



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106865860 A

(43)申请公布日 2017.06.20

(21)申请号 201710164498.9

(22)申请日 2017.03.20

(71)申请人 中科院大连化学物理研究所张家港  
产业技术研究院有限公司

地址 215600 江苏省苏州市张家港保税区  
新兴产业育成中心A栋207室中科院大  
连化学物理研究所张家港产业技术研  
究院有限公司

(72)发明人 王维 孙承林 卫皇墨 李先如

(74)专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任  
公司 32102

代理人 陈望坡 黄春松

(51)Int.Cl.

G02F 9/10(2006.01)

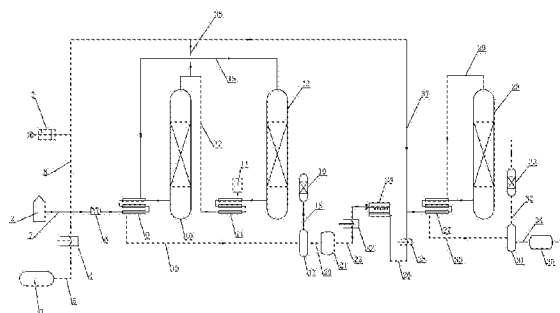
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

能量回收型废水催化湿式氧化处理装置及  
废水处理方法

(57)摘要

本发明公开了一种能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,废水储槽与催化剂储槽同时连通第一换热器,第一换热器连通第一反应塔,第一反应塔连通第二换热器,第二换热器连通第二反应塔,第二换热器的换热水出口连接透平发电机,第二反应塔连通第一气液分离器,第一气液分离器的气相出口与第一尾气吸收塔相通、液相出口与MVR蒸发器相通,MVR蒸发器连通第三换热器,第三换热器连通第三反应塔,第三反应塔连通第二气液分离器,第二气液分离器的气相出口连通第二尾气吸收塔的进口;空压机为第一反应塔、第二反应塔及第三反应塔提供反应空气。本发明优点是:能直接处理高浓度高含盐量废水,环保、成本低、效果好、占地面积小、可回收利用能量。



1. 能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其特征在於:包括用以储存废水的废水储槽、用以储存催化剂的催化剂储槽、以及空压机,所述废水储槽的出水口与催化剂储槽的出料口同时与第一换热器的进料口相通,第一换热器的出料口与第一反应塔的进口相通,第一反应塔的出口与第二换热器的进料口相通,第二换热器的出料口与第二反应塔的进口相通,所述第二换热器的换热水出口连接透平发电机,所述第二反应塔的出口经第一换热器与第一气液分离器的进口相连通,第一气液分离器的气相出口与第一尾气吸收塔的进口相连通,第一气液分离器的液相出口与MVR蒸发器的进料口相连通,MVR蒸发器的冷凝水出口与第三换热器的进料口相连通,第三换热器的出料口与第三反应塔的进口相连通,第三反应塔的出口经第三换热器与第二气液分离器的进口相连通,第二气液分离器的气相出口与第二尾气吸收塔的进口相连通;所述空压机通过管路同时为第一反应塔、第二反应塔及第三反应塔提供反应用空气。

2. 根据权利要求1所述的能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其特征在於:第二反应塔的出口与第一换热器的壳层相连通,冷物料与热物料逆流经过第一换热器,第一换热器的壳层出口与第一气液分离器的进口相连通。

3. 根据权利要求1所述的能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其特征在於:第三反应塔的出口与第三换热器的壳层相连通,冷物料与热物料逆流经过第三换热器,第三换热器的壳层出口与第二气液分离器的进口相连通。

4. 根据权利要求1所述的能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其特征在於:第一气液分离器的液相出口与第一缓冲槽的进料口相连通,第一缓冲槽的出料口与MVR蒸发器的进料口相连通。

5. 根据权利要求1所述的能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其特征在於:MVR蒸发器的蒸余母液回流到催化剂储槽。

6. 一种废水处理方法,其特征在於:采用如权利要求1~5任一项所述的装置,并包括如下步骤:

(1) 先将均相催化剂与废水混合后再升温通入第一反应塔,混有均相催化剂的废水和第一反应塔内由空压机提供的反应用空气一起在第一反应塔内进行第一次均相催化湿式氧化反应,生成包含均相催化剂的初道处理水;

(2) 接着将步骤(1)生成的初道处理水降温后通入第二反应塔,然后使初道处理水与第二反应塔内由空压机提供的反应用空气一起在第二反应塔内进行第二次均相催化湿式氧化反应,生成包含均相催化剂的二道处理水;

(3) 然后将步骤(2)生成的二道处理水降温后通入第一气液分离器进行气液分离,生成气相及含有均相催化剂的液相;

(4) 接着将步骤(3)生成的液相通入MVR蒸发器进行蒸发,生成无色结晶盐、冷凝水及含有均相催化剂的蒸余母液;

(5) 然后将步骤(4)生成的冷凝水升温后通入第三反应塔,冷凝水和第三反应塔内多相催化剂以及由空压机提供的反应用空气一起在第三反应塔内进行多相催化湿式氧化反应,生成三道处理水;

(6) 接着将步骤(5)生成的三道处理水降温后通入第二气液分离器进行气液分离,生成气相及符合排放标准的液相;

所述的均相催化剂为硫酸铁、硝酸铁、硫酸铜、硝酸铜、硫酸锰、硝酸锰、硫酸钴、硝酸钴、硫酸锌、硝酸锌、硫酸镍、硝酸镍中的一种或几种；

所述的多相催化剂为贵金属负载型催化剂，其载体为活性炭、二氧化钛、二氧化锆、三氧化二铝、二氧化硅和分子筛中的一种或多种组合，其活性组分为钨、铑、钯、银、铂、铈、镧、钼中的一种或多种。

7. 根据权利要求6所述的一种废水处理方法，其特征在于：步骤(1)中均相催化湿式氧化反应的反应条件为：反应温度为(250~300)℃，反应压力为(4.5~9) MPa，液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>，其中均相催化剂的投加量为每升废水投加(50~500)mg。

8. 根据权利要求6所述的一种废水处理方法，其特征在于：步骤(2)中均相催化湿式氧化反应的反应条件为：反应温度为(220~290)℃，反应压力为(2.5~8) MPa，液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>，其中均相催化剂的投加量为每升废水投加(50~500)mg。

9. 根据权利要求6所述的一种废水处理方法，其特征在于：步骤(4)中MVR蒸发器的蒸发条件为：蒸发温度为(50~100)℃，蒸余母液量控制在步骤(3)生成的液相量的(1~10)%。

10. 根据权利要求6所述的一种废水处理方法，其特征在于：步骤(5)中多相催化湿式氧化反应的反应条件为：反应温度为(180~280)℃，反应压力为(2.0~7.5) MPa，液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>。

## 能量回收型废水催化湿式氧化处理装置及废水处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种工业有机废水处理技术领域,具体涉及一种用以处理高浓度高含盐工业有机废水的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 水污染是一个我国目前需要着手解决的重要问题。解决水污染问题首先就应该解决污染的源头,即污水的产生与排放,而工厂产生的工业有机废水是水污染的主要来源之一。工业废水中污染物成分复杂、生物毒性大、COD高、盐度高、颜色深、味道重,处理十分困难。目前主要的处理方法有:生物法、萃取法、焚烧法、芬顿法和臭氧法等,但这些方法的缺点是:(1)处理成本高且处理效果差;(2)无法直接处理COD含量超过10万mg/L且高含盐量的废水,在处理高含盐废水前,必须先将高浓度高含盐废水的COD含量及盐含量稀释降低,处理步骤复杂繁琐;(3)所应用的设备占地面积大;(4)在废水处理过程中存在对环境的二次污染及能量的大量浪费,不节能环保。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种可以直接且高效地处理高浓度高含盐有机废水、在废水处理过程中无二次污染且能有效回收利用能量的能量回收型废水催化湿式氧化处理装置及废水处理方法。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用了如下技术方案:所述的一种能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,包括用以储存废水的废水储槽、用以储存催化剂的催化剂储槽、以及空压机,所述废水储槽的出水口与催化剂储槽的出料口同时与第一换热器的进料口相通,第一换热器的出料口与第一反应塔的进口相通,第一反应塔的出口与第二换热器的进料口相通,第二换热器的出料口与第二反应塔的进口相通,所述第二换热器的换热水出口连接透平发电机,所述第二反应塔的出口经第一换热器与第一气液分离器的进口相连通,第一气液分离器的气相出口与第一尾气吸收塔的进口相连通,第一气液分离器的液相出口与MVR蒸发器的进料口相连通,MVR蒸发器的冷凝水出口与第三换热器的进料口相连通,第三换热器的出料口与第三反应塔的进口相连通,第三反应塔的出口经第三换热器与第二气液分离器的进口相连通,第二气液分离器的气相出口与第二尾气吸收塔的进口相连通;所述空压机通过管路同时为第一反应塔、第二反应塔及第三反应塔提供反应用空气。

[0005] 进一步地,前述的一种能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其中:第二反应塔的出口与第一换热器的壳层相连通,冷物料与热物料逆流经过第一换热器,第一换热器的壳层出口与第一气液分离器的进口相连通。

[0006] 进一步地,前述的一种能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其中:第三反应塔的出口与第三换热器的壳层相连通,冷物料与热物料逆流经过第三换热器,第三换热器的壳层出口与第二气液分离器的进口相连通。

[0007] 进一步地,前述的一种能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其中:第一气液分

离器的液相出口与第一缓冲槽的进料口相连通,第一缓冲槽的出料口与MVR蒸发器的进料口相连通。

[0008] 进一步地,前述的一种能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,其中:MVR蒸发器的蒸余母液回流到催化剂储槽。

[0009] 一种废水处理方法,包括如下步骤:

(1)先将均相催化剂与废水混合后再升温通入第一反应塔,混有均相催化剂的废水和第一反应塔内由空压机提供的反应用空气一起在第一反应塔内进行第一次均相催化湿式氧化反应,生成包含均相催化剂的初道处理水;

(2)接着将步骤(1)生成的初道处理水降温后通入第二反应塔,然后使初道处理水与第二反应塔内由空压机提供的反应用空气一起在第二反应塔内进行第二次均相催化湿式氧化反应,生成包含均相催化剂的二道处理水;

(3)然后将步骤(2)生成的二道处理水降温后通入第一气液分离器进行气液分离,生成气相及含有均相催化剂的液相;

(4)接着将步骤(3)生成的液相通入MVR蒸发器进行蒸发,生成无色结晶盐、冷凝水及含有均相催化剂的蒸余母液;

(5)然后将步骤(4)生成的冷凝水升温后通入第三反应塔,冷凝水和第三反应塔内多相催化剂以及由空压机提供的反应用空气一起在第三反应塔内进行多相催化湿式氧化反应,生成三道处理水;

(6)接着将步骤(5)生成的三道处理水降温后通入第二气液分离器进行气液分离,生成气相及符合排放标准的液相。

[0010] 所述的均相催化剂为硫酸铁、硝酸铁、硫酸铜、硝酸铜、硫酸锰、硝酸锰、硫酸钴、硝酸钴、硫酸锌、硝酸锌、硫酸镍、硝酸镍中的一种或几种。

[0011] 所述的多相催化剂为贵金属负载型催化剂,其载体为活性炭、二氧化钛、二氧化锆、三氧化二铝、二氧化硅和分子筛中的一种或多种组合,其活性组分为钨、铈、钼、银、铂、钽、镧、钕中的一种或多种。

[0012] 进一步地,前述的一种废水处理方法,其中:步骤(1)中均相催化湿式氧化反应的反应条件为:反应温度为(250~300)℃,反应压力为(4.5~9) MPa,液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>,其中均相催化剂的投加量为每升废水投加(50~500)mg(以金属离子量计)。

[0013] 进一步地,前述的一种废水处理方法,其中:步骤(2)中均相催化湿式氧化反应的反应条件为:反应温度为(220~290)℃,反应压力为(2.5~8) MPa,液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>,其中均相催化剂的投加量为每升废水投加(50~500)mg(以金属离子量计)。

[0014] 进一步地,前述的一种废水处理方法,其中:步骤(4)中MVR蒸发器的蒸发条件为:蒸发温度为(50~100)℃,蒸余母液量控制在步骤(3)生成的液相量的(1~10)%。

[0015] 进一步地,前述的一种废水处理方法,其中:步骤(5)中多相催化湿式氧化反应的反应条件为:反应温度为(180~280)℃,反应压力为(2.0~7.5) MPa,液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>。

[0016] 通过上述技术方案的实施,本发明废水处理装置的优点是:(1)处理成本低、处理效果好、占地面积小且自动化程度高;(2)无需稀释废水,就可以直接处理COD含量超过10万mg/L且高含盐量的废水;(3)在废水处理过程中不存在对环境的二次污染;(4)通过换热器

回收多余热量,并将换热器产生的蒸汽用于透平发电机发电,达到了能量回收利用的目的,既实现环境效益又取得经济效益;本发明废水处理方法的优点是:处理效率高,COD去除率高,COD去除率大于95.5%,在废水处理过程中不存在对环境的二次污染,并且无需稀释废水,就可以直接处理COD含量超过10万mg/L且高含盐量的废水,尤其对处理有机成分易挥发的废水更具优势,MVR蒸余母液回用配制均相催化剂既解决了浓缩液的问题又达到循环利用的目的,并且析出盐为无色洁净盐,可回收再利用。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明所述的一种能量回收型废水催化湿式氧化处理装置的结构原理示意图。

## 具体实施方式

[0018] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明。

[0019] 如图1所示,所述的一种能量回收型废水催化湿式氧化处理装置,包括用以储存废水的废水储槽1、用以储存催化剂的催化剂储槽2、以及空压机3,所述废水储槽1的出水口通过设有第一隔膜泵4的第一管路5与管道混合器6的进口相连通,催化剂储槽2的出料口通过第二管路7与管道混合器6的进口相连通,管道混合器6的出口与第一换热器9的进料口相通,第一换热器9的出料口与第一反应塔10的进口相通,第一反应塔10顶部的出口通过第四管路12与第二换热器11的进料口相通,第二换热器11的出料口与第二反应塔13的进口相通,第二换热器11的换热水出口连接透平发电机14,第二反应塔13的顶部出口通过第五管路15与第一换热器9的换热水进口相连通,第一换热器9的换热水出口通过第六管路16与第一气液分离器17的进口相连通,这样可以使第二反应塔13生成的二道处理水的多余热量对经过第一换热器9的高浓度高含盐有机废水、均相催化剂及空气三者混合物进行加热升温,从而回收了热量,节约了能源;

第一气液分离器17的气相出口通过第七管路18与第一尾气吸收塔19的进口相连通,第一气液分离器17的液相出口通过第八管路20与第一缓冲槽21的进料口相连通,第一缓冲槽21的出料口通过设有第二隔膜泵22的第九管路23与MVR蒸发器24的进料口相连通,MVR蒸发器24的冷凝水出口通过设有第三隔膜泵25的第十管路26与第三换热器27的进料口相连通,第三换热器27的出料口与第三反应塔28的进口相连通,第三反应塔28的顶部出口通过第十一路路29与第三换热器27的换热水进口相连通,第三换热器27的换热水出口通过第十二管路30与第二气液分离器31的进口相连通,这样可以使第三反应塔28生成的三道处理水的多余热量对经过第三换热器27的冷凝水进行加热升温,从而回收了热量,节约了能源;

第二气液分离器31的气相出口通过第十三管路32与第二尾气吸收塔33的进口相连通,第二气液分离器31的液相出口通过第十四管路34与第二缓冲槽35的进料口相连通;所述空压机3通过第三管路8与管道混合器6的进口相连通,从而为第一反应塔10提供反应用空气,并且通过与第四管路12相连通的第十五管路36为第二反应塔13提供反应用空气,同时通过与第十管路26相连通的第十六管路37为第三反应塔28提供反应用空气;

在本实施例中,催化剂储槽2内所储存的催化剂为均相催化剂,所述均相催化剂为硫酸铁、硝酸铁、硫酸铜、硝酸铜、硫酸锰、硝酸锰、硫酸钴、硝酸钴、硫酸锌、硝酸锌、硫酸镍、硝酸

镍中的一种或几种,采用上述均相催化剂后可以更好地对高浓度高含盐有机废水进行处理,处理效果好;

在本实施例中,第三反应塔28内装填有多相催化剂,所述的多相催化剂为贵金属负载型催化剂,其载体为活性炭、二氧化钛、二氧化锆、三氧化二铝、二氧化硅分子筛中的一种或多种组合,其活性组分为钨、铈、钼、银、铂、铈、钨、钼中的一种或多种,采用上述多相催化剂后可以更好地对高浓度高含盐有机废水进行处理,处理效果好;

本发明废水处理装置的工作原理如下:

先通过第一隔膜泵4将废水储槽1中所存储的高浓度高含盐有机废水经第一管路5通入管道混合器6,同时将催化剂储槽2中所存储的均相催化剂经第二管路7也通入管道混合器6,同时使空压机3将反应空气通过第三管路8也通入管道混合器6,此时高浓度高含盐有机废水、均相催化剂及空气三者会在管道混合器6中混合后从第一换热器9的进料口进入第一换热器9,再从第一换热器9的出料口进入第一反应塔10中进行充分的均相催化湿式氧化反应,第一反应塔10会将反应后形成的初道处理水从第一反应塔10的顶部出口排入第四管路12,再从第四管路12进入第二换热器11的进料口,此时空压机3会将反应空气通过第十五管路36也通入第二换热器11的进料口,第一反应塔10出来的初道处理水会与空气在第二换热器11中混合、并与第二换热器11中的水进行充分的换热,第二换热器11中的水经换热后会变成蒸汽供透平发电机发电,而二道处理水则被换热降温后排入第二反应塔13中进行第二道均相催化湿式氧化反应,第二反应塔13会将反应后形成的二道处理水从第二反应塔13的顶部出口排入第五管路15,再从第一换热器9的换热水进口进入第一换热器9,然后再从第一换热器9的换热水出口排入第六管路16,在第二反应塔13排出的二道处理水通过第一换热器9的过程中,二道处理水的余热会被经过第一换热器9的高浓度高含盐有机废水、均相催化剂及空气三者吸收,从而对经过第一换热器9的高浓度高含盐有机废水、均相催化剂及空气三者混合物进行加热升温,而自身经换热后则逐渐冷却降温;

此时第六管路16中经过冷却降温后的二道处理水会进入第一气液分离器17进行气液分离,第一气液分离器17将二道处理水气液分离后生成的气相经第七管路18排入第一尾气吸收塔19,经第一尾气吸收塔19进行处理达标后排放,而第一气液分离器17将二道处理水气液分离后生成的液相会经第八管路20进入第一缓冲槽21,再被第二隔膜泵22经第九管路23打入MVR蒸发器24进行处理,MVR蒸发器24处理后会形成蒸余母液与冷凝水,其中蒸余母液可用于回用配制均相催化剂,而冷凝水则被第三隔膜泵25经第十管路26打入第三换热器27的进料口,此时空压机3会将反应空气通过第十六管路37也通入第三换热器27的进料口,冷凝水会与空气在第三换热器27中混合后从第三换热器27的出料口通入第三反应塔28,并与第三反应塔28中的多相催化剂一起进行充分的多相催化湿式氧化反应,第三反应塔28会将反应后形成的三道处理水从顶部出口排入第十一管路29,再从第三换热器27的换热水进口进入第三换热器27,然后再从第三换热器27的换热水出口排入第十二管路30,在第三反应塔28排出的催化湿式氧化反应后形成的三道处理水经过第三换热器27的过程中,该三道处理水的余热会被经过第三换热器27的冷凝水与空气所吸收,从而对经过第三换热器27中的冷凝水及空气进行加热升温,而自身经换热后则逐渐冷却降温;降温后的三道处理水会从第三换热器27的换热水口排入第十二管路30,再从第十二管路30进入第二气液分离器31,第二气液分离器31将三道处理水进行气液分离后生成气相与液相,所生成的气相会

经第十三管路32排入第二尾气吸收塔33进行达标处理后排放,而所生成的液相会经第十四管路34进入第二缓冲槽21,再从第二缓冲槽21直接排入外界或进入生化系统处理,通过上述操作,即完成了对高浓度高含盐有机废水的处理。

[0020] 本发明废水处理装置的优点是:(1)处理成本低、处理效果好、占地面积小且自动化程度高;(2)无需稀释废水,就可以直接处理COD含量超过10万mg/L且高含盐量的废水;(3)在废水处理过程中不存在对环境的二次污染;(4)通过换热器回收多余热量,并将换热器产生的蒸汽用于透平发电机发电,达到了能量回收利用的目的。

[0021] 一种废水处理方法,包括如下步骤:

(1)处理一种有机中间体生产废水,该废水主要含有1,3-环己二酮、氯化钠等成分,COD为125360 mg/L,pH=3.5,盐度为12.5%;先将均相催化剂与废水混合后再升温通入第一反应塔,混有均相催化剂的废水和第一反应塔内由空压机提供的反应用空气一起在第一反应塔内进行第一次均相催化湿式氧化反应,生成包含均相催化剂的初道处理水;其中均相催化湿式氧化反应的反应条件为:反应温度为(250~300)℃,反应压力为(4.5~9) MPa,液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>,其中均相催化剂的投加量为每升废水投加(50~500)mg;

(2)接着将步骤(1)生成的初道处理水降温后通入第二反应塔,然后使初道处理水与第二反应塔内由空压机提供的反应用空气一起在第二反应塔内进行第二次均相催化湿式氧化反应,生成包含均相催化剂的二道处理水,其中均相催化湿式氧化反应的反应条件为:反应温度为(220~290)℃,反应压力为(2.5~8) MPa,液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>,其中均相催化剂的投加量为每升废水投加(50~500)mg;

(3)然后将步骤(2)生成的二道处理水降温后通入第一气液分离器进行气液分离,生成气相及含有均相催化剂的液相;

(4)接着将步骤(3)生成的液相通入MVR蒸发器进行蒸发,生成无色结晶盐、冷凝水及含有均相催化剂的蒸余母液,其中MVR蒸发器的蒸发条件为:蒸发温度为(50~100)℃,蒸余母液量控制在步骤(3)生成的液相量的(1~10)%;

(5)然后将步骤(4)生成的冷凝水升温后通入第三反应塔,冷凝水和第三反应塔内多相催化剂以及由空压机提供的反应用空气一起在第三反应塔内进行多相催化湿式氧化反应,生成三道处理水,其中多相催化湿式氧化反应的反应条件为:反应温度为(180~280)℃,反应压力为(2.0~7.5) MPa,液时空速为(0.5~3) h<sup>-1</sup>;

(6)接着将步骤(5)生成的三道处理水降温后通入第二气液分离器进行气液分离,生成气相及符合排放标准的液相。

[0022] 所述的均相催化剂为硫酸铁、硝酸铁、硫酸铜、硝酸铜、硫酸锰、硝酸锰、硫酸钴、硝酸钴、硫酸锌、硝酸锌、硫酸镍、硝酸镍中的一种或几种。

[0023] 所述的多相催化剂为贵金属负载型催化剂,其载体为活性炭、二氧化钛、二氧化锆、三氧化二铝、二氧化硅和分子筛中的一种或多种组合,其活性组分为钨、铈、钇、银、铂、钼、镧、钕中的一种或多种。

[0024] 下表为原废水经过两次均相催化湿式氧化反应后、以及经过多相催化湿式氧化反应后得到的处理水中的COD、COD去除率、盐含量及PH值,并且从表上可以看到本废水处理方法的处理效果好。



样品	COD <sub>Cr</sub> (mg/L)	COD 去除率 (%)	盐含量 (%)	pH
原废水	125360	—	12.5	3.5
第二次均相催化湿式氧化反应出水	28465	77.3	12.0	2.6
MVR 冷凝水	18760	—	0.0	3.0
多相催化湿式氧化反应出水	848	95.5	0.0	2.3

[0025]

本发明废水处理方法的优点是：处理效率好，COD去除率高，COD去除率大于95%，在废水处理过程中不存在对环境的二次污染，并且无需稀释废水，就可以直接处理COD含量超过10万mg/L且高含盐量的废水，尤其对处理有机成分易挥发的废水更具优势，MVR蒸余母液回用配制均相催化剂既解决了浓缩液的问题又达到循环利用的目的，并且析出盐为无色洁净盐，可回收再利用。

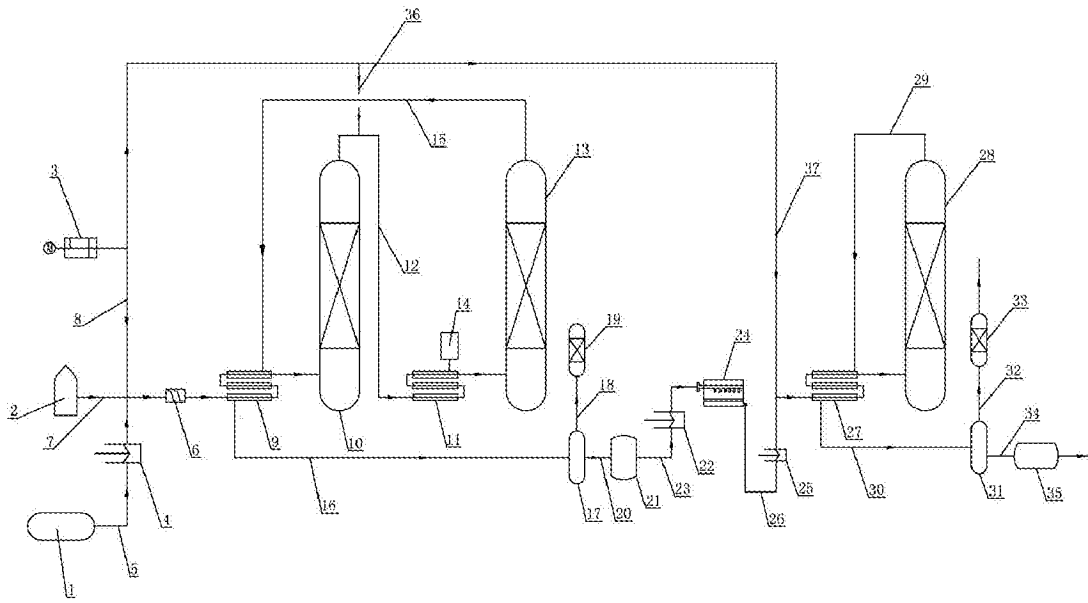


图1