



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103979666 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 13

(21) 申请号 201410232507. X

(22) 申请日 2014. 05. 28

(71) 申请人 南京麦得文环保科技有限公司

地址 211106 江苏省南京市江宁经济技术开
发区将军大道 37 号

(72) 发明人 汪宏梅

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 巩克栋 杨晞

(51) Int. Cl.

C02F 1/78 (2006. 01)

C02F 1/32 (2006. 01)

C02F 1/74 (2006. 01)

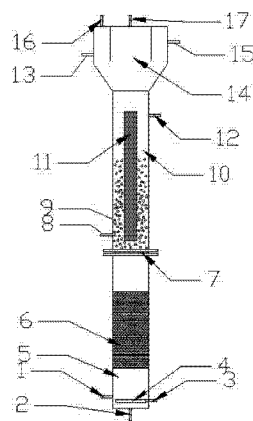
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种一体式臭氧光催化反应装置

(57) 摘要

本发明涉及一种一体式臭氧光催化反应装置。所述反应装置从下至上依次包括臭氧反应室、光催化反应室和三相分离室。本发明装置将臭氧氧化处理与光催化处理技术相结合, 不仅将臭氧氧化处理和光催化处理两种高级氧化技术耦合在同一反应装置中, 同时通过反应器设计, 将两个处理过程合理分离, 既避免了臭氧对紫外线的吸收而影响光催化效率, 同时又利用臭氧处理后剩余的臭氧以及处理过程中生成的氧气作为光催化媒介参与光催化反应, 提高光催化过程处理效率, 从而极大提高了装置对于有机废水的处理效率, 降低了处理成本。该装置可推广应用于高浓度、难降解有机废水的快速处理。



1. 一种一体式臭氧光催化反应装置,其特征在于,所述反应装置从下至上依次包括臭氧反应室(5)、光催化反应室(10)和三相分离室(14)。

2. 如权利要求1所述的反应装置,其特征在于,所述臭氧反应室(5)下部设有进水口(1),底部设有排空口(2);

优选地,所述臭氧反应室(5)内设有固载臭氧催化剂(6);

优选地,所述臭氧反应室(5)底部设有气体分布装置,气体分布装置与臭氧进气口(3)相连。

3. 如权利要求2所述的反应装置,其特征在于,所述固载臭氧催化剂(6)的床层填充高度为整个臭氧反应室(5)高度的1/2,床层底部距臭氧反应室(5)底部高度为整个臭氧反应室(5)高度的1/3。

4. 如权利要求1-3之一所述的反应装置,其特征在于,所述臭氧反应室(5)与光催化反应室(10)通过法兰连接,法兰连接面中间夹有不锈钢滤网(7);

优选地,所述不锈钢滤网(7)的材质为316L不锈钢,其孔径不超过0.5mm。

5. 如权利要求1-4之一所述的反应装置,其特征在于,所述光催化反应室(10)中心设有紫外光源(11);

优选地,所述光催化反应室(10)的下部和上部分别设有循环液进口(8)和循环液出口(12),通过外接水泵使室内液体从上至下内循环;

优选地,所述循环液出口(12)出口处设有滤网,滤网孔径不超过0.5mm。

6. 如权利要求1-5之一所述的反应装置,其特征在于,所述光催化反应室(10)内含有固载光触媒颗粒(9);

优选地,所述固载光触媒颗粒(9)是在活性载体上固载光触媒;

优选地,所述活性载体为活性炭、分子筛或 γ -氧化铝;

优选地,所述活性载体的粒径为1~1.5mm;

优选地,所述光触媒为铜掺杂型纳米 TiO_2 光催化剂。

7. 如权利要求6所述的反应装置,其特征在于,所述光催化反应室(10)内壁贴有反射层;

优选地,所述紫外光源(11)为低压汞灯,其功率为40W。

8. 如权利要求1-7之一所述的反应装置,其特征在于,所述三相分离室(14)包括外筒和设于其内部的内筒;

优选地,所述外筒上部为圆柱形,下部为与光催化反应室(10)相连的锥形;

优选地,所述锥形的锥角为 45° ;

优选地,三相分离室(14)的圆柱形上部截面积是底部截面积的3倍。

9. 如权利要求1-8之一所述的反应装置,其特征在于,所述三相分离室(14)内筒为直筒,其直径稍大于光催化反应室(10)的直径。

10. 如权利要求1-9之一所述的反应装置,其特征在于,所述三相分离室(14)的内筒顶部设有排气口(17),外筒顶部设有放空口(16);

优选地,所述外筒侧壁上部设有出水口(15)和液体回流口(13),液体回流口(13)的位置低于出水口(15)。

一种一体式臭氧光催化反应装置

技术领域

[0001] 本发明涉及有机废水处理技术领域,具体涉及一种一体式臭氧光催化反应装置。

背景技术

[0002] 20 世纪中叶以来,合成化学工业的飞速发展,大量自然界本不存在的有机化合物被发明和生产出来。这类有机物为人类社会带来了很方便和利益的同时,也对环境造成了巨大危害。其中,难降解有机物由于其降解性能差,容易在环境中积累,从而对人体健康产生极大威胁。

[0003] 从污染物的形态上分析,难降解有机废水是有机污染物中最典型的一类,也是近几十年来环境保护治理领域研究中的重点治理对象。近十年来的研究结果证实,高级氧化技术(AOP)在难降解有机废水治理中具有很好的应用前景,成为国内外研究的热点之一。高级氧化技术在处理难降解有机废水方面,具有反应时间短、反应过程易于控制、对有机物降解无选择性也比较彻底等优点。

[0004] 由于通常采用单一的氧化处理工艺往往还不能取得理想的效果,因此在研究以及实际应用中,常常将多种氧化工艺联合起来,以产生更多的羟基自由基($\cdot\text{OH}$),从而提高系统对难降解有机废水的氧化降解能力。在各类高级氧化技术中,臭氧氧化和光催化氧化都已在水处理领域中得到了较系统的研究和广泛的应用,但都有其各自的局限性。臭氧的氧化性具有一定选择性,不能彻底去除水中的 COD 和 TOC,不能彻底矿化有机物。半导体光催化技术降解有机物时存在空穴-电子对复合机率较大,光催化效率低,对色度和浊度较大的废水处理效果有限等缺点。因此将光催化氧化与臭氧氧化两种技术相结合,一方面臭氧可作为电子捕获剂,降低空穴与电子的复合,提高光催化的效率;另一方面,光催化也可强化臭氧对有机物的氧化降解反应,提高臭氧分子的利用效率。因此将光催化-臭氧氧化联用,协同降解有机物是一种很有前景的水处理技术。

[0005] 在臭氧光催化处理难降解有机废水的研究中,反应器的设计是废水低耗高效处理的关键,而目前常规的臭氧光催化处理装置,由于考虑到臭氧本身对紫外光源的吸收特性,因此臭氧处理和光催化处理往往分别在两段独立的反应装置中分别进行,从而所构建的反应装置具有设备体积较大,并且投资较高等问题,进而引发设备运输费用增加,安装占地面积大等实际问题,严重制约了臭氧光催化技术在实际废水中的应用。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种一体式臭氧光催化反应装置,将臭氧处理和光催化处理两种深度氧化处理技术耦合在同一反应器中,并且该反应器充分利用臭氧和光催化两种氧化技术的特点,通过反应装置的优化设计、催化剂的使用、臭氧的梯级综合利用,提高了废水处理效率,减少废水处理成本,从而极大简化了设备,降低了设备投资成本。

[0007] 为达此目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 一种一体式臭氧光催化反应装置,所述反应装置从下至上依次包括臭氧反应室、

光催化反应室和三相分离室。

[0009] 在本发明中,待处理有机废水和臭氧首先进入臭氧反应室中,氧化废水中的有机污染物。在臭氧反应室中反应充分的废水及气体(含少量未反应的臭氧,以及反应中生成的氧气)进入光催化反应室,在光催化作用下进一步氧化废水中的有机污染物。经光催化反应室处理后的废水进入三相分离室,在三相分离室中,废水与气体(还可能有固载光触媒颗粒)进行分离后排出。

[0010] 以下为本发明所述一体式臭氧光催化反应装置的优选形式。

[0011] 所述臭氧反应室下部设有进水口,底部设有排空口。

[0012] 所述臭氧反应室内设有固载臭氧催化剂,可以提高臭氧的利用率。

[0013] 所述臭氧反应室底部设有气体分布装置,气体分布装置与臭氧进气口相连,使进入臭氧进入反应室后能够均匀布气,从而提高臭氧与废水的接触面积,提高臭氧利用率。

[0014] 所述固载臭氧催化剂的床层填充高度为整个臭氧反应室高度的 $1/2$,床层底部距臭氧反应室底部高度为整个臭氧反应室高度的 $1/3$ 。

[0015] 所述臭氧反应室与光催化反应室通过法兰连接,法兰连接面中间夹有不锈钢滤网,防止光催化室中的固载光触媒颗粒进入臭氧反应室,导致固载光触媒颗粒的流逝。所述不锈钢滤网的材质为 316L 不锈钢,确保滤网不被臭氧所氧化。其孔径不超过 0.5mm,防止孔径过大而失去对固载光触媒颗粒的截留作用。

[0016] 所述光催化反应室中心设有紫外光源。

[0017] 所述光催化反应室的下部和上部分别设有循环液进口和循环液出口,通过外接水泵使室内液体从上至下内循环,从而使光触媒颗粒在反应室内呈流化状态。

[0018] 所述循环液出口出口处设有滤网,滤网孔径不超过 0.5mm。

[0019] 所述光催化反应室内含有固载光触媒颗粒;所述固载光触媒颗粒是在活性载体上固载光触媒。所述活性载体为活性炭、分子筛或 γ -氧化铝。

[0020] 所述活性载体的粒径为 $1 \sim 1.5\text{mm}$;所述光触媒为铜掺杂型纳米 TiO_2 光催化剂。

[0021] 所述光催化反应室内壁贴有反射层,对紫外线的反射率大于 80%。

[0022] 所述紫外光源为低压汞灯,其功率为 40W。

[0023] 所述三相分离室包括外筒和设于其内部的内筒。

[0024] 所述外筒上部为圆柱形,下部为与光催化反应室相连的锥形;所述锥形的锥角为 45° 。

[0025] 三相分离室的圆柱形上部截面积是底部截面积的 3 倍。

[0026] 所述三相分离室内筒为直筒,其直径稍大于光催化反应室的直径。

[0027] 所述三相分离室的内筒顶部设有排气口,外筒顶部设有放空口。

[0028] 所述外筒侧壁上部设有出水口和液体回流口,液体回流口的位置低于出水口。

[0029] 与已有技术方案相比,本发明具有以下有益效果:

[0030] 1) 将臭氧处理和光催化处理耦合在同一反应器中,极大缩小了反应器体积,并降低了反应器的生产成本,也减少了反应器实际应用中反应器的运输成本和使用占地面积;

[0031] 2) 通过在臭氧反应室中固载催化剂,大幅度提高臭氧利用率,在提高有机废水处理效率的同时,减少废水处理成本;

[0032] 3) 通过反应装置设计,使从臭氧反应室出来未反应的少量臭氧,以及反应中生成

的氧气引入光催化反应室,与光触媒反应生成羟基自由基,引发光催化反应,提高光催化反应效率,并实现了臭氧源的梯级利用,进一步提高臭氧利用率,并降低了废水处理成本;

[0033] 4) 通过将光触媒固载在活性载体上,通过光催化反应室的内循环设计,使固载光触媒处于流化状态,极大增加了光触媒与紫外光源以及有机污染物的接触面积,进而增加光催化效率。

附图说明

[0034] 图 1 是一体式臭氧光催化反应装置结构示意图。

[0035] 图中:1-进水口;2-排空口;3-臭氧进气口;4-气体分布器;5-臭氧反应室;6-固载臭氧催化剂;7-不锈钢滤网;8-循环液进口;9-固载光触媒颗粒;10-光催化反应室;11-紫外光源;12-循环液出口;13-液体回流口;14-三相分离室;15-出水口;16-放空口;17-排气口。

[0036] 下面对本发明进一步详细说明。但下述的实例仅仅是本发明的简易例子,并不代表或限制本发明的权利保护范围,本发明的保护范围以权利要求书为准。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本发明的技术方案。

[0038] 为更好地说明本发明,便于理解本发明的技术方案,本发明的典型但非限制性的实施例如下:

[0039] 如图 1 所示,一种一体式臭氧光催化反应装置,所述反应装置从下至上依次包括臭氧反应室 5、光催化反应室 10 和三相分离室 14。

[0040] 所述臭氧反应室 5 下部设有进水口 1,底部设有排空口 2;

[0041] 所述臭氧反应室 5 内设有固载臭氧催化剂 6;

[0042] 所述臭氧反应室 5 底部设有气体分布器 4,气体分布器 4 与臭氧进气口 3 相连。

[0043] 所述固载臭氧催化剂 6 的床层填充高度为整个臭氧反应室 5 高度的 1/2,床层底部距臭氧反应室 5 底部高度为整个臭氧反应室 5 高度的 1/3。

[0044] 所述臭氧反应室 5 与光催化反应室 10 通过法兰连接,法兰连接面中间夹有不锈钢滤网 7;

[0045] 所述不锈钢滤网 7 的材质为 316L 不锈钢,其孔径不超过 0.5mm。

[0046] 所述光催化反应室 10 中心设有紫外光源 11;

[0047] 所述光催化反应室 10 的下部和上部分别设有循环液进口 8 和循环液出口 12,通过外接水泵使室内液体从上至下内循环;

[0048] 所述循环液出口 12 出口处设有滤网,滤网孔径不超过 0.5mm。

[0049] 所述光催化反应室 10 内含有固载光触媒颗粒 9;

[0050] 所述固载光触媒颗粒 9 是在活性载体上固载光触媒;所述活性载体为活性炭、分子筛或 γ -氧化铝;所述活性载体的粒径为 1~1.5mm;所述光触媒为铜掺杂型纳米 TiO_2 光催化剂。

[0051] 所述光催化反应室 10 内壁贴有反射层;

[0052] 所述紫外光源 11 为低压汞灯,其功率为 40W。

[0053] 所述三相分离室 14 包括外筒和设于其内部的内筒；

[0054] 所述外筒上部为圆柱形，下部为与光催化反应室 10 相连的锥形；所述锥形的锥角为 45° ；

[0055] 三相分离室 14 的圆柱形上部截面积是底部截面积的 3 倍。

[0056] 所述三相分离室 14 内筒为直筒，其直径稍大于光催化反应室 10 的直径。

[0057] 所述三相分离室 14 的内筒顶部设有排气口 17，外筒顶部设有放空口 16；

[0058] 所述外筒侧壁上部设有出水口 15 和液体回流口 13，液体回流口 13 的位置低于出水口 15。

[0059] 本发明所述一体式臭氧光催化反应器的工作过程如下：

[0060] 待处理有机废水通过进水口 1 从反应装置底部进入，臭氧从臭氧进气口 3 经气体分布器 4 均匀布气后，与废水混合并在臭氧反应室 5 中反应。在反应过程中，臭氧通过与固载臭氧催化剂 6 的接触产生羟基自由基 ($\cdot\text{OH}$) 及原子氧 (O) 等高活性中间体，提高废水中有机污染物的处理效率。在臭氧反应室 3 中反应充分的废水及气体（含少量未反应的臭氧，以及反应中生成的氧气）通过不锈钢滤网 7 进入光催化反应室 10。在光催化反应室 10 中，紫外光源 11 发出紫外线，激发固载光触媒颗粒 9 引发光催化反应进一步氧化废水中的有机污染物。经固载光触媒颗粒 9 所激发的活性基团同时与从臭氧反应室 3 流出的少量臭氧和氧气相结合，再次生成羟基自由基 ($\cdot\text{OH}$) 及原子氧 (O) 等高活性中间体以氧化废水中的有机污染物。光催化反应室通过外接循环泵将废水经循环液出口 12 循环，从循环液进口 8 送入，提高废水在光催化反应室 10 中的上升流速，使反应室中的固载光催化颗粒 9 处于流化状态，提高光触媒与紫外线、氧化性气体（臭氧，氧气）以及污染物的接触面积，提高废水有机污染物的处理效率。

[0061] 经光催化反应室 10 处理后的废水进入三相分离室 14。在三相分离室 14 中，固载光触媒颗粒 9 与废水、气体进行分离并流回光催化反应室 10，气体通过顶部的排气口 17 排出。废水一部分通过液体回流口 13 回流到反应装置底部继续反应，一部分通过出水口 15 流出反应器完成废水处理。

[0062] 本发明装置将臭氧氧化处理与光催化处理技术相结合，不仅将臭氧氧化处理和光催化处理两种高级氧化技术耦合在同一反应装置中，同时通过反应器设计，将两个处理过程合理分离，既避免了臭氧对紫外线的吸收而影响光催化效率，同时又利用臭氧处理后剩余的臭氧以及处理过程中生成的氧气作为光催化媒介参与光催化反应，提高光催化过程处理效率，从而极大提高了装置对于有机废水的处理效率，降低了处理成本。该装置可推广应用用于高浓度、难降解有机废水的快速处理。

[0063] 申请人声明，本发明通过上述实施例来说明本发明的详细结构特征以及方法，但本发明并不局限于上述详细结构特征以及方法，即不意味着本发明必须依赖上述详细结构特征以及方法才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了，对本发明的任何改进，对本发明所选用部件的等效替换以及辅助部件的增加、具体方式的选择等，均落在本发明的保护范围和公开范围之内。

[0064] 以上详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于上述实施方式中的具体细节，在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0065] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合,为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0066] 此外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

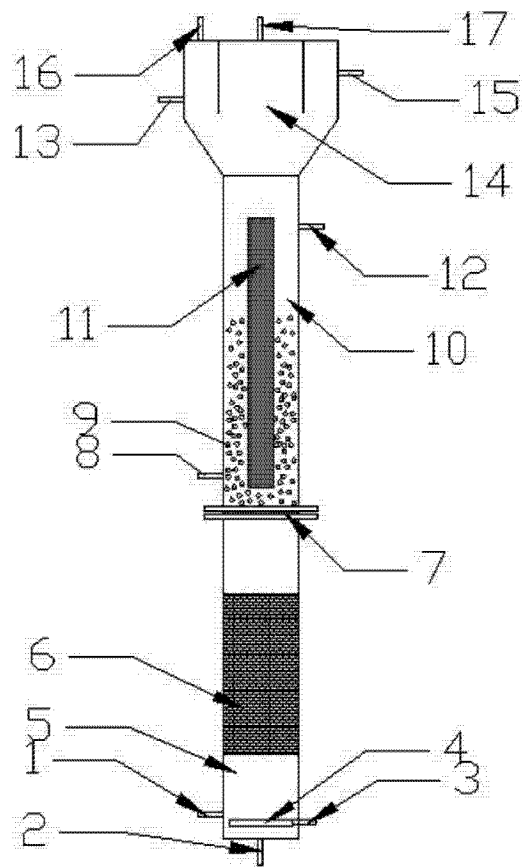


图 1