(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112374666 B
(45)授权公告日 2023.11.03

(21)申请号 202011196647.8

(22)申请日 2020.10.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112374666 A

(43)申请公布日 2021.02.19

(73)专利权人 中机高科(重庆)环保工程有限公司
地址 400010 重庆市渝中区中山三路163号V营3号楼4层

(72)发明人 王冬梅 高申友 杨泓 尧杰 庞一化 曹雅雯

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212
专利代理师 张力波

(51)Int.Cl.
C02F 9/00(2023.01)
C02F 1/461(2023.01)
C02F 101/20(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)
C02F 1/28(2023.01)

(56)对比文件
CN 109970160 A,2019.07.05
CN 108585129 A,2018.09.28
CN 108178251 A,2018.06.19
CN 109824185 A,2019.05.31
CN 108975571 A,2018.12.11
CN 101838074 A,2010.09.22
孔彬等.三维电极法处理难降解有机废水的研究进展.<科技信息>.2009,第714页.

审查员 霍蕾

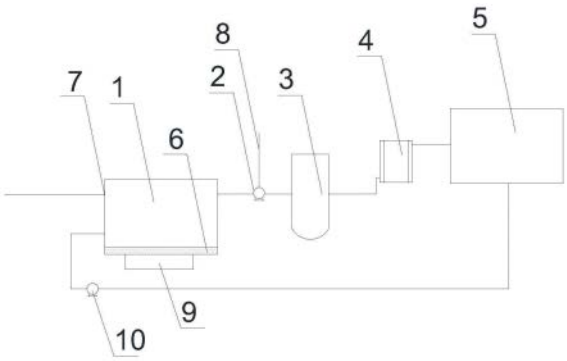
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种三维电解污水处理方法

(57)摘要

本发明涉及一种三维电解污水处理方法,包括以下步骤:S1.将污水与粒子电极混合,并使污水中的污染物吸附在粒子电极上,得到吸附后的混合液;S2.将氧气溶解至吸附后的混合液中,并将溶氧后的混合液通入三维电解槽中,以所述粒子电极与三维电解槽中的阴极板和阳极板构成的三维电解体系对污水进行三维电解;S3.将三维电解后的混合液固液分离,得到处理水与粒子电极,分离得到的所述粒子电极循环使用。本发明的方法可以增加三维电解过程中产生的羟基自由基的数量,提高羟基自由基的利用率,节约能耗,提高电解效率。



CN 112374666 B

1.一种三维电解污水处理方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1.将污水与具有吸附功能的粒子电极混合,并使污水中的污染物吸附在所述粒子电极上,得到吸附后的混合液;

所述粒子电极的粒径为100～300μm;

所述粒子电极为硅藻土、蒙脱石、膨润土以及上述任一种物质的改性物中的一种或几种混合而成;

所述污水与粒子电极的体积比为1:0.05～0.3,并通过混合搅拌的方式使得粒子电极吸附污水中的污染物;

S2.将氧气溶解至吸附后的混合液中,并将溶氧后的混合液通入三维电解槽中,以所述粒子电极与三维电解槽中的阴极板和阳极板构成的三维电解体系对污水进行三维电解;

通入的氧气与混合液的体积比为1:9～19;

S3.将三维电解后的混合液固液分离,得到处理水与所述粒子电极,分离得到的所述粒子电极循环使用。

2.根据权利要求1所述的三维电解污水处理方法,其特征在于,所述步骤S2中,连续不间断地将溶氧后的混合液通入三维电解槽电解,并以相同的流速连续不间断地将电解后的混合液排出三维电解槽以进行流通式三维电解。

3.根据权利要求2所述的三维电解污水处理方法,其特征在于,溶氧后的混合液通入三维电解槽的流速为23～50mm/s,混合液在所述三维电解槽的阴极板和阳极板之间的停留时间为0.5～10min。

4.根据权利要求1所述的三维电解污水处理方法,其特征在于,所述步骤S3中,固液分离的方法为静置沉淀分离法、斜板沉淀分离法、MBR中空纤维分离法或MBR平板膜分离法中的任一种。

5.根据权利要求1-4任一项所述的三维电解污水处理方法,其特征在于,通过污水处理设备对污水进行处理,所述污水处理设备包括粒子电极(6)和通过管道依次连通的粒子电极池(1)、第一压力水泵(2)、溶氧罐(3)、三维电解槽(4)和分离装置(5),所述粒子电极池上设有污水进口(7),所述粒子电极(6)具有吸附功能,其可置于所述粒子电极池(1)内并与污水一起在所述粒子电极池(1)、第一压力水泵(2)、溶氧罐(3)、三维电解槽(4)和分离装置(5)内流通,所述三维电解槽(4)内设有阳极板和阴极板,所述阴极板、阳极板和流通至所述三维电解槽(4)的粒子电极(6)构成三维电解体系,所述第一压力水泵(2)的进水口同时连接有氧气进气管(8)并与其连通,所述分离装置(5)上设有处理水出口和粒子电极出口,所述粒子电极出口通过管道与所述粒子电极池(1)连通,且其联通管道上设有第二压力水泵(10)。

6.根据权利要求5所述的一种三维电解污水处理方法,其特征在于,所述粒子电极池(1)内设有搅拌装置(9)。

一种三维电解污水处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理技术领域，具体涉及一种三维电解污水处理方法。

背景技术

[0002] 三维电解污水处理技术因具有适应范围广、操作简单、处理效果好、无二次污染及便于自动化调控等优势，在难生物降解有机废水和含重金属离子污水处理方面备受关注。例如在市政污水深度处理、工业污水脱色和去除重金属离子处理中效果显著。然而其电流效率低、能耗高也是三维电解污水处理技术在应用过程中存在着的问题，成为近年来电催化氧化领域致力解决的问题。

[0003] 三维电解反应器是在二维电解反应器基础上发展而来的。二维电解反应器仅包括阴阳两个极板，三维电解反应器是在二维电解反应器的极板间填充导体或半导体材料制作而成，在通电的条件下，填充粒子带点形成带电的粒子成为第三极称为粒子电极，三维电极反应器中的每一个填充粒子在电场的作用下极化带电，因此每个粒子电极形成有一个微小的电池，使粒子电极表面具有较高的氧化还原点位，可以促进溶液体系中强氧化性基团的产生。

[0004] 其中，阳极反应为在电解或电场作用下，一方面，使水中的氯离子向阳极迁移，并在阳极作用下被转化为以原子态氯、氯气、次氯酸根离子和次氯酸等形态存在的活性氯，从而在阳极区形成局部较高浓度的活性氯混合氧化剂，另一方面，带负电有机大分子在电场作用下不断向阳极区迁移，在阳极区就会被高浓度的混合氧化剂快速完全去除，达到净化水质的效果。阴极反应为在电解或电场作用下，水中铜离子、铅离子等重金属离子通过阴极的还原作用也得到了一定的去除，去除了重金属的污染，使水质进一步得到净化。重要的是，溶解态氧气在阴极的电还原过程能产生活性中间体H_2O_2与羟基自由基·OH它们都是强的氧化剂。羟基自由基(·OH)有极强的氧化能力，其氧化电位为2.80eV，能与大多数有机污染物发生链式反应，将有害物质氧化成矿物盐、H_2O或CO_2，且没有二次污染。能将废水中的有机碳物质氧化为二氧化碳，使水质进一步得到净化。但是，一方面，因羟基自由基在水溶液中寿命较短(t1/2＝10-9s)，部分羟基自由基还没有扩散到反应物表面就发生湮灭，这就造成了羟基自由基利用率较低。另一方面，三维电解槽水中的溶氧没有得到补充或这说补充得不够，使电解产生的羟基自由基数量少。这两者，从宏观反应就是降解大分子有机物效果好，能耗高，效率低。

发明内容

[0005] 本发明为解决上述技术问题，提供了一种三维电解污水处理方法，可以提高三维电解过程中羟基自由基的数量和使用效率，节约废水处理过程中的能耗。

[0006] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下：一种三维电解污水处理方法，包括以下步骤：

[0007] S1.将污水与具有吸附功能的粒子电极混合，并使污水中的污染物吸附在粒子电

极上，得到吸附后的混合液；

[0008] S2.将氧气溶解至吸附后的混合液中，并将溶氧后的混合液通入三维电解槽中，以所述粒子电极与三维电解槽中的阴极板和阳极板构成的三维电解体系进行三维电解；

[0009] S3.将三维电解后的混合液固液分离，得到处理水与粒子电极，分离得到的所述粒子电极循环使用。

[0010] 本发明的有益效果是：粒子电极先吸附污水中的有机物或重金属粒子，在电解或电场作用下粒子电极产生的氧化剂特别是羟自由基，可“零”距离氧化吸附的有机物，而无需扩散到溶液中去氧化有机物，避免造成羟基自由基在扩散中的湮灭和浪费，并且采用溶氧技术，使得氧气溶解到污水与粒子电极的混合液中，能够将氧气供应到粒子电极吸附表面，为三维电解产生羟基自由基提供足够的溶解氧，从而增加羟基自由基产生的数量，提高电解效率。

[0011] 在上述技术方案的基础上，本发明还可以做如下改进。

[0012] 进一步，所述粒子电极的粒径为100～300μm。

[0013] 采用上述进一步方案的有益效果是小尺寸的粒子电极提高了单位体积的电解面积，能够降低生产设备成本，同时在三维电解过程中增加了氧化剂的产生数量，特别是羟基自由基的数量。

[0014] 进一步，所述粒子电极为活性炭纤维、活性炭粉、硅藻土、蒙脱石、膨润土以及上述任一种物质的改性物中的一种或几种混合而成。

[0015] 采用上述进一步方案的有益效果是上述粒子电极易获得，成本低，且吸附效果好。

[0016] 进一步，所述步骤S1中所述污水与粒子电极的体积比为1:0.05～0.3，并通过混合搅拌的方式使得粒子电极吸附污水中的污染物。

[0017] 采用上述进一步方案的有益效果是使得污水中的污染物可以尽量多的吸附在粒子电极上。

[0018] 进一步，所述步骤S2中通入的氧气与混合液的体积比为1:9～19。

[0019] 采用上述进一步方案的有益效果是提高氧气的利用率。

[0020] 进一步，所述步骤S2中，连续不间断地将溶氧后的混合液通入三维电解槽，并以相同的流速连续不间断地将电解后的混合液排出三维电解槽以进行流通式三维电解。

[0021] 采用上述进一步方案的有益效果是通过连续不断向三维电解槽中通入溶氧后的混合液，为三维电解提供源源不断的粒子电极和溶解氧，提高电解效率。

[0022] 进一步，溶氧后的混合液通入三维电解槽的流速为23～50mm/s，混合液在所述三维电解槽的阴极板和阳极板之间的停留时间为0.5～10min。

[0023] 采用上述进一步方案的有益效果是保证粒子电极与污水的混合液通入三维电解槽内，且具有良好的电解效率。

[0024] 进一步，所述步骤S3中，固液分离的方法为静置沉淀分离法、斜板沉淀分离法、MBR中空纤维分离法和MBR平板膜分离法中的任一种。

[0025] 进一步，通过污水处理设备对污水进行处理，所述污水处理设备包括粒子电极和通过管道依次连通的粒子电极池、第一压力水泵、溶氧罐、三维电解槽和分离装置，所述粒子电极池上设有污水进口，所述粒子电极具有吸附功能，其可置于所述粒子电极池内并与污水一起在所述粒子电极池、第一压力水泵、溶氧罐、三维电解槽和分离装置内流通，所述

三维电解槽内设有阳极板和阴极板，所述第一压力水泵的进水口同时连接有氧气进气管并与其连通，所述分离装置上设有处理水出口和粒子电极出口，所述粒子电极出口通过管道与所述粒子电极池连通，且其联通管道上设有第二压力水泵；

[0026] 污水由污水进口送入粒子电极池，通过混合搅拌的方式，使得粒子电极吸附污水中的污染物，得到吸附后的污水与粒子电极的混合液；

[0027] 吸附后的污水与粒子电极的混合液在第一压力水泵的作用下，与氧气一起泵入溶氧罐中，使得氧气溶解至混合液中，然后将溶氧后的污水与粒子电极的混合液通入三维电解槽进行三维电解；

[0028] 经过电解处理的混合液进入分离装置进行固液分离，得到处理水和粒子电极。

[0029] 采用上述进一步方案的有益效果是该设备结构简单，处理效率高。

[0030] 进一步，所述粒子电极池内设有搅拌装置，通过搅拌装置搅拌使得粒子电极吸附污水中的污染物。

[0031] 采用上述进一步方案的有益效果是搅拌效率高。

附图说明

[0032] 图1为本发明的污水处理设备的结构示意图。

[0033] 附图中，各标号所代表的部件列表如下：

[0034] 1、粒子电极池，2、第一压力水泵，3、溶氧罐，4、三维电解槽，5、分离装置，6、粒子电极，7、污水进口，8、氧气进气管，9、搅拌装置，10、第二压力水泵。

具体实施方式

[0035] 以下结合附图及具体实施例对本发明的原理和特征进行描述，所举实例只用于解释本发明，并非用于限定本发明的范围。

[0036] 本发明提供了一种三维电解污水处理方法，包括以下步骤：

[0037] S1.将污水与具有吸附功能的粒子电极混合，并使污水中的污染物吸附在粒子电极上，得到吸附后的混合液；

[0038] 污水与粒子电极的体积比为1:0.05～0.3，粒子电极采用粒径大小为100～300μm具有吸附功能的粒子电极，具有吸附功能的粒子电极选自活性炭纤维、活性炭粉、硅藻土、蒙脱石、膨润土以及上述任一种物质的改性物中的一种或几种混合而成。

[0039] 可以将粒子电极置于粒子电极池中，将污水通过污水进口送入粒子电极池，然后通过搅拌的方式，使得粒子电极吸附污水中的污染物。搅拌方式，可以选择机械搅拌，也可以通过向粒子电极池中曝气搅拌半小时。

[0040] S2.将氧气溶解至吸附后的混合液中，并将溶氧后的混合液通入三维电解槽中，以所述粒子电极与三维电解槽中的阴极板和阳极板构成的三维电解体系对污水进行三维电解：

[0041] 经过吸附后的污水与粒子电极混合液，在压力水泵的作用下，与氧气一起泵入溶氧罐，在溶氧罐的作用下，使氧气溶解至混合液中，其中通入的氧气与混合液的体积比为1:9～19，然后连续不间断地将溶氧后的混合液一起送入三维电解槽进行电解，并以相同的流速连续不间断地将电解后的混合液排出三维电解槽以进行流通式三维电解。

[0042] 三维电解槽阳极板用钛基镀钌铱电极，阴极板用钛基电极或钛基镀钌铱电极。电极间距为1～20mm，优选6～10mm，直流供电电源为0-15VDC，溶氧后的混合液通入三维电解槽的流速为23～50mm/s，混合液在所述三维电解槽的阴极板和阳极板之间的停留时间为0.5～10min。

[0043] S3.将三维电解后的混合液固液分离，得到处理水与粒子电极，分离得到的粒子电极可以循环使用：

[0044] 经三维电解处理后的混合液可以在分离池中进行固液分离，分离的方式可以是静置沉淀分离、斜板(管)沉淀分离、MBR中空纤维分离或MBR平板膜分离。分离后的处理水，可以回用或达标排放，粒子电极部分再回到粒子电极池中参与系统循环使用。

[0045] 本发明采用粒径大小为100～300μm的具有吸附功能的粒子电极，小尺寸的粒子电极提高了单位体积的电解面积，能够降低生产设备成本，同时在三维电解过程中增加了氧化剂的产生数量，特别是羟基自由基的数量，粒子电极先吸附污水中的有机物或重金属粒子，在电解或电场作用下粒子电极产生的氧化剂特别是羟自由基，可“零”距离氧化吸附的有机物，而无需扩散到溶液中去氧化有机物，避免造成羟基自由基在扩散中的湮灭和浪费，降低了三维电解的能耗，提高了三维电解的效率。

[0046] 以往电解供氧采用的是曝气供氧，难以被粒子电极使用，本发明采用溶氧技术，使得氧气溶解到污水与粒子电极的混合液中，能够将氧气供应到粒子电极吸附表面，为三维电解产生羟基自由基提供足够的溶解氧，从而增加羟基自由基产生的数量。并且通过连续不断向三维电解槽中通入溶氧后的混合液，为三维电解提供源源不断的粒子电极和溶解氧，提高电解效率。

[0047] 本发明提供的三维电解污水处理方法可以通过如下污水处理设备对污水进行处理。如图1所示，所述污水处理设备包括粒子电极6、通过管道依次连通的粒子电极池1、第一压力水泵2、溶氧罐3、三维电解槽4和分离装置5，所述粒子电极池1上设有污水进口7，所述粒子电极6具有吸附功能，其可置于所述粒子电极池1内并与污水一起在所述粒子电极池1、第一压力水泵2、溶氧罐3、三维电解槽4和分离装置5内流通，所述三维电解槽4内设有阳极板和阴极板，所述阴极板、阳极板和流通至所述三维电解槽4的粒子电极6构成三维电解体系，所述第一压力水泵2的进水口同时连接有氧气进气管8并与其连通，所述分离装置5设有处理水出口和粒子电极出口，所述粒子电极出口通过管道与所述粒子电极池1连通，且其联通管道上设有第二压力水泵10；

[0048] 所述粒子电极池1内设有搅拌装置9，搅拌装置9可以为机械搅拌机构，或者曝气管，曝气管的出气口与粒子电极池1的底部连通，将压缩空气通入粒子电极池1中搅拌使得粒子电极吸附污水中的污染物。

[0049] 污水由污水进口7送入粒子电极池1，通过混合搅拌的方式，使得粒子电极6吸附污水中的污染物，得到吸附后的污水与粒子电极6的混合液；

[0050] 吸附后的污水与粒子电极6的混合液在第一压力水泵的作用下，与氧气一起泵入溶氧罐3中，使得氧气溶解至混合液中，然后将溶氧后的污水与粒子电极6的混合液通入三维电解槽4进行三维电解；

[0051] 经过电解处理的混合液进入分离装置5进行固液分离，得到处理水和粒子电极6。

[0052] 所述分离装置5为分离池，分离池中设有蜂窝斜板或MBR中空纤维膜或MBR平板膜，

分离后的粒子电极6通过第二压力水泵10泵入粒子电极池1中循环使用。

[0053] 以处理垃圾渗沥液NF浓缩液处理量1t/h为例，进行常规电解电源所需要的能耗为37.5KW(2500A,15V)，采用本发明的方法所需要的电耗为12KW(800A,15V)，节约能耗70％左右，极大的降低了废水处理的能耗及成本，提高了电解的效率，具有极大的社会效益与经济效益。

[0054] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

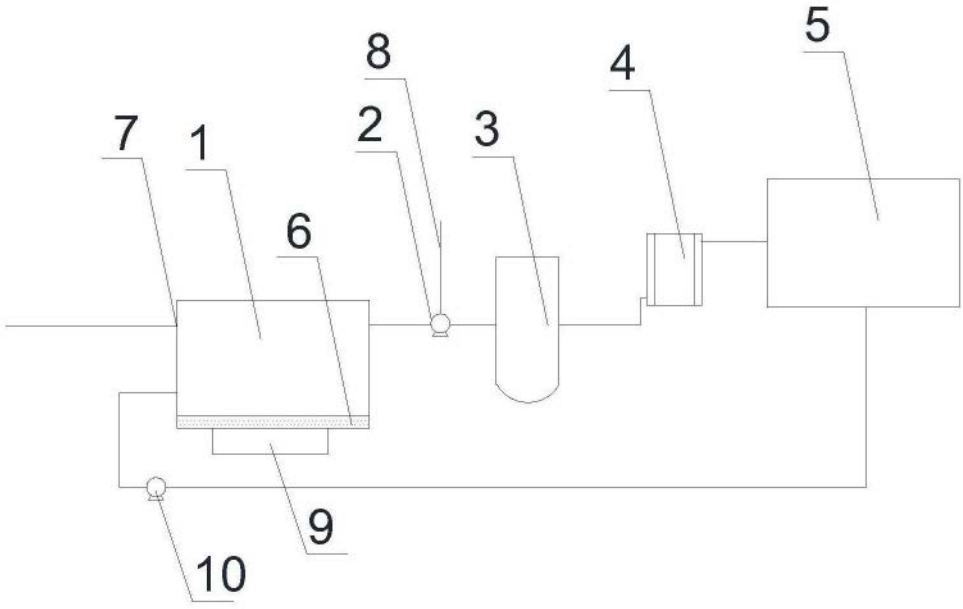


图1