



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103316645 B

(45) 授权公告日 2015.03.25

(21) 申请号 201310262060.6

(22) 申请日 2013.06.27

(73) 专利权人 广东工业大学

地址 510006 广东省广州市番禺区广州大学城外环西路 100 号

(72) 发明人 黄海涛

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 林丽明

(51) Int. Cl.

B01J 20/34(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102671526 A, 2012.09.19, 说明书 [0021]-[0030] 段, 附图 1, 2.

CN 101791506 A, 2010.08.04, 说明书 [0004]-[0012] 段.

CN 203303956 U, 2013.11.27, 权利要求 1-8.

CN 2660328 Y, 2004.12.01, 说明书第 2 页第 5 段 - 第 3 页第 4 段.

US 2003000823 A1, 2003.01.02, 说明书 [0016]-[0024] 段.

CN 102671526 A, 2012.09.19, 说明书 [0021]-[0030] 段, 附图 1, 2.

审查员 张艳稳

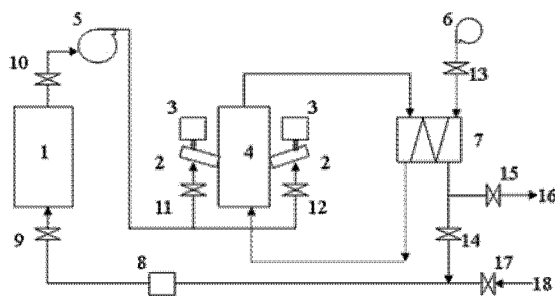
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

固体吸附剂的再生工艺方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及化学工程的吸附分离技术领域, 更具体地, 涉及一种固体吸附剂再生工艺方法及装置。该工艺利用热等离子体对固体吸附剂进行脱附, 固体吸附剂上的吸附质受到热等离子体的高温和高活性物种的直接或间接的作用从而能够在短时间内迅速地、完全地脱附, 从固体吸附剂脱附的吸附质循环进入热等离子体发生器中而被彻底地氧化和分解成为无害产物。实现上述工艺的固体吸附剂再生装置包括固体吸附剂设备, 还包括通过管道与固体吸附剂设备形成循环回路的等离子体发生器, 所述循环回路中设有风机, 循环回路上还连接有排气口。本发明显著地减少了污染物排放量, 且无需使用燃烧各种燃料如煤气或燃油的一次燃烧室及二次燃烧室, 大幅度地降低了能源消耗。



1. 一种固体吸附剂的再生工艺方法,其特征在于,该工艺方法包括如下步骤:(1)产生气体温度为 120℃ 以上的热等离子体;(2)直接地或间接地利用热等离子体的热量和/或活性物种的作用使固体吸附剂负载的吸附质脱附;(3)从固体吸附剂脱附的吸附质循环进入热等离子体,在热等离子体和辅助反应气体的作用下,吸附质被氧化、分解或者还原、炭化;(4)吸附质转化产物直接排放或者予以收集。

2. 一种固体吸附剂的再生装置,包括固体吸附剂设备,其特征在于,还包括通过管道与固体吸附剂设备形成循环回路的等离子体发生器,所述循环回路中设有风机,循环回路上还连接有排气口;

所述等离子体反生器包括等离子炬、等离子炉和与等离子炬连接的等离子电源;等离子炬与等离子炉直接连接,固体吸附剂设备与等离子炬通过管道连接,等离子炉与固体吸附剂设备通过管道连接,在固体吸附剂设备、等离子炬、等离子炉之间形成循环回路;

所述等离子炉包括炉体、上盖和出气口,炉体壁上设置有孔洞;

等离子炬包括本体和设置在本体两端的气流入口和气流出口;

等离子炬的本体安装在孔洞中且其气流出口与炉体相通,在等离子炬的本体上设有通孔,通孔与炉体壁上的孔洞之间形成环形间隙,固体吸附剂设备与等离子炉的出气口通过管道连接,等离子炬的气流入口与固体吸附剂设备通过管道连接。

3. 根据权利要求 2 所述的固体吸附剂的再生装置,其特征在于,等离子炬的本体与等离子炉的炉体水平横断面形成 20 度至 40 度向下的夹角,并且与等离子炉的炉体中轴线形成 20 度至 40 度的夹角。

4. 根据权利要求 2 所述的固体吸附剂的再生装置,其特征在于,所述等离子炬包括一个或者一个以上,炉体壁上设置有与等离子炬数量对应的相互错开的孔洞,等离子炬分别安装在对应的孔洞。

5. 根据权利要求 2 所述的固体吸附剂的再生装置,其特征在于,所述循环回路中还设有换热器。

6. 根据权利要求 5 所述的固体吸附剂的再生装置,其特征在于,所述排气口连接在换热器与固体吸附剂连接的管道上。

7. 根据权利要求 2 至 6 任一项所述的固体吸附剂的再生装置,其特征在于,所述循环回路中还设有辅助反应气体输入口;

所述循环回路中还设有过滤器,循环回路中气流循环进入固体吸附剂设备前先通过过滤器。

固体吸附剂的再生工艺方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及化学工程的吸附分离技术领域,更具体地,涉及一种固体吸附剂再生工艺方法及装置。

背景技术

[0002] 吸附是一种气-固或液-固两相界面化学现象,气体或液体与多孔固体接触时,气体或液体中一种或几种组分在固体表面处产生积蓄,此种现象称为吸附。被吸附的物质叫吸附质,具有吸附性的多孔固体叫吸附剂。根据吸附剂表面与吸附质之间作用力的不同,吸附可分为物理吸附和化学吸附。物理吸附指的是主要由吸附质与吸附剂分子间范德瓦尔斯力所引起的吸附。化学吸附指的是吸附质主要是通过价电子的交换或发生化学键合而结合在吸附剂表面的吸附。

[0003] 吸附分离指用固体吸附剂处理流体混合物,将其中所含的一种或几种组分吸附在固体表面上,从而使混合物组分得到分离。吸附分离技术在化工、冶金、石油、医药、食品、轻工、环保等行业得到了广泛的应用。固体吸附剂主要有活性炭、活性焦、活性炭纤维、碳分子筛、活性氧化铝、硅胶、天然沸石、合成沸石分子筛、树脂、金属和非金属氧化物吸附剂、高分子聚合物吸附剂、硅藻土、白土、黏土、海泡石、蛭石、其它复合材料吸附剂以及从各种废弃物加工制作的吸附剂。其中最常用的是碳基吸附剂(活性炭、活性焦、活性炭纤维、碳分子筛等),其有粉末状、颗粒状、不定型颗粒、圆柱形、球形、蜂窝活性炭、活性炭纤维、活性炭布或板等多种形态的产品。

[0004] 固体吸附剂的吸附容量都是有限的,当吸附进行一段时间后,由于表面吸附质的浓集,使其吸附能力下降而不能满足要求。脱附是吸附的逆过程,即吸附质在一定条件下,离逸吸附剂表面重新进入流体的过程,也称解吸。固体吸附剂的再生是指在不破坏固体吸附剂原有结构的前提下,对已吸附饱和或部分吸附饱和的吸附剂进行处理,使吸附质脱附、氧化、分解或炭化而被去除。

[0005] 现有的固体吸附剂再生方法以加热再生法最为常用。加热再生是通过外部加热提高吸附质分子的振动能,以改变吸附平衡关系,实现吸附质从吸附剂中去除的方法。加热再生所需温度取决于吸附质和吸附剂种类。对于低沸点易脱附型吸附质,可用高温水蒸汽吹脱再生吸附剂。对于高沸点难脱附型吸附质,加热再生需升温至 750℃ 以上,在升温过程中,可挥发成分被释放,部分有机物发生分解反应,部分有机物炭化。然后加入水蒸汽进行气化反应: $C + H_2O \rightarrow CO + H_2$,去除吸附剂孔隙内炭化物,恢复其吸附性能。由于固体吸附剂尤其是活性炭本身是热的不良导体,所以一般是将高温气流通入活性炭床层进行加热。利用加热再生法,有些行业所使用的活性炭吸附剂可以原位再生,但大多数行业所使用的活性炭必须用再生炉进行再生。原位再生指活性炭在吸附与再生操作时是位于同一设备。再生炉再生是将活性炭从吸附设备卸出,用再生炉再生后装载回吸附设备。委托再生指企业将吸附饱和的活性炭委托专门从事活性炭再生的企业进行再生,这时需将活性炭从吸附设备卸出,运输到活性炭再生企业,再生后运回使用部门。

[0006] 目前常用的水蒸汽吹脱再生的工艺流程为：用锅炉产生高温水蒸汽，将高温水蒸气通入载有待再生吸附剂的设备内，吸附剂被加热后吸附质脱附，水蒸汽与解吸出的吸附质从设备排出后进入冷凝器中，冷凝得到的吸附质和水混合物再进入分离器分离，冷凝水经处理达标后排放。水蒸汽吹脱再生可用于固体吸附剂的原位再生，那些有回收利用价值的吸附质可被分离回收，其缺点是附属设备多，操作繁琐，需要处理废水；有些吸附质与水接触会生成腐蚀性物质；吸附剂表面被水垢钙化，多次再生后吸附性能下降。

[0007] 活性炭再生炉有移动床式、流化床式、多层炉式、回转窑式等，工艺流程大致为：燃烧煤气或燃油产生高温烟气，利用高温烟气间接地或直接地加热活性炭床层至 800℃ 以上，然后通入水蒸汽活化，加热时产生的含有活性炭床层释放的吸附质及其它产物的烟气再在二次燃烧室利用辅助燃料（煤气或燃油）进行高温焚烧，焚烧烟气通入余热锅炉回收热量后排放。这些再生炉的优点是再生效率高、适用范围广、不产生废水，其缺点是设备复杂、燃气或燃油能耗大、排放大量烟气需污染控制设施；每次加热再生时活性炭的损失率高达 5 ~ 15%（包括高温烧损、粉化损失、装卸、运输损失）。因此，现有的活性炭再生方法仍存在诸多缺陷，需要寻求更简便、低能耗、低污染排放的再生方法及装置。

发明内容

[0008] 本发明为克服上述现有技术所述的至少一种缺陷（不足），提供一种能源消耗低的固体吸附剂的再生工艺方法。

[0009] 本发明还提供了一种一种能源消耗低的固体吸附剂的再生装置。

[0010] 为解决上述技术问题，本发明的固体吸附剂的再生工艺方法包括如下步骤：（1）产生气体温度为 120℃ 以上的热等离子体；（2）直接地或间接地利用热等离子体的热量和 / 或活性物种的作用使固体吸附剂负载的吸附质脱附；（3）从固体吸附剂脱附的吸附质循环进入热等离子体，在热等离子体的作用下，吸附质被氧化、分解或者还原、炭化；（4）吸附质转化产物直接排放或者予以收集。

[0011] 其中，热等离子体可由直流电弧放电、交流电弧放电、高频感应耦合放电或微波放电产生；热等离子体可在大气压或低气压条件下产生。

[0012] 其中，固体吸附剂包括活性炭、活性焦、活性炭纤维、碳分子筛、氧化铝、硅胶、天然沸石、合成沸石分子筛、树脂、金属和非金属氧化物吸附剂、高分子聚合物吸附剂、硅藻土、白土、黏土、海泡石、蛭石、其它复合材料吸附剂以及从各种废弃物加工制作的吸附剂。

[0013] 此外，固体吸附剂包括各种特定用途的活性炭：有机溶剂回收用活性炭、气态污染物净化用活性炭、污水处理用活性炭、工业气体精脱硫用活性炭、医药和食品脱色精制用活性炭、金属提取提纯用活性炭、水深度净化用活性炭、烟气二恶英脱除用活性炭。

[0014] 其中，吸附质包括有机物和无机物。

[0015] 为实现上述工艺而设计的一种固体吸附剂的再生装置，包括固体吸附剂设备，还包括通过管道与固体吸附剂设备形成循环回路的等离子体发生器，所述循环回路中设有风机，循环回路上还连接有排气口。

[0016] 上述等离子体反应器包括等离子炬、等离子炉和与等离子炬连接的等离子电源；等离子炬与等离子炉直接连接，固体吸附剂设备与等离子炬通过管道连接，等离子炉与固体吸附剂设备通过管道连接，在固体吸附剂设备、等离子炬、等离子炉之间形成循环回路。

- [0017] 上述等离子炉包括炉体、上盖和出气口，炉体壁上设置有孔洞；
- [0018] 等离子炬包括本体和设置在本体两端的气流入口和气流出口；
- [0019] 等离子炬的本体安装在孔洞中且其气流出口与炉体相通，等离子炬的本体与孔洞之间形成有环形间隙，固体吸附剂设备与等离子炉的出气口通过管道连接，等离子炬的气流入口与固体吸附剂设备通过管道连接。
- [0020] 上述等离子炬的本体与等离子炉的炉体水平横断面形成 20 度至 40 度向下的夹角，并且与等离子炉的炉体中轴线形成 20 度至 40 度的夹角。
- [0021] 所述等离子炬包括一个或者一个以上，炉体壁上设置有与等离子炬数量对应的相互错开的孔洞，等离子炬分别安装在对应的孔洞。
- [0022] 所述循环回路中还设有换热器。
- [0023] 所述等离子炉上设有下盖，所述等离子炉的出气口通过管道连接换热器，换热器通过管道连接固体吸附剂设备和下盖，在固体吸附剂设备、等离子炬、等离子炉和换热器之间形成循环回路。
- [0024] 所述排气口连接在换热器与固体吸附剂连接的管道上或者通过管道接入换热器，再通过换热器接入循环回路。
- [0025] 上述循环回路中还设有辅助反应气体输入口。
- [0026] 上述循环回路中还设有过滤器，循环回路中气流循环进入固体吸附剂设备前先通过过滤器。
- [0027] 与现有技术相比，本发明技术方案的有益效果是：
- [0028] 本发明提供的固体吸附剂的再生工艺方法能使吸附质从固体吸附剂上快速脱附并且使脱附的吸附质转化为无害产物，可以直接排放，也可以直接回收利用，适用于固体吸附剂的原位再生和再生炉再生，并且具有低能耗和低污染排放的特点。
- [0029] 本发明所提供的固体吸附剂的再生装置利用等离子体对固体吸附剂进行脱附，固体吸附剂上的吸附质受到等离子体的高温和高活性物种的直接或间接的作用从而能够在短时间内迅速地、完全地脱附，从固体吸附剂脱附的吸附质循环进入等离子体发生器中而被彻底地氧化和分解成为无害产物，显著地减少了污染物排放量，而且吸附质从固体吸附剂上脱附以及吸附质的氧化、分解都是利用等离子体的高温和高活性物种的作用，无需使用燃烧各种燃料如煤气或燃油的一次燃烧室及二次燃烧室，大幅度地降低了能源消耗。此外，本发明无需使用冷凝器、分离器等附属设备，结构简单，成本低廉。

附图说明

- [0030] 图 1 为本发明实施例 1 的结构示意图。
- [0031] 图 2 为实施例 1 中等离子炬和等离子炉的结构示意图。
- [0032] 图 3 为图 2 中沿 $\alpha - \beta$ 剖开的剖视图。
- [0033] 图 4 为本发明实施例 2 的结构示意图。
- [0034] 图 5 为本发明中实施例 3 的结构示意图。

具体实施方式

- [0035] 附图仅用于示例性说明，不能理解为对本专利的限制；

[0036] 为了更好说明本实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;

[0037] 对于本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0038] 下面结合附图和实施例对本发明的技术方案做进一步的说明。

[0039] 实施例 1

[0040] 本实施例的固体吸附剂的再生工艺方法包括如下步骤:(S1)产生气体温度为 120℃ 以上的热等离子体;(S2)直接地或间接地利用热等离子体的热量和/或活性物种的作用使固体吸附剂负载的吸附质脱附;(S3)从固体吸附剂脱附的吸附质循环进入热等离子体,在热等离子体的作用下,吸附质被氧化、分解或者还原、炭化;(S4)吸附质转化产物直接排放或者予以收集。

[0041] 上述实施例中,从固体吸附剂脱附的吸附质循环进入等离子体,然后在等离子体的作用及根据吸附质类型加入辅助反应气体的条件下,吸附质被氧化、分解、还原或者炭化从而转化为无害产物,而吸附质炭化产生的炭化物与氧化性气体发生气化反应而被去除,达到低排放、低污染的效果。

[0042] 其中,热等离子体可由直流电弧放电、交流电弧放电、高频感应耦合放电或微波放电产生;热等离子体可在大气压或低气压条件下产生。

[0043] 其中,固体吸附剂包括活性炭、活性焦、活性炭纤维、碳分子筛、活性氧化铝、硅胶、天然沸石、合成沸石分子筛、树脂、金属和非金属氧化物吸附剂、高分子聚合物吸附剂、硅藻土、白土、黏土、海泡石、蛭石、其它复合材料吸附剂以及从各种废弃物加工制作的吸附剂。

[0044] 此外,固体吸附剂包括各种特定用途的活性炭:有机溶剂回收用活性炭、气态污染物净化用活性炭、污水处理用活性炭、工业气体精脱硫用活性炭、医药和食品脱色精制用活性炭、金属提取提纯用活性炭、水深度净化用活性炭、烟气二恶英脱除用活性炭。

[0045] 其中,吸附质包括有机物和无机物。

[0046] 其中,辅助反应气体包括氧化性气体和还原性气体。

[0047] 其中,氧化性气体包括氧气、空气、水蒸气、二氧化碳。

[0048] 其中,还原性气体包括硫化氢、氨气、一氧化碳、氢气、碳氢化合物。

[0049] 实施例 2

[0050] 如图 1 所示,为本发明中一种固体吸附剂再生装置具体实施例的架构图。参见图 1,本实施例的固体吸附剂再生装置包括固体吸附剂设备 1、等离子体发生器、风机 5 和排气口 16;

[0051] 其中,固体吸附剂设备 1 中装载有固体吸附剂;

[0052] 该等离子体发生器包括等离子炬 2、等离子电源 3 和等离子炉 4,等离子电源 3 与等离子炬 2 连接,等离子炬 2 与等离子炉 4 连接,固体吸附剂设备 1 与等离子炬 2 通过管道连接,等离子炉 4 与固体吸附剂设备 1 通过管道连接,在固体吸附剂设备 1、等离子炬 2、等离子炉 4 之间形成循环回路;

[0053] 风机 5 连接在循环回路中,其连接位置可以任意设定,优选地,如图 1 所示,其设置在固体吸附剂 1 和等离子炬 2 之间;

[0054] 排气口 16 接入循环回路中。

[0055] 工作时,点燃等离子炬 2,运行风机 5,使气体经固体吸附剂设备 1、等离子炬 2、等离子炉 4 和固体吸附剂设备 1 循环流动,等离子炉 4 中产生的等离子体使固体吸附剂设备 1 内的固体吸附剂中的吸附质脱附,携带有吸附质的气流进入等离子炉 4 中进行氧化、分解,最后通过排气口 16 排出。

[0056] 为了使携带有吸附质的气流快速和充分地受到离子体的高温和高活性物种的作用彻底氧化、分解成无害产物,本实施例对等离子炬 2 和等离子炉 4 进行了巧妙设计。具体地,如图 2 和 3 所示,等离子炉 4 包括炉体 41、上盖 42 和出气口 43,炉体 41 壁上设置有孔洞 411;

[0057] 等离子炬 2 包括本体 21 和设置在本体 21 两端的气流入口 22 和气流出口 23;

[0058] 等离子炬的本体 21 安装在孔洞 411 中且其气流出口 23 与炉体 41 相通,等离子炬的本体 21 与孔洞 411 之间形成有环形间隙,固体吸附剂设备 1 与等离子炉的出气口 43 通过管道连接,等离子炬的气流入口 22 与固体吸附剂设备 1 通过管道连接。

[0059] 优选地,等离子炬的本体 21 与等离子炉的炉体 41 水平横断面形成 20 度至 40 度向下的夹角,并且与等离子炉的炉体 41 中轴线形成 20 度至 40 度的夹角,如此,在等离子炉内形成旋涡流,延长高温气流在炉内的停留时间。优选地,等离子炬的本体 21 与等离子炉的炉体 41 水平横断面形成 30 度向下的夹角,并且与等离子炉的炉体 41 中轴线形成 30 度的夹角,。

[0060] 进一步地,如图 1-3 所示,等离子炬 2 包括两个,炉体 41 壁上设置有与等离子炬 2 数量相等的相互错开的孔洞 411,两个等离子炬 2 分别安装在对应的孔洞 411 中,在等离子炬 2 的本体 21 上设有通孔,这些通孔与炉体 41 壁上的孔洞 411 之间形成环形间隙。相互错开设置的等离子炬 2 使等离子炬 2 向等离子炉的炉体 41 内喷射的高温气流能够在炉体 41 内形成旋涡流,延长高温气流在炉内停留的时间。携带有吸附质的气流经等离子炬 2 的气流入口 22 通过环形间隙喷射进入等离子炉 4,携带有吸附质的气流充分地与高温等离子焰混合,使得吸附质在高温等离子体作用下迅速分解。当然,本实施例中的等离子炬 2 不仅限于两个或者一个,其也可以根据实际的设置多个,在此不在赘述。

[0061] 优选地,为了进一步提高进入固体吸附剂设备 1 中的气流温度,使固体吸附剂中的吸附质能更快地脱附,本实施例还可以在循环回路中设置换热器,换热器在循环回路中的位置可以任意设置,也可以具体地如图 1 所示设置:如图 1 所示,等离子炉 4 上设有下盖 44,等离子炉的出气口 43 通过管道连接换热器 7,换热器 7 通过管道连接固体吸附剂设备 1 和下盖 44,在固体吸附剂设备 1、等离子炬 2、等离子炉 4 和换热器 7 之间形成循环回路。这样,空气可以经换热器 7 预热后进入等离子炉 4,等离子炉 4 中的高温烟气可以部分通过排气口 16 排放,部分跟随气流循环至固体吸附剂设备 1 中。

[0062] 优选地,为了避免脱附后的吸附质循环进入固体吸附剂设备 1,本实施例还可以设过滤器 8 对进入固体吸附剂设备 1 中的气流进行过滤,如图 1 所示。

[0063] 优选地,为了提高脱附后的吸附质在等离子炉的氧化分解效率,如图 1 所示,氧化性气体可经风机 6、阀门 13 并在换热器 7 加热后进入等离子炉 4。

[0064] 优选地,为了能够顺利地使吸附质脱附,如图 1 所示,可以在循环回路中设置辅助反应气体输入口 6,根据吸附质类型在辅助反应气体输入口 6 加入辅助反应气体,使吸附质能够顺利地被氧化、分解、还原或者炭化从而转化为无害产物。

[0065] 优选地,为了能够迅速冷却脱附后的固体吸附剂,如图 1 所示,可以在循环回路中设置冷却气体输入口 18,通过冷却气体输入口 18 输入气体对固体吸附剂进行冷却,冷却气体输入口 18 输入的气体可以根据具体的固体吸附剂选择合适的辅助气体,如氮气或者空气等。

[0066] 本实施例还可以在循环回路中灵活设置气阀来控制循环回路中气流的流向。例如,如图 1 所示,在固体吸附剂设备 1 的两端均设置气阀 9、10,在等离子炬 2 的气流入口设置气阀 11、12,在换热器 7 和过滤器 8 之间设置气阀 14、在冷却气体输入口辅助气体输入口 18、排气口 16 分别通过气阀 17、15 接入循环回路中。工作时,点燃等离子炬 2,打开气阀 9、10、11、12、14,关闭气阀 13、17,运行风机 5,使气体在固体吸附剂设备 1、等离子炬 2、等离子炉 4、换热器 7、过滤器 8 和固体吸附剂设备 1 之间循环流动,固体吸附剂设备 1 内的吸附剂被加热,其负载的吸附质脱附,携带有吸附质的气流通过环形间隙喷射进入等离子炉 4,携带有吸附质的气流充分地 与高温等离子焰混合,使得吸附质在高温等离子作用下迅速分解,其中从等离子炉 4 排出的气流部分通过换热器 7 预热后会再等离子炉 4 中进行分解,部分经过换热器 7、气阀 14 和过滤器 8 后循环至固体吸附剂设备 1。当对循环回路中的气体进行浓度检测后判断吸附质脱附过程结束后,关闭等离子炬 2,关闭气阀 14,打开气阀 15,从排气口 16 排气。然后继续运行风机 5,让冷却气体从冷却气体输入口 18 中进入,冷却固体吸附剂设备 1 内的吸附剂。

[0067] 实施例 3

[0068] 如图 4 所示,与实施例 2 不同的是,本实施例的排气口 16 通过管道接入换热器 7,再通过换热器 7 接入循环管路中。此外,换热器 7 还连接有空气进气口 19,通过空气进气口 19 输入空气,再经过换热器 7 换热后对固体吸附剂设备 1 中的吸附剂进行加热。工作时,如图 4 所示,点燃等离子炬 2,运行风机 5,空气从空气进气口 19 进入换热器 7 中预热后经过气阀 9 进入固体吸附剂设备 1,固体吸附剂设备 1 内的吸附剂被热空气加热后,其负载的吸附质脱附;携带有吸附质的气流经气阀 10、风机 5、气阀 11 和 12、等离子炬 2 进入等离子炉 4,吸附质在高温等离子作用下迅速氧化分解;高温烟气从等离子炉 4 排出后进入换热器 7,然后经排气口 16 排放。当对循环回路中的气体进行浓度检测判断吸附质脱附过程结束后,关闭等离子炬 2,继续运行风机 5,冷却固体吸附剂设备 1 内的吸附剂。

[0069] 在本实施例中,过滤器、气阀等部件的设置可以根据实际需要设置,具体可以参照实施例 1,再次不再赘述。

[0070] 实施例 4

[0071] 与实施例 2 不同的是,本实施例中可以将固体吸附剂设备分离出去,其余部分设置成可移动式的设备,当需要时,再将固体吸附剂设备接入可移动式设备中。

[0072] 具体地,如图 5 所示,等离子炬 2、等离子炉、等离子电源 3、过滤器 8、风机 5、排气口 16、辅助反应气体输入口 6 设置成可移动式设备,其中,风机 5、等离子炬 2、等离子炉 4、过滤器 8 依次连接,排气口 16 可以接在等离子炉 4 和过滤器 8 之间,辅助反应气体输入口 6 可以接在任意部件之间也可以如图 5 所示,直接接入等离子炉 4 中;在风机 5 一端设置连接固体吸附剂设备的在吸附设备出气接口 20,在过滤器 8 的一端设置吸附设备气体进入接口 21。

[0073] 此外,可以根据实际需要接入气阀,如图 5 所示,在吸附设备出气接口 20 与风机 5

之间设置气阀 10,在等离子炉 4 和过滤器 8 之间设置气阀 22,在排气口 16 和等离子炉 4 之间设置气阀 17,

[0074] 当需要对固体吸附剂设备中吸附剂进行吸附质脱附时,将固体吸附剂设备通过管道连接到吸附设备出气接口 20、吸附设备气体进入接口 21 之间,然后点燃等离子炬 2,打开阀门 10、22,关闭阀门 17,运行风机 5,使气体在固体吸附剂设备与等离子炉 4 间循环流动,固体吸附剂设备内的吸附剂被加热,其负载的吸附质脱附。携带有吸附质的气流进入等离子炉 4,吸附质在高温等离子作用下降解。辅助反应气体可用辅助反应气体输入口 6 加入等离子炉 4。这时等离子炉高温烟气可以部分经阀门 17 和排气口 16 排放至烟道,部分经阀门 22 循环至固体吸附剂设备。

[0075] 本实施例中可以具体应用在非连续使用、吸附周期长的固体吸附剂设备中,由于固体吸附剂设备非连续使用或者吸附周期长,直接配备一套再生设备并不经济,而本实施例正可以解决上述问题,从而节省成本。

[0076] 在实施例 1 和 2 中提及而在实施例 3 中未提及的部件可以根据实际需要参照实施例 1 和实施例 2 设置本实施例 1 的固体吸附剂再生设备中,再次不再赘述。

[0077] 相同或相似的标号对应相同或相似的部件;

[0078] 附图中描述位置关系的用于仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制;

[0079] 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。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

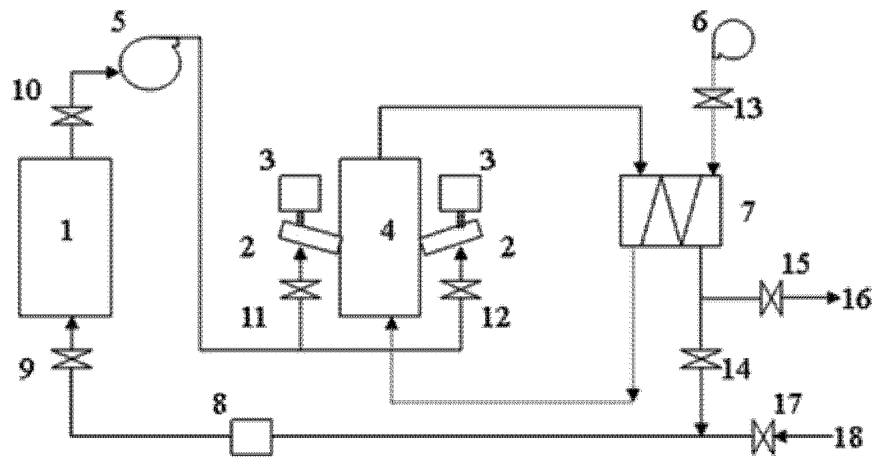


图 1

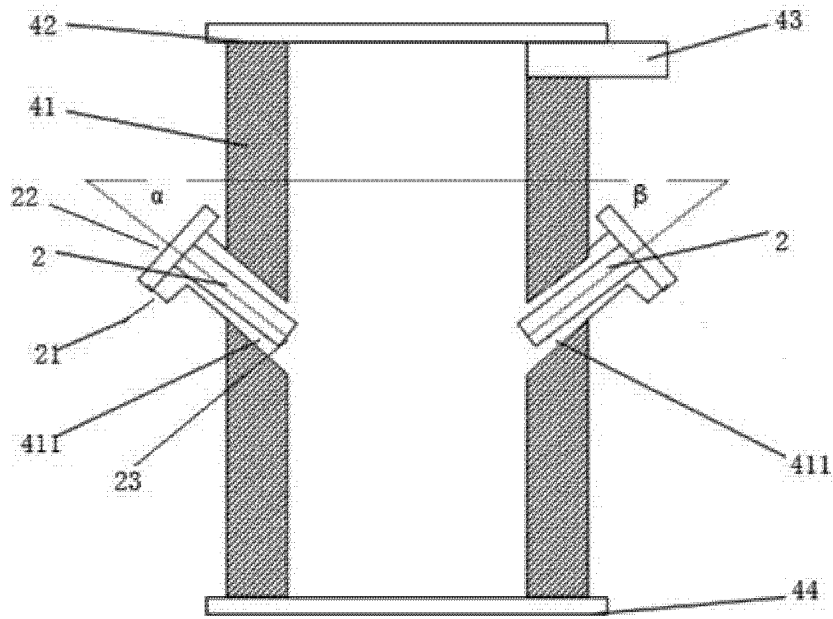


图 2

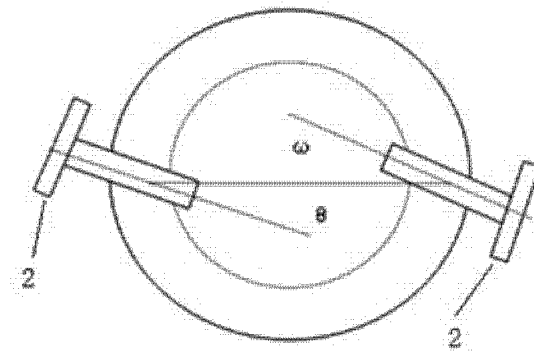


图 3

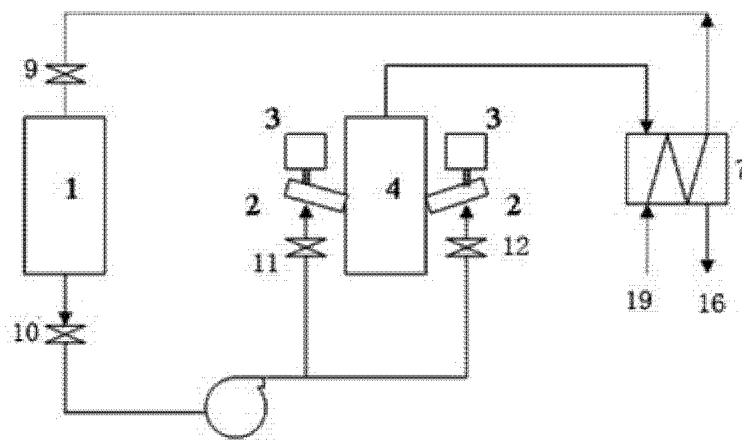


图 4

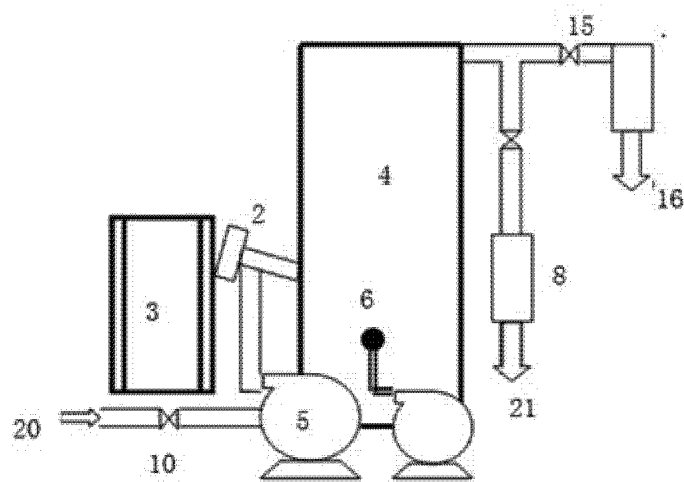


图 5