

工业废水中 COD 的去除方法探讨

徐荣益 者加云 冯建锋 (佛山市德方纳米科技有限公司, 广东 佛山 528000)

摘要: 以常用的芬顿试剂硝酸亚铁及过氧化氢为原料, 对影响反应的主要因素: 芬顿试剂的最佳配比、pH、反应时间、搅拌速度进行系统探索, 得到了最佳的反应条件, 提高了芬顿试剂处理工业废水的能力。

关键词: 废水处理; COD; 芬顿试剂

0 引言

生活污水和工业废水是我国水体的主要污染源。经过多年的发展, 生活污水的处理技术已经趋于成熟, 而工业废水的处理还未得到彻底的解决, 尤其是石油化工、煤化工、冶金、印染、制药、造纸等行业在生产过程中排放的高浓度难降解含盐有机废水的处理技术尚不成熟。

本文以常用的芬顿试剂硝酸亚铁及过氧化氢为原料, 对影响反应的因素进行系统探索, 得到了最佳的反应条件, 提高了芬顿试剂处理工业废水的能力。

1 主要仪器及试剂

COD 测试仪; pH 计; 分析天平; 蠕动泵; 烧杯; 搅拌器; 过滤器; 硝酸亚铁、过氧化氢、硝酸、氨水均为分析纯。

2 实验方法与结果分析

2.1 芬顿试剂的制备

2.1.1 硝酸亚铁溶液的制备

称取一定量硝酸亚铁, 加适量水溶解, 加少量硝酸调节溶液 pH 小于 2。

2.1.2 过氧化氢溶液的制备

称取一定量过氧化氢, 加适量水稀释。

2.2 实验过程

取一定量的工业废水, 加硝酸调节溶液 pH 至 0.5~2.5, 用蠕动泵将芬顿试剂缓慢加入调节好 pH 的工业废水中, 开启搅拌器进行搅拌反应, 反应后调节溶液 pH 至中性, 静置一段时间待沉淀完全, 过滤获得滤液, 所得滤液用 COD 测试仪进行测试。

2.3 COD 测试步骤

①取 2.5mL 蒸馏水和其他待测溶液于 10mL 小试管中;

②加入 0.7mL 硝酸溶液及 4.8mL 重铬酸钾溶液于上述试管中, 摇匀;

③放入已预热至 165℃ 的 COD 测试仪加热 10min;

④取出经步骤③处理的溶液, 在试管架上冷却 5min, 加入 2.5mL 去离子水, 摇匀, 继续冷却至室温, 放入 COD 测试仪进行测试。

2.4 影响芬顿试剂氧化 COD 的因素探索

2.4.1 物料比对芬顿试剂氧化 COD 的影响

2.4.1.1 芬顿试剂的物料配比对其氧化 COD 的影响

在实验中, 控制其他反应条件不变, 探索芬顿试剂硝酸亚铁及过氧化氢的配比对其氧化 COD 能力的影响。

表 1 不同的物料比对芬顿试剂氧化 COD 的影响

Tab.1 Effect of different material ratio on COD

oxidation by Fenton reagent

实验序号	1	2	3	4	5
芬顿试剂的物料配比 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$ (摩尔比)	0.8:1	0.9:1	1:1	1:1.1	1:1.2
工业废水处理后的 COD (ppm)	184	86	30	35	32

从表 1 可以看出, 物料配比 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2$ 对芬顿试剂氧化 COD 有一定影响, 当硝酸亚铁的加入量小于 1mol 时, 溶液中产生的羟基自由基较少, 对废水中的 COD 处理量有限, 导致废水中 COD 偏高; 随着硝酸亚铁加入量增加, 产生的羟基自由基增多, 可以将废水中 COD 基本去除, 废水 COD 下降且趋于不变。

2.4.1.2 芬顿试剂与工业废水的物料比对芬顿试剂氧化 COD 的影响

在实验中, 控制其他反应条件不变, 探索芬顿试剂与工业废水的物料比对芬顿试剂氧化 COD 能力的影响。

从表 2 可以看出, 芬顿试剂与工业废水的物料比对芬顿试剂氧化 COD 较大的影响, 当芬顿试剂加入量较小时, 由于芬顿试剂的氧化能力有限, 废水中仍残留有大量 COD, 导致废水中 COD 快速升高, 随着芬顿试剂加量增大, 其氧化的 COD 量增多, 废水中 COD 下降, 由于废水中含有一部分芬顿试剂难以氧化的 COD, 导致在加入过量的芬顿试剂条件下, 废水中的 COD 最终只是趋于一个较小数值而不会一直下降。

表2 不同芬顿试剂与工业废水的
物料配比对芬顿试剂氧化 COD 的影响

Tab.2 Effect of different ratio of Fenton reagent to
industrial wastewater on COD oxidation by Fenton reagent

实验序号	1	2	3	4	5
芬顿试剂与工业废水 的物料配比 (摩尔比)	0.8:1	0.9:1	1:1	1:1.1	1:1.2
工业废水处理后的 COD (ppm)	181	100	30	28	29

2.4.2 工业废水的 pH 对芬顿试剂氧化 COD 的影响

在实验中,控制其他反应条件不变,探索工业废水的 pH 对芬顿试剂氧化 COD 的影响。

表3 不同工业废水的 pH 对芬顿试剂氧化 COD 的影响

Tab.3 Effect of different industrial wastewater
pH on COD oxidation by Fenton reagent

实验序号	1	2	3	4	5
工业废水的 pH 值	0.5	1	1.5	2	2.5
工业废水处理后的 COD (ppm)	135	98	53	30	45

从表3可以看出,工业废水的 pH 对芬顿试剂氧化 COD 有一定的影响,在废水 pH 小于 2 条件下,随着废水 pH 的升高,羟基自由基的氧化电势逐渐增大,氧化能力不断增强,被其氧化的 COD 逐渐增多,废水中残留的 COD 不断下降。而废水 pH 大于 2 以后,虽然羟基自由基的氧化电势还在不断增大,但此时有部分硝酸亚铁已开始逐渐从溶液中析出,导致溶液中羟基自由基减少,废水中 COD 开始缓慢上升。

2.4.3 搅拌时间对芬顿试剂氧化 COD 的影响

在实验中,控制其他反应条件不变,探索搅拌时间对芬顿试剂氧化 COD 的影响

搅拌时间对芬顿试剂氧化 COD 有较大的影响,搅拌

时间小于 3h 时,废水中的 COD 含量较高,搅拌时间小于 3h 以后,废水中 COD 开始缓慢下降后逐渐趋于不变。芬顿试剂氧化 COD 是一个缓慢氧化的过程,随着反应时间的增加,氧化的 COD 逐渐增多,溶液中的 COD 逐渐下降。

2.4.4 搅拌速度对芬顿试剂氧化 COD 的影响

在实验中,控制其他反应条件不变,探索搅拌速度对芬顿试剂氧化 COD 的影响,搅拌速度对芬顿试剂氧化 COD 有一定的影响,搅拌速度小于 600r/min 时,废水中的 COD 有一定程度增大,搅拌速度大于 600r/min 以后,废水中 COD 基本维持不变。通过观察搅拌时溶液可知,在搅拌速度小于 600r/min 时,芬顿试剂与工业废水接触面积较小,不利于芬顿试剂对工业废水中 COD 的氧化;搅拌速度大于 600r/min 以后,芬顿试剂与工业废水接触较好,提升了芬顿试剂对工业废水中 COD 的氧化效果,废水中 COD 有所减小;当搅拌速度大于 800r/min 以后,搅拌浆开始震动,且有反应液开始四处飞溅,从安全角度考虑,搅拌速度不易超过 800r/min。

3 结论

①通过对芬顿试剂氧化废水中 COD 各影响因素进行探索,得到其最佳的反应条件为:芬顿试剂的物料配比 1:1,芬顿试剂与废水中 COD 配比为 1:1、工业废水最佳反应 pH 为 2,最佳搅拌时间 4h,最佳搅拌速度 600r/min;

②在芬顿试剂氧化废水 COD 各影响因素中,除了搅拌速度影响较小,其他反应条件均影响较大,在实验过程中应严格控制;

参考文献:

- [1] 刘兴社,刘永军,刘喆,等.煤化工废水中酚类物质、氨氮的处理方法研究进展 [J]. 化工进展,2020.
- [2] 曾尚升,杨宇成,张娜,等.旋转微气泡反应器强化臭氧降解水中对硝基苯酚 [J]. 化工进展,2020.
- [3] 徐世昌,崔兰英,解利昕,等.蒸发气相吸收耦合方法处理垃圾渗滤液 [J]. 化工进展,2020.
- [4] 张欣,陈雅贤,郑雅容,等.汉丰湖消落带城市基塘系统非点源污染控制研究 [J]. 人民珠江,2020,41(11):81-88.
- [5] 张发奎,魏东洋,李杰,等.响应面法优化高铁酸钾预氧化精细化工废水试验研究 [J]. 人民珠江,2020,41(11):89-94.
- [6] 秦芳玲,雷富强,詹顺,等.铁碳微电解-Fenton 预处理煤化工固体废弃物渗滤液研究 [J]. 西安石油大学学报 (自然科学版),2020,35(06):86-91.

作者简介:

徐荣益 (1989-),男,湖南娄底人,本科,主要研究方向为化学工程。