



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104043326 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 17

(21) 申请号 201410244880. 7

B01D 53/52(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 06. 04

B01D 53/96(2006. 01)

C01B 17/05(2006. 01)

(71) 申请人 北京化工大学

地址 100029 北京市朝阳区北三环东路 15 号

申请人 苏州海基环能科技有限公司  
北京化工大学苏州(相城)研究院

(72) 发明人 陈建峰 梁作中 赵宏 孙宝昌  
初文广 邹海魁 罗勇

(74) 专利代理机构 北京正理专利代理有限公司  
11257

代理人 张文祎

(51) Int. Cl.

B01D 53/78(2006. 01)

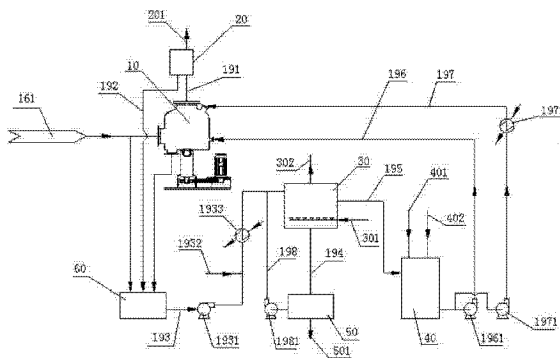
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置及工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,包括超重力机、气液分离设备、氧化槽、贫液槽、转鼓真空过滤机和富液槽;所述超重力机包括动力装置、壳体、转子、液体进口、液体出口、气体进口、气体出口和冲洗液进口;所述动力装置的输出轴伸入壳体内与转子固定连接,壳体的上端面设有液体进口和气相出口,壳体的下端设有液体出口和气体进口;所述转子上设有填料,该转子填料外层设有反冲洗装置,该反冲洗装置与冲洗液进口连接相通。本发明采用反冲洗超重力旋转填料床,很大程度上防止了硫磺颗粒堵塞超重力填料。采用鼓空气再生氧化槽,工艺流程大大简化,成本显著降低。本发明对于高浓度硫化氢气体脱硫能防止硫磺堵塞转子填料。



1. 一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,其特征在于:包括超重力机、气液分离设备、氧化槽、贫液槽、转鼓真空过滤机和富液槽;

所述超重力机包括动力装置、壳体、转子、液体进口、液体出口、气体进口、气体出口和冲洗液进口;所述动力装置的输出轴伸入壳体内与转子固定连接,壳体的上端面设有液体进口和气相出口,壳体的下端设有液体出口和气体进口;所述转子上设有填料,该转子填料外层设有反冲洗装置,该反冲洗装置与冲洗液进口连接相通;

所述超重力机的气体出口通过第一管道与气液分离设备连接相通;所述气液分离设备通过第二管道与富液槽连接相通;所述富液槽通过第三管道与氧化槽连接相通;所述氧化槽通过第四管道与转鼓真空过滤机连接相通,所述氧化槽通过第五管道与贫液槽连接相通;所述贫液槽通过第六管道与超重力机的冲洗液进口连接相通,且贫液槽通过第七管道与超重力机液体进口连接相通;

所述气体进口外接工业尾气来源管道。

2. 根据权利要求1所述的新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,其特征在于:优选地,所述第三管道上设有第一泵、沉淀剂加入管道和蒸汽加热器。

3. 根据权利要求1所述的新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,其特征在于:优选地,所述转鼓真空过滤机通过第八管道和第二泵与氧化槽连接相通,所述转鼓真空过滤机、第八管道、第二泵、氧化槽和第四管道形成回路。

4. 根据权利要求1所述的新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,其特征在于:优选地,所述氧化槽上设有空气进口管道和尾气出口管道。

5. 根据权利要求1所述的新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,其特征在于:优选地,所述贫液槽上设有软水补充管道和脱硫剂补充管道。

6. 根据权利要求1所述的新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,其特征在于:优选地,所述第六管道上设有第三泵;所述第七管道上设有第四泵和水冷却装置。

7. 根据权利要求1所述的新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,其特征在于:优选地,所述气液分离装置上设有净化气排出管道。

8. 根据权利要求1所述的新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,其特征在于:优选地,所述富液槽上外接工业尾气来源管道。

9. 一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的工艺,其特征在于,包括以下步骤:

1) 吸收

将含硫化氢的工业气体经工业尾气来源管道输送至超重力机的气体进口,与自贫液槽输送到超重力机液体进口进入的脱硫剂贫液在旋转的转子填料上接触反应;液相中 $H_2S$ 被脱硫剂贫液中的铁离子氧化为硫磺,气体自超重力机输送到气液分离设备,气体经过气液分离后,净化气体自净化气排出管道排出气液分离设备;

2) 氧化再生

含硫磺的富液由超重力机底部液体出口排出输送到富液槽,再经过第一泵和第三管道并经蒸汽加热后进入氧化槽,在氧化槽中与空气接触,对溶液中的亚铁离子和 $S^{2-}$ 进行氧化,使络合铁脱硫剂再生;

3) 硫磺回收

再生过程中的脱硫液在氧化槽中自然沉降,氧化槽上层清液经第五管道输送到贫液

槽,经第七管道上的水冷却装置输送到超重力机液体进口重复用于脱除硫化氢,沉降到氧化槽下层的硫磺浆液输送到转鼓真空过滤机进行分离,分离后液相经第八管道和第二泵泵回氧化槽,分离后的硫磺外输;

#### 4) 反冲洗

脱除硫化氢的过程中超重力机中的填料会出现硫磺堵塞现象,为防止超重力机填料堵塞,系统每隔一段时间,间隔冲洗时间可根据实际工况而定;将贫液槽中的贫液经第三泵和第六管道输送到冲洗液进口,然后利用反冲洗装置对超重力机进行反冲洗。

10. 根据权利要求9所述新型工业气体超重力脱除硫化氢的工艺,其特征在于:

优选地,所述的工业气体是天然气、油田伴生气、半水煤气、焦炉气、合成气、克劳斯尾气等含有硫化氢的工业气体;

优选地,所述脱硫剂贫液为高价铁的络合物溶液;

优选地,所述填料为各种材质丝网填料;更优选的,所述填料为不锈钢丝网填料或塑料丝网填料。

## 一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置及工艺

### 技术领域

[0001] 本发明技术涉及一种脱除硫化氢的装置及工艺,具体的说,涉及一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置及工艺。

### 技术背景

[0002] 含硫化氢气体在工业中非常常见,如天然气、油田伴生气、半水煤气、焦炉气、合成气等。硫化氢的气体在有氧或湿热条件下,会严重腐蚀金属管道、毁坏设备及计量仪表。若直接排放硫化氢气体会对生产操作、周边环境及厂区工人造成恶劣影响,属必须消除或控制的环境污染物之一。

[0003] 各种净化方法的选择应根据废气的性质及来源等而定。对于化工、轻工等行业的废气,由于浓度高、总量少,常用吸收法;而对于天然气脱硫、石油炼厂的废气,由于浓度高、总量大,则以回收硫磺为主,常用克劳斯法及吸收氧化法来处理;对低浓度硫化氢废气多采用化学吸收法或者吸收氧化法来净化废气。对于高 $H_2S$ 浓度气体的预处理,胺洗-克劳斯法已相当成熟,得到了十分广泛的应用。但是,对于 $H_2S$ 含量少的气体来说胺洗-克劳斯法存在以下不足:①工艺流程复杂,设备投资大。② $H_2S$ 浓度低、气量少时,操作不经济。③尾气中 $H_2S$ 含量仍然较高,通常在100-1000ppm,甚至更高。

[0004] 液相氧化法之所以有生命力是因为它具有以下特点:①脱硫效率高,一般液相氧化法都可以使净化后的气体含硫量小于10ppm,有的甚至可低于1-2ppm。②可将 $H_2S$ 一步转化为硫元素,不仅回收了硫资源,而且无二次污染。③既可以在常压下操作,又可在加压下操作。④大多数脱硫剂可以再生,运行成本低。

[0005] 超重力技术作为一项过程强化的平台技术,已在分离、反应和吸收等方面有很好应用,如纳米材料制备、反应强化、酸性气体减排、精馏水脱氧等分离强化领域,具有传质效率高、设备体积小、开停车容易、操作简单等优点。

[0006] 中国实用新型专利200620023555.9报道了一种超重力脱除气体中硫化氢的设备,脱硫原理是湿式催化氧化脱硫法(选用 $CoS$ 、 $DDS$ 、 $ADA$ 和 $PDS$ -栲胶等催化剂);尽管吸收设备尺寸减小,但后续的再生设备庞大、效率低,采用的是外置除沫器。

[0007] 中国发明专利200710101508.0报道了一种天然气超重力脱除硫化氢的方法,该专利在传统有机胺吸收脱硫工艺的基础上,采用超重力旋转填料床取代了吸收塔,但再生时间长、硫磺的分离设备庞大。

[0008] 中国发明专利200910266168.6提出一种适合于超重力脱硫的络合铁脱硫剂,具有饱和硫容大(可达0.60g/L),吸收速率快且效率高,溶液性能稳定无降解,硫磺易回收,副反应少,运行成本低等优点;其饱和硫容和吸收速率显著提高,适合于超重力脱硫液体循环量少、停留时间短的特点,充分发挥了超重力技术在湿法脱硫方面的显著优势。

[0009] 中国发明专利201110076120.6采用超重力机取代传统低传质效率反应器,在硫化氢氧化和催化剂再生中均采用超重力旋转填料床反应器,该工艺将富液槽和沉降槽合并为一台设备,即沉降槽,尽管如此,采用超重力旋转填料床作为络合铁脱硫的气液接触设

备,脱硫过程中产生的硫磺容易富集在转子填料中,造成转子外层填料堵塞,尤其是气相中硫化氢浓度较高时,堵塞较为严重。该工艺依然没有解决硫磺堵塞超重力机填料问题,并且再生工艺较为复杂。

[0010] 中国发明专利 201310060031.1,采用预氧化脱硫-超重力氧化脱硫-沉降硫磺-超重力再生的工艺路线,虽然在一定程度上减缓了硫磺堵塞超重力设备,但是工艺较为复杂,耗能提高,得不偿失。

### 发明内容

[0011] 本发明要解决的第一个技术问题是提供一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置;该装置是一种新型具有反冲洗功能的超重力机替代常规的超重力设备,其再生部分采用的是氧化槽;该装置不仅可有效解决原塔式脱硫工艺存在的脱硫效率低、出口浓度不稳定、堵塔、能耗大、硫磺回收率低等问题,而且在很大程度上解决了超重力填料堵塞硫磺颗粒的问题。

[0012] 本发明要解决的第二个技术问题是提供一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的工艺;该工艺使用上述装置,简化了现有工艺中氧化吸收和再生阶段工艺复杂的问题;具有流程简单、脱硫效率高、连续运行稳定、不易堵塞硫磺、低成本、低能耗、硫磺颗粒品质高等特点。

[0013] 为解决上述第一个技术问题,本发明采用如下的技术方案:

[0014] 一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,包括超重力机、气液分离设备、氧化槽、贫液槽、转鼓真空过滤机和富液槽;

[0015] 所述超重力机包括动力装置、壳体、转子、液体进口、液体出口、气体进口、气体出口和冲洗液进口;所述动力装置的输出轴伸入壳体内与转子固定连接,壳体的上端面设有液体进口和气相出口,壳体的下端设有液体出口和气体进口;所述转子上设有填料,该转子填料外层设有反冲洗装置,该反冲洗装置与冲洗液进口连接相通;

[0016] 所述超重力机的气体出口通过第一管道与气液分离设备连接相通;所述气液分离设备通过第二管道与富液槽连接相通;所述富液槽通过第三管道与氧化槽连接相通;所述氧化槽通过第四管道与转鼓真空过滤机连接相通,所述氧化槽通过第五管道与贫液槽连接相通;所述贫液槽通过第六管道与超重力机的冲洗液进口连接相通,且贫液槽通过第七管道与超重力机液体进口连接相通;

[0017] 所述气体进口外接工业尾气来源管道。

[0018] 优选地,所述第三管道上设有第一泵、沉淀剂加入管道和蒸汽加热器。

[0019] 优选地,所述转鼓真空过滤机通过第八管道和第二泵与氧化槽连接相通,所述转鼓真空过滤机、第八管道、第二泵、氧化槽和第四管道形成回路。

[0020] 优选地,所述氧化槽上设有空气进口管道和尾气出口管道。

[0021] 优选地,所述贫液槽上设有软水补充管道和脱硫剂补充管道。

[0022] 优选地,所述第六管道上设有第三泵;所述第七管道上设有第四泵和水冷却装置。

[0023] 优选地,所述气液分离装置上设有净化气排出管道。

[0024] 优选地,所述富液槽上外接工业尾气来源管道。

[0025] 为解决上述第二个技术问题,本发明一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的工

艺,包括以下步骤:

[0026] 1) 吸收

[0027] 将含硫化氢的工业气体经工业尾气来源管道输送至超重力机的气体进口,与自贫液槽输送到超重力机液体进口进入的脱硫剂贫液在旋转的转子填料上接触反应;液相中 $H_2S$ 被脱硫剂贫液中的铁离子氧化为硫磺,气体自超重力机输送到气液分离设备,气体经过气液分离后,净化气体自净化气排出管道排出气液分离设备;

[0028] 2) 氧化再生

[0029] 含硫磺的富液由超重力机底部液体出口排出输送到富液槽,再经过第一泵和第三管道并经蒸汽加热后进入氧化槽,在氧化槽中与空气接触,对溶液中的亚铁离子和 $S^{2-}$ 进行氧化,使络合铁脱硫剂再生;

[0030] 3) 硫磺回收

[0031] 再生过程中的脱硫液在氧化槽中自然沉降,氧化槽上层清液经第五管道输送到贫液槽,经第七管道上的水冷却装置输送到超重力机液体进口重复用于脱除硫化氢,沉降后氧化槽下层的硫磺浆液输送到转鼓真空过滤机进行分离,分离后液相经第八管道和第二泵回氧化槽,分离后的硫磺外输;

[0032] 4) 反冲洗

[0033] 脱除硫化氢的过程中超重力机中的填料会出现硫磺堵塞现象,为防止超重力机填料堵塞,系统每隔一段时间,间隔冲洗时间可根据实际工况而定;将贫液槽中的贫液经第三泵和第六管道输送到冲洗液进口,然后利用反冲洗装置对超重力机进行反冲洗。

[0034] 优选地,所述的工业气体是天然气、油田伴生气、半水煤气、焦炉气、合成气、克劳斯尾气等含有硫化氢的工业气体。

[0035] 优选地,所述脱硫剂贫液为高价铁的络合物溶液;更优选的,所述的脱硫剂为络合铁脱硫剂或铁基脱硫剂。

[0036] 优选地,所述填料为各种材质丝网填料;更优选的,所述填料为不锈钢丝网填料或塑料丝网填料。

[0037] 本发明的有益效果如下:

[0038] 1、本发明采用新型反冲洗超重力机取代传统低传质效率的塔式反应器以及常规的超重力机,在硫化氢氧化过程中采用反冲洗超重力旋转填料床,极大强化了过程传质效率,缩短氧化脱硫时间,在很大程度上防止了硫磺颗粒堵塞超重力填料。

[0039] 2、在脱硫剂再生过程中,采用鼓空气再生氧化槽,替代原有工艺中的再生塔或者常规超重力机,工艺流程大大简化,设备尺寸大大缩小,投资成本、操作成本显著降低。

[0040] 3、本发明采用反冲洗超重力脱硫-氧化槽脱硫剂再生及硫磺沉降的工艺路线,尤其是对于高浓度硫化氢气体脱硫能防止硫磺堵塞转子填料。

附图说明:

[0041] 图1 超重力脱除硫化氢工艺流程图;

[0042] 图2 新型反冲洗超重力机结构示意图。

具体实施方式:

[0043] 实施例 1

[0044] 一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的装置,包括超重力机 10、气液分离设备 20、氧化槽 30、贫液槽 40、转鼓真空过滤机 50 和富液槽 60 ;

[0045] 所述超重力机 10 包括动力装置 11、壳体 12、转子 13、液体进口 14、液体出口 15、气体进口 16、气体出口 17 和冲洗液进口 18 ;所述动力装置 11 为电机,该电机最后传动的输出轴伸入壳体 12 内与转子 13 固定连接,壳体 12 的上端面设有液体进口 14 和气相出口 16,壳体 12 的下端设有液体出口 15 和气体进口 16 ;所述转子 13 上设有填料 131,该转子填料 131 外层设有反冲洗装置 181,该反冲洗装置 181 与冲洗液进口 18 连接相通 ;

[0046] 所述超重力机 10 的气体出口 17 通过第一管道 191 与气液分离设备 20 连接相通 ;所述气液分离设备 20 通过第二管道 192 与富液槽 60 连接相通 ;所述富液槽 60 通过第三管道 193 与氧化槽 30 连接相通 ;所述氧化槽 30 通过第四管道 194 与转鼓真空过滤机 50 连接相通,所述氧化槽 30 通过第五管道 195 与贫液槽 40 连接相通 ;所述贫液槽 40 通过第六管道 196 与超重力机的冲洗液进口 18 连接相通,且贫液槽 40 通过第七管道 197 与超重力机液体进口 14 连接相通 ;

[0047] 所述气体进口 16 外接工业尾气来源管道 161。

[0048] 所述第三管道 193 上设有第一泵 1931、沉淀剂加入管道 1932 和蒸汽加热器 1933。

[0049] 所述转鼓真空过滤机 50 通过第八管道 198 和第二泵 1981 与氧化槽 30 连接相通,所述转鼓真空过滤机 50、第八管道 198、第二泵 1981、氧化槽 30 和第四管道 194 形成回路。

[0050] 所述氧化槽 30 上设有空气进口管道 301 和尾气出口管道 302 ;所述转鼓真空过滤机 50 设有硫磺排出管 501。

[0051] 所述贫液槽 40 上设有软水补充管道 401 和脱硫剂补充管道 402。

[0052] 所述第六管道 196 上设有第三泵 1961 ;所述第七管道 197 上设有第四泵 1971 和水冷却装置 1972。

[0053] 所述气液分离装置 20 上设有净化气排出管道 201。

[0054] 所述富液槽 60 上外接工业尾气来源管道 161。

[0055] 一种新型工业气体超重力脱除硫化氢的工艺,包括以下步骤 :

[0056] 1) 吸收

[0057] 将含硫化氢的工业气体经工业尾气来源管道 161 输送至超重力机的气体进口 16,与自贫液槽 40 输送到超重力机液体进口 14 进入的脱硫剂贫液在旋转的转子填料 131 上接触反应 ;液相中  $H_2S$  被脱硫剂贫液中的铁离子氧化为硫磺,气体自超重力机输送到气液分离设备 20,气体经过气液分离后,净化气体自净化气排出管道 201 排出气液分离设备 20 ;

[0058] 2) 氧化再生

[0059] 含硫磺的富液由超重力机底部液体出口 15 排出输送到富液槽 60,再经过第一泵 1931 和第三管道 193 并经蒸汽加热后进入氧化槽 30,在氧化槽 30 中与空气接触,对溶液中的亚铁离子和  $S^{2-}$  进行氧化,使络合铁脱硫剂再生 ;

[0060] 3) 硫磺回收

[0061] 再生过程中的脱硫液在氧化槽 30 中自然沉降,氧化槽 30 上层清液经第五管道 195 输送到贫液槽 40,经第七管道 197 上的水冷却装置冷却后输送到超重力机液体进口 14 重复用于脱除硫化氢,沉降到氧化槽 30 下层的硫磺浆液输送到转鼓真空过滤机 50 进行分离,分

离后液相经第八管道 198 和第二泵 1981 泵回氧化槽 30, 分离后的硫磺外输;

[0062] 4) 反冲洗

[0063] 脱除硫化氢的过程中超重力机中的填料 131 会出现硫磺堵塞现象, 为防止超重力机填料 131 堵塞, 系统每隔一段时间, 间隔冲洗时间可根据实际工况而定; 将贫液槽 40 中的贫液经第三泵 1961 和第六管道 196 输送到冲洗液进口 18, 然后利用反冲洗装置 181 对超重力机进行反冲洗。

[0064] 所述的工业气体是天然气、油田伴生气、半水煤气、焦炉气、合成气、克劳斯尾气等含有硫化氢的工业气体。

[0065] 所述脱硫剂贫液为高价铁的络合物溶液; 更优选的, 所述的脱硫剂为络合铁脱硫剂或铁基脱硫剂。

[0066] 所述填料为各种材质丝网填料; 更优选的, 所述填料为不锈钢丝网填料或塑料丝网填料。

[0067] 实施例 2

[0068] 使用实施例 1 的装置和工艺进行油田伴生气脱除硫化氢:

[0069] 处理量:  $10000\text{Nm}^3/\text{d}$ , 压力 10MPa, 硫化氢含量 100ppm, 气体温度  $50^\circ\text{C}$ , 络合铁作为吸收剂, 吸收液用量  $100\text{m}^3/\text{h}$ 。采用该工艺处理后, 出口伴生气  $\text{H}_2\text{S}$  含量小于 3ppm。

[0070] 实施例 3

[0071] 使用实施例 1 的装置和工艺进行天然气脱除硫化氢:

[0072] 处理量:  $50000\text{Nm}^3/\text{d}$ , 压力 0.9MPa, 硫化氢含量 5000ppm, 气体温度  $5^\circ\text{C}$ , 络合铁作为吸收剂, 吸收液用量  $100\text{m}^3/\text{h}$ 。采用该工艺处理后, 出口天然气  $\text{H}_2\text{S}$  含量小于 10ppm。

[0073] 实施例 4

[0074] 使用实施例 1 的装置和工艺进行半水煤气脱除硫化氢:

[0075] 处理量:  $120000\text{Nm}^3/\text{h}$ , 压力为 2MPa, 硫化氢含量 3000ppm, 气体温度  $60^\circ\text{C}$ , 络合铁作为吸收剂, 吸收液用量  $400\text{m}^3/\text{h}$ 。采用该工艺处理后, 出口半水煤气  $\text{H}_2\text{S}$  含量小于 3ppm。

[0076] 实施例 5

[0077] 使用实施例 1 的装置和工艺进行焦炉气脱除硫化氢:

[0078] 处理量:  $3000\text{m}^3/\text{h}$ , 压力 0.1MPa, 硫化氢含量 6000ppm, 气体温度  $50^\circ\text{C}$ , 络合铁作为吸收剂, 吸收液用量  $10\text{m}^3/\text{h}$ 。采用该工艺处理后, 出口焦炉气  $\text{H}_2\text{S}$  含量小于 10ppm。

[0079] 实施例 6

[0080] 使用实施例 1 的装置和工艺进行合成气脱除硫化氢:

[0081] 处理量:  $30000\text{m}^3/\text{h}$ , 压力 0.8MPa, 硫化氢含量 1000ppm, 气体温度  $50^\circ\text{C}$ , 采用络合铁作为吸收剂, 吸收液用量  $300\text{m}^3/\text{h}$ 。采用该工艺处理后, 出口合成气  $\text{H}_2\text{S}$  含量小于 1ppm。

[0082] 显然, 本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例, 而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说, 在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无法对所有的实施方式予以穷举。凡是属于本发明的技术方案所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。



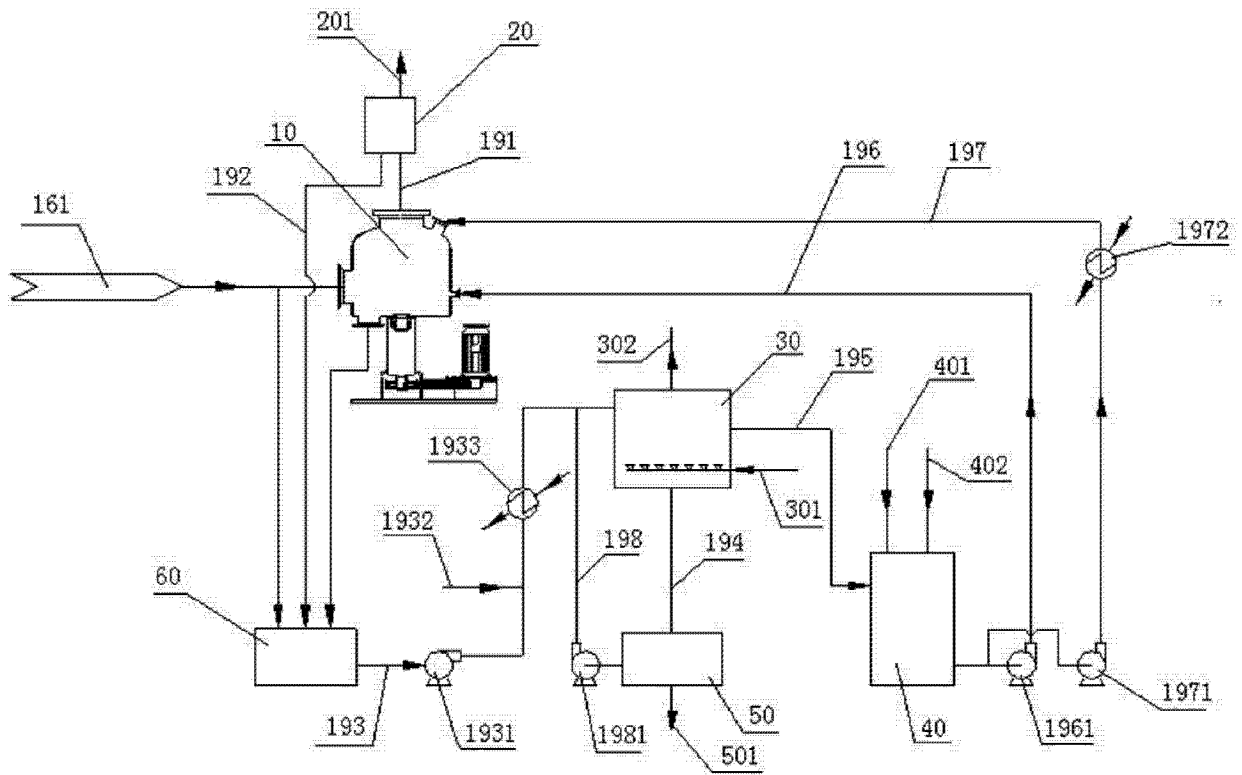


图 1

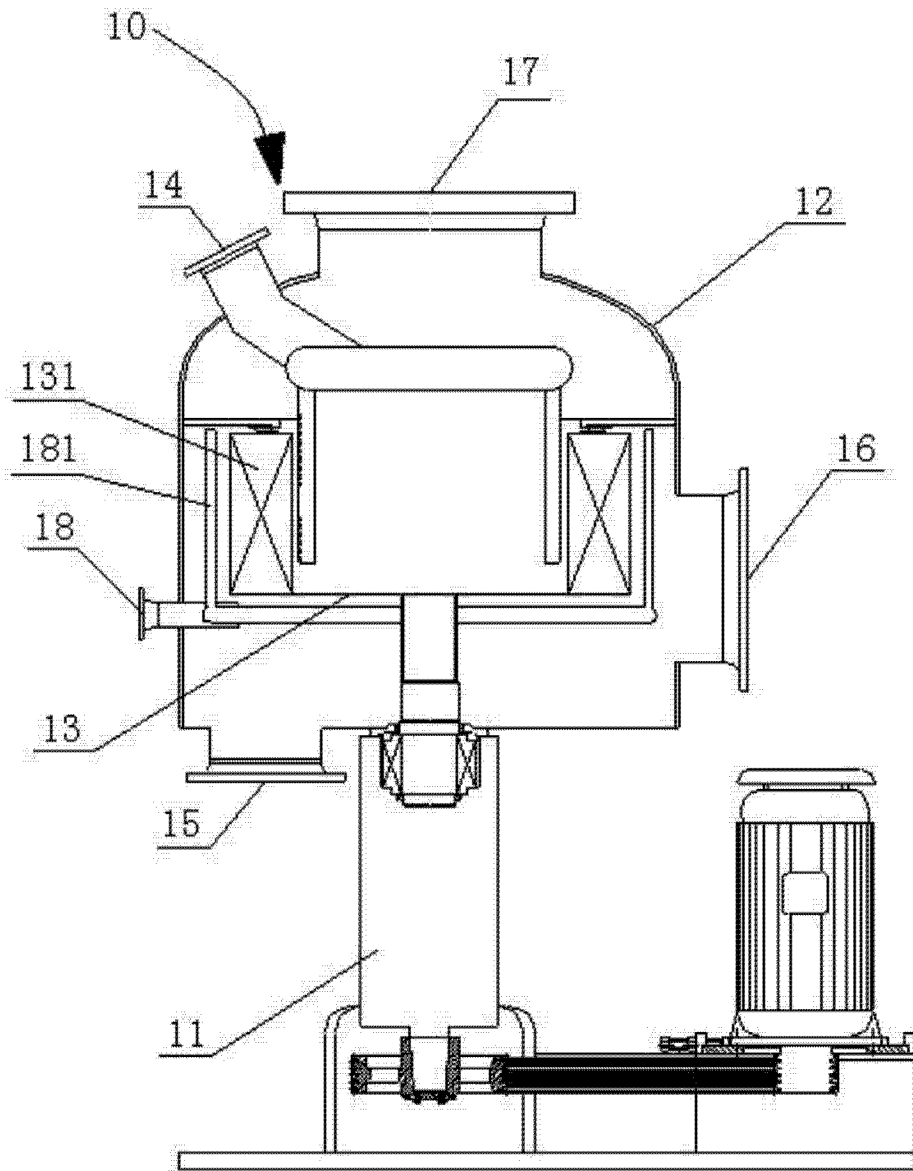


图 2