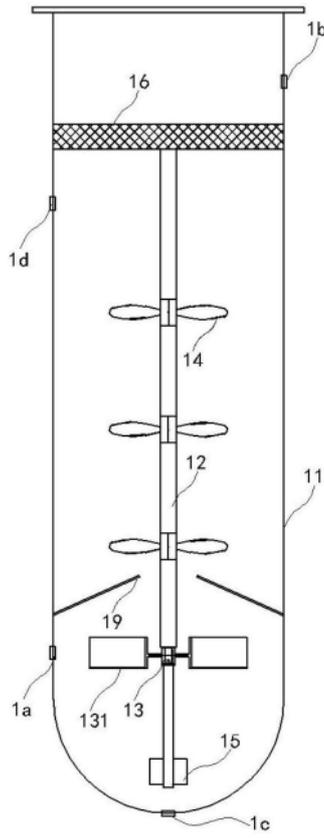


图4

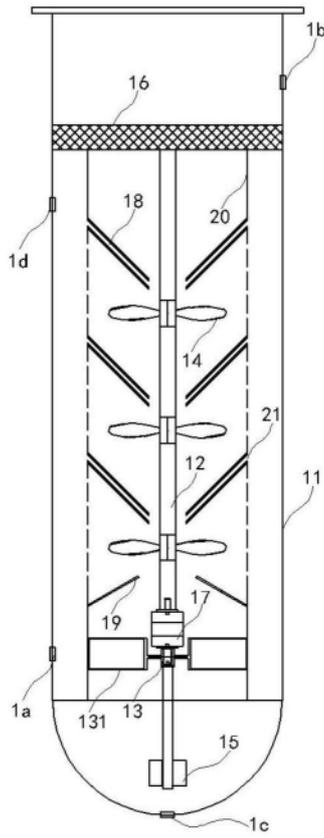


图5

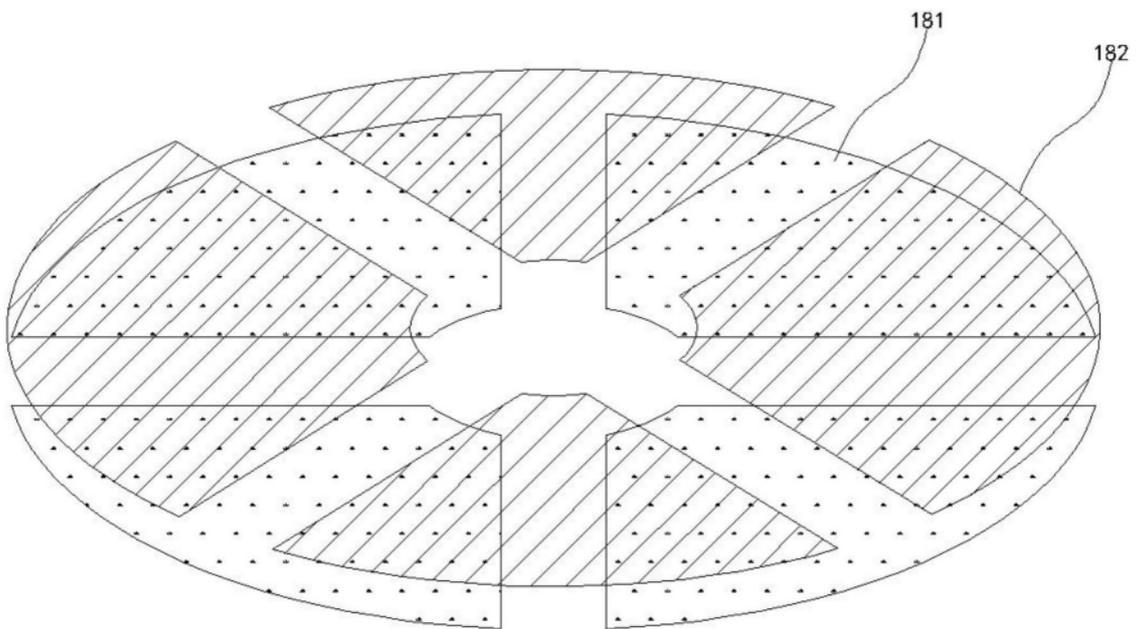


图6

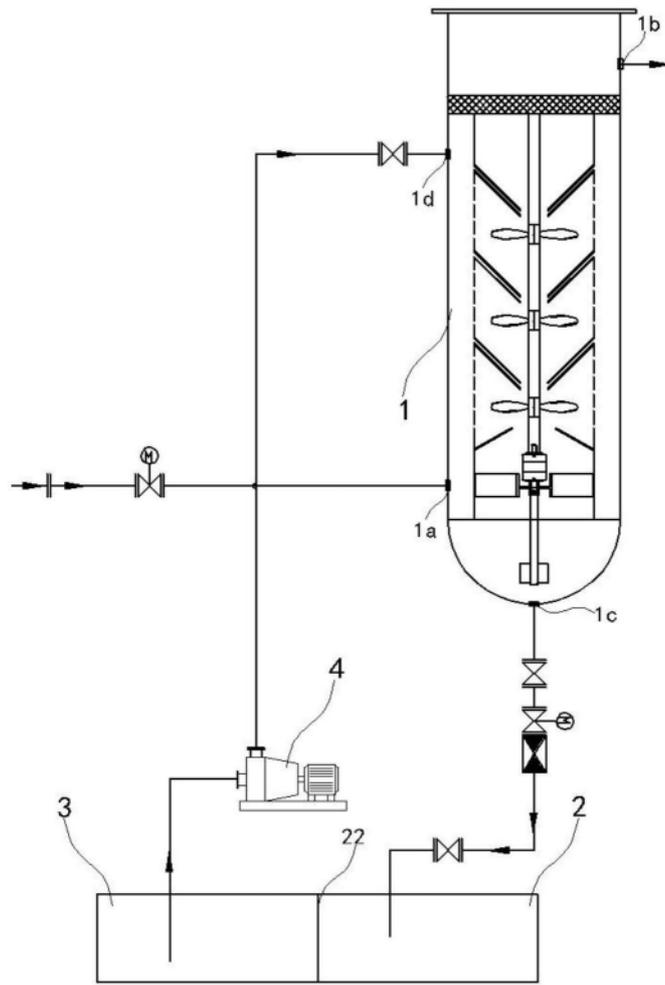


图7