(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107213752 A
(43)申请公布日 2017.09.29

(21)申请号 201610165023.7

(22)申请日 2016.03.22

(71)申请人 天津工业大学
地址 300387 天津市西青区宾水西道399号

(72)发明人 吴云 杜小磊 张宏伟

(74)专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代理事务所 12201
代理人 陆艺

(51)Int.Cl.
B01D 53/14(2006.01)
C02F 9/08(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)

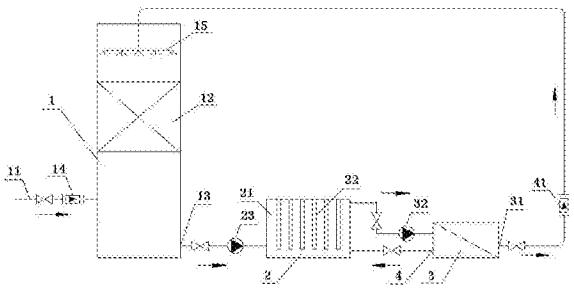
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的装置和方法

(57)摘要

本发明公开了一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的装置和方法，该方法包括如下步骤：挥发性有机化合物气体在喷淋塔内经吸收液吸收后从喷淋塔底部排出并输送到设置有紫外灯管和催化剂纳米级二氧化钛的光催化器内，在纳米级二氧化钛催化下经紫外光降解后，挥发性有机化合物分解成二氧化碳和水，从光催化器排出的混合液经膜分离装置，分离得到二氧化钛浓缩液和吸收液，吸收液输送到喷淋塔重复利用，二氧化钛浓缩液回流至光催化器。本发明的方法简单，无二次污染，处理效果受外界影响较小并且具有很高的VOCs去除率。吸收后的吸收液循环使用，运行处理成本低。并且不存在吸收液排放污染环境的问题。本发明的装置结构简单，成本低。



CN 107213752 A

1.一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法，其特征是包括如下步骤：挥发性有机化合物气体在喷淋塔内经吸收液吸收后从喷淋塔底部排出并输送到设置有紫外灯管和催化剂纳米级二氧化钛的光催化器内，在纳米级二氧化钛催化下经紫外光降解后，挥发性有机化合物分解成二氧化碳和水，从光催化器排出的混合液经膜分离装置，分离得到二氧化钛浓缩液和吸收液，吸收液输送到喷淋塔重复利用，二氧化钛浓缩液回流至光催化器。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征是所述吸收液按重量百分比由下述组分组成：6%～10%的分子量为1～30万的聚乙烯吡咯烷酮、3%～6%的分子量为200～600的聚乙二醇、0.5%～1%的氯化钠、0.1%～0.3%的工业香精、1%～3%的异噻唑啉酮、余量为水。

3.根据权利要求1所述的方法，其特征是挥发性有机化合物气体在进入喷淋塔的浓度为50mg/m^3～1000mg/m^3，流量为40～100m^3/min时，紫外灯管主波长为250nm～380nm，功率为20～100W，光照强度为6mW/cm^2～50mW/cm^2，纳米级二氧化钛的投加量为120g～1500g。

4.根据权利要求3所述的方法，其特征是挥发性有机化合物气体在进入喷淋塔的浓度为300mg/m^3～800mg/m^3，流量为42～58m^3/min时，紫外灯管主波长为360nm～380nm，功率为50～100W，光照强度为12mW/cm^2～36mW/cm^2，纳米级二氧化钛的投加量为350g～600g。

5.一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的装置，包括喷淋塔(1)、光催化器(2)和膜分离装置(3)，所述喷淋塔内设置有填料层(12)和吸收液喷淋装置(15)，废气进口管道(11)连接气体流量计(14)后与喷淋塔的下部连接，喷淋塔的底部出口(13)通过管道依次与第一泵(23)、光催化器(2)连接，光催化器内设置有紫外灯管(22)和纳米级二氧化钛(21)，光催化器通过管道依次与第二泵(32)、膜分离装置(3)连接，膜分离装置的截留纳米级二氧化钛出口(4)通过管道与光催化器连接，膜分离装置的吸收液出口(31)通过管道依次与液体流量计(41)、喷淋塔(1)的吸收液喷淋装置(15)连接。

6.根据权利要求5所述的装置，其特征是喷淋塔中的填料层的填料为金属环矩鞍填料、鲍尔环填料、纤维球填料或孔径为5～10mm的板波纹填料。

7.根据权利要求5所述的装置，其特征是喷淋塔中的吸收液喷淋装置采用喷头式分布器，喷头式分布器上小孔同心圆排列，小孔直径为3～10mm，吸收液喷淋装置的喷洒直径为1/5～1/3倍的喷淋塔塔体直径。

液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明属于有机废气治理领域，具体涉及一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法。

技术背景

[0002] 近年来我国北方大部分地区出现了严重的雾霾天气，尤其是京津冀地区，而挥发性有机化合物(VOCs)是导致这种严重雾霾天气的直接原因之一。恶劣的雾霾天气严重影响了人们的正常生活并且对人的身体健康构成了严重威胁。

[0003] 挥发性有机化合物(VOCs)一般是指在常温常压下饱和蒸气压大于70Pa、沸点小于260℃的有机化合物的总称，包括脂肪烃、芳香烃、含卤烃类、含氧烃类、含氮烃和含硫烃类等，其主要来源于石化、汽车、家电、精细化工等行业。

[0004] 有机废气治理控制技术主要有液体吸收法、热破坏法、活性炭吸附法、冷凝法以及近些年技术趋于成熟的现代方法例如：光催化法、低温等离子体技术、超重力技术、脉冲电晕法等等。其中液体吸收法是利用液体吸收剂吸附有机废气从而达到处理有机废气的目的。废气吸收液一般由水、表面活性剂及其他一些添加剂按比例配制而成，此方法适用于水溶性良好、有组织排放源的有机气体，工艺简单，管理方便，设备运转费用低。但液体吸收法产生二次污染，需对洗涤液进行处理，净化效率低。目前，很少采用液体吸收法处理有机废气，主要原因是无合适的吸收剂可以选择。

[0005] 另外，光催化法由于其处理效率高、无二次污染等优点越来越受到人们的关注。光催化是利用二氧化钛作为催化剂在紫外光照射下将有机废气催化降解为水和二氧化碳，反应条件温和、光解迅速、适用范围广，烃、醇、醛、酮、氨等有机物都能被二氧化钛光催化降解。其反应机理主要是二氧化钛催化剂吸收光子从而产生光生电子(e-)和空穴(h+)，此时吸附在纳米颗粒表面的溶解氧俘获电子形成超氧负离子，而空穴将吸附在催化剂表面的氢氧根离子和水氧化成羟基自由基。而超氧负离子和羟基自由基具有很强的氧化性，能将绝大多数的有机物氧化至最终产物二氧化碳和水，甚至对一些无机物也能彻底分解。但是，采用液体吸收协同紫外光催化能够弥补液体吸收和光催化的不足，提高VOCs去除率和降低处理成本的技术尚未报道。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于解决现有技术存在的废气去除率低和处理成本高的问题，提出了一种高效低耗的液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法。

[0007] 本发明的第二个目的是提供一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的装置。

[0008] 本发明的技术方案概述如下：

[0009] 一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法，包括如下步骤：挥

发性有机化合物气体在喷淋塔内经吸收液吸收后从喷淋塔底部排出并输送到设置有紫外灯管和催化剂纳米级二氧化钛的光催化器内，在纳米级二氧化钛催化下经紫外光降解后，挥发性有机化合物分解成二氧化碳和水，从光催化器排出的混合液经膜分离装置，分离得到二氧化钛浓缩液和吸收液，吸收液输送到喷淋塔重复利用，二氧化钛浓缩液回流至光催化器。

[0010] 吸收液按重量百分比由下述组分组成：6%～10%的分子量为1～30万的聚乙烯吡咯烷酮、3%～6%的分子量为200～600的聚乙二醇、0.5%～1%的氯化钠、0.1%～0.3%的工业香精、1%～3%的异噻唑啉酮、余量为水。

[0011] 挥发性有机化合物气体在进入喷淋塔的浓度为50mg/m^3～1000mg/m^3，流量为40～100m^3/min时，紫外灯管主波长为250nm～380nm，功率为20～100W，光照强度为6mW/cm^2～50mW/cm^2，纳米级二氧化钛的投加量为120g～1500g。

[0012] 优选的是：挥发性有机化合物气体在进入喷淋塔的浓度为300mg/m^3～800mg/m^3，流量为42～58m^3/min时，紫外灯管主波长为360nm～380nm，功率为50～100W，光照强度为12mW/cm^2～36mW/cm^2，纳米级二氧化钛的投加量为350g～600g。

[0013] 一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的装置，包括喷淋塔1、光催化器2和膜分离装置3，所述喷淋塔内设置有填料层12和吸收液喷淋装置15，废气进口管道11连接气体流量计14后与喷淋塔的下部连接，喷淋塔的底部出口13通过管道依次与第一泵23、光催化器2连接，光催化器内设置有紫外灯管22和纳米级二氧化钛21，光催化器通过管道依次与第二泵32、膜分离装置3连接，膜分离装置的截留纳米级二氧化钛出口4通过管道与光催化器连接，膜分离装置的吸收液出口31通过管道依次与液体流量计41、喷淋塔1的吸收液喷淋装置15连接。

[0014] 喷淋塔中的填料层的填料优选金属环矩鞍填料、鲍尔环填料、纤维球填料或孔径为5～10mm的板波纹填料。

[0015] 喷淋塔中的吸收液喷淋装置采用喷头式分布器，喷头式分布器上小孔同心圆排列，小孔直径为3～10mm，吸收液喷淋装置的喷洒直径为1/5～1/3倍的喷淋塔塔体直径。

[0016] 本发明的优点：

[0017] 本发明的方法简单，无二次污染，处理效果受外界(如VOCs含量、温度、微生物抑制物质等)影响较小并且具有很高的VOCs去除率。克服了传统的吸收法吸收分解VOCs气体，其对环境有害的废弃吸收液很难得到有效处理和利用的不足，吸收后的吸收液经过膜分离装置后可通过回流系统回流至喷淋塔，从而实现吸收液的循环使用，显著降低了运行处理成本。并且不存在吸收液排放污染环境的问题。本发明的装置结构简单，成本低。

附图说明

[0018] 图1为本发明的一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物装置的结构示意图。

具体实施方式

[0019] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的说明。

[0020] 一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的装置(见图1)，包括喷淋

塔1、光催化器2和膜分离装置3，喷淋塔内设置有填料层12和吸收液喷淋装置15，废气进口管道11连接气体流量计14后与喷淋塔的下部连接，喷淋塔的底部出口13通过管道依次与第一泵23、光催化器2连接，光催化器内设置有紫外灯管22和纳米级二氧化钛21，光催化器通过管道依次与第二泵32、膜分离装置3连接，膜分离装置的截留纳米级二氧化钛出口4通过管道与光催化器连接，膜分离装置的吸收液出口31通过管道依次与液体流量计41、喷淋塔1的吸收液喷淋装置15连接。

[0021] 喷淋塔中的填料层的填料优选：金属环矩鞍填料、鲍尔环填料、纤维球填料或孔径为5～10mm的板波纹填料。

[0022] 喷淋塔中的吸收液喷淋装置采用喷头式分布器，喷头式分布器上小孔同心圆排列，小孔直径为3、4、5、6、7、8、9或10mm，液喷淋装置的喷洒直径为1/5、1/4或1/3倍的喷淋塔塔体直径。

[0023] 以填料为金属环矩鞍填料；液喷淋装置采用喷头式分布器，喷头式分布器上小孔同心圆排列，小孔直径为6mm，液喷淋装置的喷洒直径为1/4倍的喷淋塔塔体直径的一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的装置为例进行下述各实施例的操作。

[0024] 实施例1

[0025] 一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法，包括如下步骤：

[0026] 挥发性有机化合物气体(选取制药厂产生的挥发性有机废气丙酮)在喷淋塔内经吸收液(见表1)吸收后从喷淋塔底部排出并输送到设置有紫外灯管和纳米级二氧化钛的光催化器内，在紫外光和纳米级二氧化钛催化降解后，挥发性有机化合物分解成二氧化碳和水，从光催化器排出的混合液经膜分离装置(有机管式膜，膜面液体流速控制为5m/s)分离得到二氧化钛浓缩液和吸收液，吸收液输送到喷淋塔重复利用，二氧化钛浓缩液回流至光催化器。

[0027] 挥发性有机化合物气体在进入喷淋塔的浓度为300mg/m^3，流量为42m^3/min时，纳米级二氧化钛的投加量为350g。

[0028] 紫外灯管主波长为360nm，功率为60W，光照强度为12mW/cm^2，丙酮的去除率99％。

[0029] 实施例2

[0030] 一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法，包括如下步骤：

[0031] 挥发性有机化合物气体(选取喷漆产生的挥发性有机废气二甲苯)在喷淋塔内经吸收液(见表1)吸收后从喷淋塔底部排出并输送到设置有紫外灯管和纳米级二氧化钛的光催化器内，在紫外光和纳米级二氧化钛催化降解后，挥发性有机化合物分解成二氧化碳和水，从光催化器排出的混合液经膜分离装置(有机管式膜，膜面液体流速控制为3m/s)分离得到二氧化钛浓缩液和吸收液，吸收液输送到喷淋塔重复利用，二氧化钛浓缩液回流至光催化器。

[0032] 挥发性有机化合物气体在进入喷淋塔的浓度为500mg/m^3，流量为50m^3/min时，纳米级二氧化钛的投加量为450g。

[0033] 紫外灯管主波长为360nm，功率为50W，光照强度为30mW/cm^2。二甲苯的去除率99.3％。

[0034] 实施例3

[0035] 一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法，包括如下步骤：

[0036] 挥发性有机化合物气体(选取石油炼化厂产生的挥发性有机废气苯酚)在喷淋塔内经吸收液(见表1)吸收后从喷淋塔底部排出并输送到设置有紫外灯管和纳米级二氧化钛的光催化器内,在紫外光和纳米级二氧化钛催化降解后,挥发性有机化合物分解成二氧化碳和水,从光催化器排出的混合液经膜分离装置(有机管式膜,膜面液体流速控制为7m/s)分离得到二氧化钛浓缩液和吸收液,吸收液输送到喷淋塔重复利用,二氧化钛浓缩液回流至光催化器。

[0037] 浓缩液和吸收液,吸收液输送到喷淋塔重复利用,二氧化钛浓缩液回流至光催化器。

[0038] 挥发性有机废气二甲苯在进入喷淋塔的初始浓度为800mg/m^3,流量为58m^3/min时,纳米级二氧化钛的投加量为600g。

[0039] 紫外灯管主波长为380nm,功率为100W,光照强度为36mW/cm^2苯酚的去除率99%。

[0040] 表1:吸收液按重量百分比由下述组分组成:

[0041]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3
聚乙烯吡咯烷酮	分子量为 15 万 6%	分子量为 30 万 8%	分子量为 1 万 10%
聚乙二醇	分子量为 200 6%	分子量为 600 5%	分子量为 400 3%
氯化钠	0.5%	1%	1%
工业香精(玫瑰香精)	0.3%	0.25%	0.1%
异噻唑啉酮	1%	3%	2%
水	86.2%	82.75%	83.9%

[0042] 实施例4

[0043] 一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法,包括如下步骤:

[0044] 挥发性有机化合物气体(选取喷漆产生的挥发性有机废气二甲苯)在喷淋塔内经吸收液(同实施例1)吸收后从喷淋塔底部排出并输送到设置有紫外灯管和纳米级二氧化钛的光催化器内,在紫外光和纳米级二氧化钛催化降解后,挥发性有机化合物分解成二氧化碳和水,从光催化器排出的混合液经膜分离装置(有机管式膜,膜面液体流速控制为3m/s)分离得到二氧化钛浓缩液和吸收液,吸收液输送到喷淋塔重复利用,二氧化钛浓缩液回流至光催化器。

[0045] 挥发性有机废气二甲苯在进入喷淋塔的初始浓度为50mg/m^3,流量为100m^3/min时,纳米级二氧化钛的投加量为120g。

[0046] 紫外灯管主波长为250nm,功率为20W,光照强度为6mW/cm^2二甲苯的去除率96%。

[0047] 实施例5

[0048] 一种液体吸收协同紫外光催化降解挥发性有机化合物的方法,包括如下步骤:

[0049] 挥发性有机化合物气体(选取喷漆产生的挥发性有机废气二甲苯)在喷淋塔内经吸收液(同实施例1)吸收后从喷淋塔底部排出并输送到设置有紫外灯管和纳米级二氧化钛的光催化器内,在紫外光和纳米级二氧化钛催化降解后,挥发性有机化合物分解成二氧化碳和水,从光催化器排出的混合液经膜分离装置(有机管式膜,膜面液体流速控制为3m/s)

分离得到二氧化钛浓缩液和吸收液，吸收液输送到喷淋塔重复利用，二氧化钛浓缩液回流至光催化器。

[0050] 挥发性有机废气丙酮在进入喷淋塔的初始浓度为1000mg/m^3，流量为40m^3/min，纳米级二氧化钛的投加量为1500g。

[0051] 紫外灯管主波长为380nm，功率为100W，光照强度为50mW/cm^2，二甲苯的去除率97％。

[0052] 挥发性有机化合物(VOCs)通过废气进口管道从喷淋塔下部进入到喷淋塔内部，气体不断上升，吸收液被喷淋装置均匀的分配到填料层的填料颗粒表面形成薄膜层，与上升的VOCs废气充分接触后，将废气中的气态污染物转移到液相，以溶解的水含物或者新化合物存于液相中。饱和废气吸收液在重力作用从喷淋塔底部的排放口排出，然后进入光催化器内，二氧化钛催化剂被紫外光活化，产生具有很强氧化能力的空穴和·OH自由基，空穴和·OH自由基能够将绝大多数挥发性有机化合物(VOCs)氧化分解成二氧化碳和水。

[0053] 膜分离装置的目的在于将二氧化钛催化剂分离出来使吸收液得以再生，再生后的吸收液回流至喷淋塔，回流流量由液体流量计调节，而含有二氧化钛催化剂的浓缩液则回流至光催化器。

[0054] 以上所述是对本发明的解释，而非对本发明的限制，其他任何未背离本发明原理的修改、简化、组合都属于本发明的保护范围。

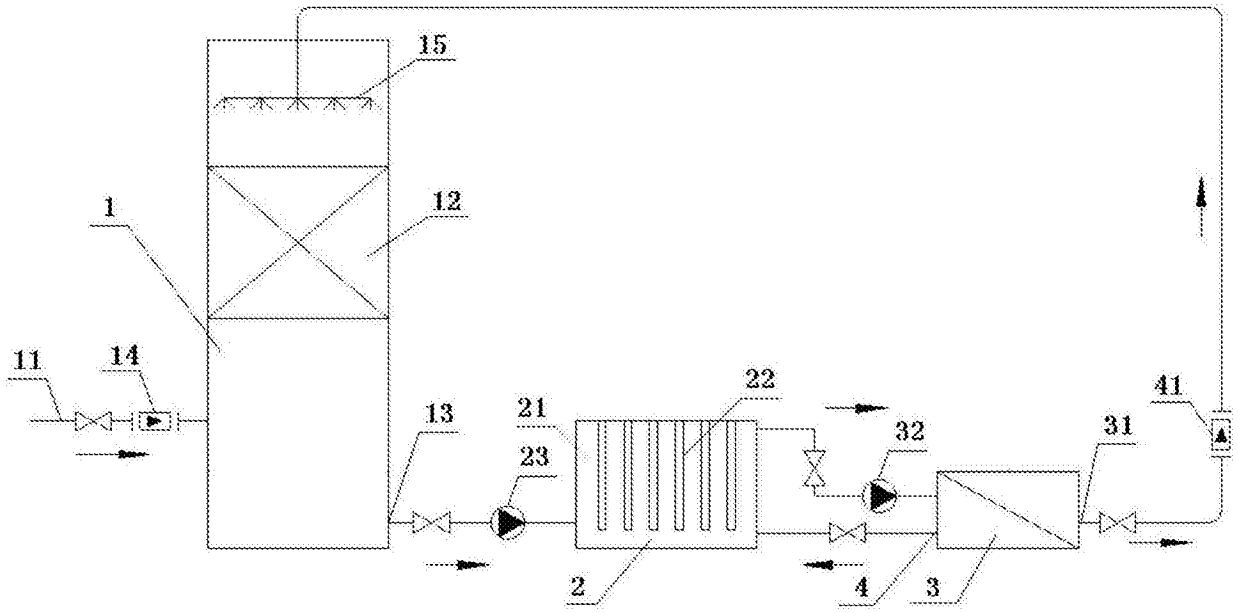


图1