



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113582431 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 02

(21) 申请号 202110984948.5

(22) 申请日 2021.08.26

(71) 申请人 济南大学

地址 250022 山东省济南市市中区南辛庄
西路336号

(72) 发明人 冯岩 孙浩志 卢王玉 张军
韩国祥 李子晨

(51) Int. Cl.

C02F 9/12 (2006.01)

C02F 1/461 (2006.01)

C02F 1/469 (2006.01)

C02F 1/72 (2006.01)

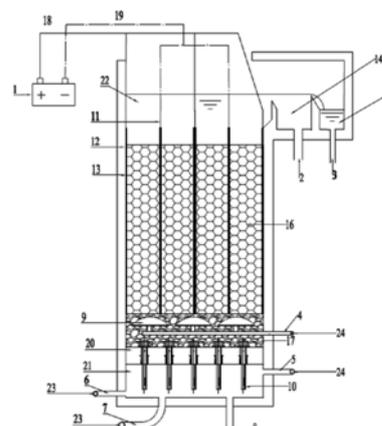
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种三维电催化原位吸附净水方法

(57) 摘要

本发明公开了一种三维电催化原位吸附净水方法,其处理过程为:本发明提供了一种三维电催化原位吸附净水方法,将废水和空气同时通入反应器,进入原位吸附催化反应区,然后向反应器中添加颗粒电极,通过连接直流电源的电极板对废水施加电压,形成1~20mA/cm²的电流,原位吸附催化反应区内的废水与空气将在电流的作用下发生反应,最终实现废水中有机污染物的去除。本发明通过电催化氧化技术与吸附技术相结合,极大地增强了污染物的传质,提高了电催化效率,在催化氧化有机物、去除嗅味的同时实现吸附剂的原位吸附和再生,实现了吸附剂的重复利用,具有操作方便易于管理,带来二次污染的可能性小,可以满足日益严格的水质标准的优点。



(1) 电源 (2) 反冲洗排水口 (3) 出水口 (4) 进气口 (5) 反冲洗进气口
(6) 反冲洗进水口 (7) 进水口 (8) 放空口 (9) 微孔曝气器 (10) 长柄滤头
(11) 阴极电极板 (12) 阳极电极板 (13) 有孔玻璃板 (14) 反冲洗出水槽
(15) 出水槽 (16) 原位电催化反应区 (17) 承托层 (18) 阴极管
(19) 阴极管 (20) 滤板 (21) 配水配气室 (22) 清水区 (23) 液体流量计
(24) 气体流量计

1. 一种三维电催化原位吸附净水方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 将废水通入反应器中,废水从底部进水口(6)进入配水配气室(21),通过在滤板上均匀布置的长柄滤头(10)进入承托层(17),然后流经原位吸附催化反应区(16),同时空压机产生的空气也进入原位吸附催化反应区(16);

2) 经步骤1)进入原位吸附催化反应区(16)内的废水与空气将在电流的作用下发生反应,实现废水中难降解污染物的去除;

所述步骤2)中反应过程如下:吸附在阳极表面的 H_2O 被氧化生成 $\cdot OH$,吸附在阴极表面的溶解氧被电子还原为 H_2O_2 ,可分解为 $\cdot OH$,污染物被在原位产生的非选择性强氧化自由基($\cdot OH$ 和 H_2O_2)氧化分解为危害较小的化合物,甚至是二氧化碳和无机离子,同时污染物会被吸附在颗粒电极表面,接着在电氧化催化的作用下,颗粒电极两端会带上相反的电荷,通过静电吸附作用去除水中的带电有机物,同时对吸附的有机物进行电解,小分子脱附导致颗粒电极表面吸附状态变得不饱和,颗粒电极吸附点得到再生,由于颗粒电极极大的吸附能力,未反应污染物被再次吸附到颗粒电极表面发生上述反应,在原位形成“吸附+电催化+再生”不断进行的一个净水方法;

3) 经步骤2)处理后的出水进入清水区(22),通过右上方出水口(3)流出;

4) 运行24小时后,为将停留在颗粒电极上的污染物去除,需对其进行反冲洗,冲洗方式采用气-水联合反冲洗,反冲洗用水和用气分别通过反冲洗进水口(7)和反冲洗进气口(5)进入配水配气室(21),在长柄滤头(10)中均匀混合后对原位吸附催化反应区(16)中停留在颗粒电极上的污染物进行去除,最终冲洗废水进入清水区(22),通过右上方反冲洗排水口(2)流出。

2. 如权利要求1所述的三维电催化原位吸附净水方法,其特征在于:所述步骤1)中的废水pH应先调整为6~8。

3. 如权利要求1所述的三维电催化原位吸附净水方法,其特征在于:所述步骤1)中空气与废水的气液比为3~5:1。

4. 如权利要求1所述的三维电催化原位吸附净水方法,其特征在于:所述步骤2)中水力停留时间为1~2h。

5. 如权利要求1所述的三维电催化原位吸附净水方法,其特征在于:所述步骤2)中反应中的电流密度为1~20mA/cm²。

6. 如权利要求1所述的三维电催化原位吸附净水方法,其特征在于:所述步骤2)中原位吸附催化反应区(16)等间距交替布置阴阳电极板(11)(12),间距为10~30cm,阳极板为镀钎铍钛板,阴极板为不锈钢板,电极板两侧垂直放置两块有孔玻璃板(13),用于固定阴阳极板,便于电极板的放入与取出。

7. 如权利要求1所述的三维电催化原位吸附净水方法,其特征在于:所述步骤2)中原位吸附催化反应区(16)内填充有颗粒电极,所用材料可以为活性炭、金属颗粒、碳气凝胶的和改性高岭土等具有良好的导电性和大表面积的物质,粒径为3~5mm。

一种三维电催化原位吸附净水方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理技术领域,具体为一种三维电催化原位吸附净水方法,适用于各种难降解工业废水。

背景技术

[0002] 污染行业排放的废水中含有大量的有毒有害物质以及难以降解的有机物,这些难降解的有机物由于生物降解性指数低,很难进行一般意义上的生化处理。同时这些难处理的废水会对环境造成极其严重的污染,因而最终危及人类和生物的日常活动。由上可见,处理来自于工业生产的难降解废水,成为废水处理行业的优先任务。

[0003] 在众多用于污水除有机物的方法中,电化学催化氧化法因其具有处理效果好、杀菌、无需添加催化剂,无二次污染、操作方便等特点被应用于处理水中难降解、有毒有害的有机物和重金属等方面,在难降解有机污染物的应用中越来越广泛。吸附法因成本低廉,方便易得,吸附效果好等优点,在水处理中也得到广泛的应用。但电化学催化氧化法和吸附法在实际应用中存在一定的局限性,如电催化氧化法存在着有效反应器电极面积比较小,电流效率偏低,能源消耗高等问题。吸附法不能实现污染物的矿化降解,活性炭等吸附剂在吸附污染物的过程中会逐渐达到吸附饱和,从而丧失吸附活性,对其进行填埋或焚烧处理会造成环境污染和资源浪费,因此有必要对吸附饱和的吸附剂进行再生处理,以减少二次污染,实现资源重复利用。

[0004] 基于目前的上述技术的发展现状,亟待提出一种三维电催化原位吸附净水方法,用于克服上述问题,通过电催化氧化技术与吸附技术相结合,在催化氧化有机物、去除嗅味的同时实现吸附剂的原位吸附和再生,又具有高效节能的特点。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服以上废水处理技术的不足,提出一种三维电催化原位吸附净水方法,可适用于各种工业废水处理。

[0006] 在本发明是通过如下的技术方案实现的:

本发明提供了一种三维电催化原位吸附净水方法,将废水和空气同时通入反应器,进入原位吸附催化反应区(16),然后向反应器中添加颗粒电极,通过连接直流电源的电极板对废水施加电压,形成 $1\sim 20\text{mA}/\text{cm}^2$ 的电流。原位吸附催化反应区(16)内的废水与空气将在电流的作用下发生反应,吸附在阳极表面的 H_2O 被氧化生成 $\cdot\text{OH}$,吸附在阴极表面的溶解氧被电子还原为 H_2O_2 ,可分解为 $\cdot\text{OH}$,污染物被在原位产生的非选择性氧化自由基($\cdot\text{OH}$ 和 H_2O_2)氧化分解为危害较小的化合物,甚至是二氧化碳和无机离子,同时污染物会被吸附在颗粒电极表面,接着在电氧化催化的作用下,颗粒电极两端会带上相反的电荷,通过静电吸附作用去除水中的带电有机物,同时对吸附的有机物进行电解,小分子脱附导致颗粒电极表面吸附状态变得不饱和,颗粒电极吸附点得到再生,由于颗粒电极极大的吸附能力,未反应污染物被再次吸附到颗粒电极表面发生上述反应,在原位形成“吸附+电催化+再生”不

断进行的一个净水方法,最终处理过后的水进入清水区(22),通过出水口(3)流出,运行24小时后,对反应器进行反冲洗。

[0007] 具体包括如下步骤:

1)将废水通入反应器中,废水从底部进水口(6)进入配水配气室(21),通过在滤板上均匀布置的长柄滤头(10)进入承托层(17),然后流经原位吸附催化反应区(16),同时外部空压机产生的空气也进入原位吸附催化反应区(16)。

[0008] 所述步骤1)中废水pH应先调整为6~8。

[0009] 2)经步骤1)进入原位吸附催化反应区(16)内的废水与空气将在电流的作用下发生反应,实现废水中难降解污染物的去除。

[0010] 所述步骤2)中反应过程如下:吸附在阳极表面的 H_2O 被氧化生成 $\cdot OH$,吸附在阴极表面的溶解氧被电子还原为 H_2O_2 ,可分解为 $\cdot OH$,污染物被在原位产生的非选择性强氧化自由基($\cdot OH$ 和 H_2O_2)氧化分解为危害较小的化合物,甚至是二氧化碳和无机离子,同时污染物会被吸附在颗粒电极表面,接着在电氧化催化的作用下,颗粒电极两端会带上相反的电荷,通过静电吸附作用去除水中的带电有机物,同时对吸附的有机物进行电解,小分子脱附导致颗粒电极表面吸附状态变得不饱和,颗粒电极吸附点得到再生,由于颗粒电极极大的吸附能力,未反应污染物被再次吸附到颗粒电极表面发生上述反应,在原位形成“吸附+电催化+再生”不断进行的一个净水方法。

[0011] 所述步骤2)中水力停留时间为1~2h。

[0012] 所述步骤2)中通入的空气与废水气水比为3~5:1。

[0013] 所述步骤2)中反应中的电流密度为1~20mA/cm²。

[0014] 所述步骤2)中原位吸附催化反应区(16)等间距布置阴阳极板,等间距交替布置阴阳电极板(11)(12),间距为10~30cm,阳极板为镀钎钛板,阴极板为不锈钢板,电极板两侧垂直放置两块有孔玻璃板(13),用于固定阴阳极板,便于电极板的放入与取出。

[0015] 所述阴阳级电极板(11)(12)所连接电源(1)施加电压范围为0~36V。

[0016] 所述步骤2)中原位吸附催化反应区(16)内填充有颗粒电极,所用材料可以为活性炭、金属颗粒、碳气凝胶的和改性高岭土等具有良好的导电性和大表面积的物质,粒径为3~5mm。

[0017] 3)经步骤2)处理后的出水进入清水区(22),通过右上方出水口(3)流出。

[0018] 4)运行24小时后,为将停留在颗粒电极上的污染物去除,需对其进行反冲洗,冲洗方式采用气-水联合反冲洗,反冲洗用水和用气分别通过反冲洗进水口(7)和反冲洗进气口(5)进入配水配气室(21),在长柄滤头(10)中均匀混合后对原位吸附催化反应区(16)中停留在颗粒电极上的污染物进行去除,最终冲洗废水进入清水区(22),通过右上方反冲洗排水口(2)流出。

[0019] 本发明的优点在于:

1)引入颗粒电极,颗粒电极由于具有较大的比表面积,可以通过吸附的方式极大地增强污染物的传质,解决了电催化氧化的电流效率低的问题;

2)在催化氧化有机物、去除嗅味的同时实现了吸附剂的原位吸附与连续再生,解决了吸附剂再生困难的问题;

3)通过微孔曝气器进行的曝气方式与每24小时进行一次的反冲洗有效缓解了阴

极电极板结垢的现象；

4) 采用液体流量计控制进水流量和水力停留时间,解决了滋生微生物的问题;

5) 采用可调直流稳压电源和气体流量计控制电压的输出和气水比,提高了电催化的处理效果;

6) 本发明对难降解工业废水中COD的去除率达到92%~95%, BOD_5/COD 值达到0.4~0.45。

附图说明

[0020] 图1为本发明一种三维电催化原位吸附净水方法示意图。

[0021] 图1中:(1)电源(2)反冲洗排水口(3)出水口(4)进气口(5)反冲洗进气口(6)反冲洗进水口(7)进水口(8)放空口(9)微孔曝气器(10)长柄滤头(11)阴极电极板(12)阳极电极板(13)有孔玻璃板(14)反冲洗出水槽(15)出水槽(16)原位吸附催化反应区(17)承托层(18)阳极线(19)阴极线(20)滤板(21)配水配气室(22)清水区(23)液体流量计(24)气体流量计。

具体实施方式

[0022] 结合实施例对本发明作进一步详细的描述,但发明的实施方式不限于此。

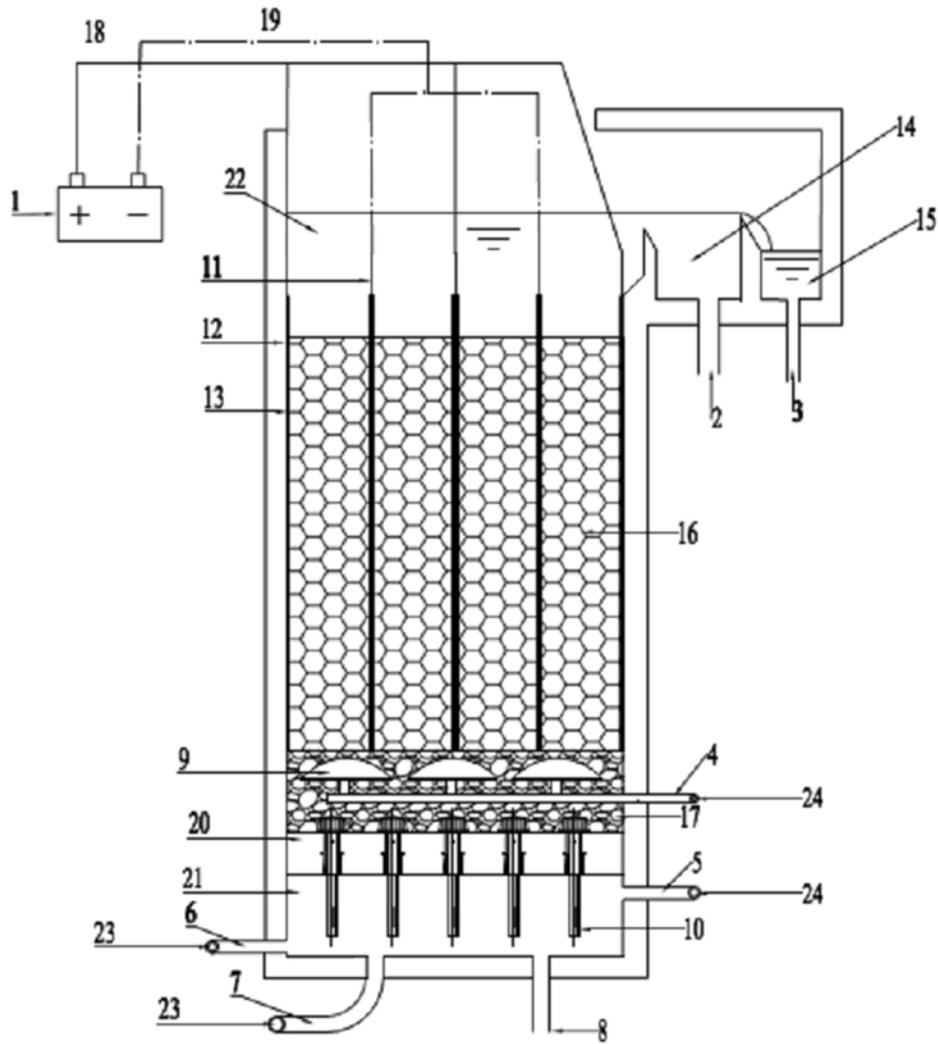
[0023] 选取pH为7的难降解有机工业废水作为处理用水;选取空气与废水的气液比为5:1;为防止滋生微生物,水力停留时间为2个小时;选取电流密度为 $2\text{mA}/\text{cm}^2$;选取镀钨钛板为阳极板(12),不锈钢板为阴极板(11),以20cm为间隔等距离布置电极板;主反应区(16)填充直径为3~5mm的颗粒电极;等间距交替布置阴阳电极板(11)(12),间距为20cm,共包含三块阳极板(12),两块阴极板(11),阳极板(12)为镀钨钛板,阴极板(11)为不锈钢板;电极板两侧垂直放置两块有孔玻璃板(13),用于固定阴阳极板(11)(12),间距20cm,便于电极板的放入与取出;阴阳级电极板(11)(12)所连接电源(1)电压为17.5V。

[0024] 具体包括如下步骤:1)废水从底部配水配气室(21)自下而上流经滤板(20)、承托层(17)进入主反应区(16),同时在承托层(17)中进行曝气。

[0025] 2)经步骤1)进入主反应区(16)的废水、空气将在电流的作用下发生反应,实现废水中难降解污染物的去除。

[0026] 3)经步骤2)处理后的出水最终从右上方出水口(13)排出,结束后立马进行COD的测量,COD的降解率达到93.74%, BOD_5/COD 值为0.4。

[0027] 4)运行24小时后,对反应器进行反冲洗,冲洗方式采用气-水联合反冲洗,气水分别从反冲洗进气口(5)和反冲洗进水口(6)进入底部配水配气室(21),通过长柄滤头(10)实现均匀配水配气,清除截留在主反应区(16)中的杂质,之后反冲洗水向上溢流至反冲洗出水槽(15),从反冲洗排水口(2)排出。



- (1) 电源 (2) 反冲洗排水口 (3) 出水口 (4) 进气口 (5) 反冲洗进气口
- (6) 反冲洗进水口 (7) 进水口 (8) 放空口 (9) 微孔曝气器 (10) 长柄滤头
- (11) 阴极电极板 (12) 阳极电极板 (13) 有孔玻璃板 (14) 反冲洗出水槽
- (15) 出水槽 (16) 原位吸附催化反应区 (17) 承托层 (18) 阳极线
- (19) 阴极线 (20) 滤板 (21) 配水配气室 (22) 清水区 (23) 液体流量计
- (24) 气体流量计

图1