

文章编号:1674-2869(2008)04-0069-04

水解—好氧工艺处理模拟染料废水试验

王莹茹¹, 胡文云², 李彦秋²

(1. 武汉工程大学环境与城市建设学院, 湖北 武汉 430074;

2. 武汉工业学院化学与环境工程系, 湖北 武汉 430023)

摘要:采用水解—好氧工艺对自配染料废水的处理进行了试验研究. 水解过程在 UASB 反应器内完成, 好氧过程选用生物接触氧化池来完成. 试验对 UASB 反应器的流量、水力停留时间和生物接触氧化池的曝气量及水力停留时间这四个影响因素分别进行了研究, 在实验室条件下, 得出了达到最佳处理效果的工艺条件: UASB 反应器流量 $Q=50$ L/h, 水力停留时间 $t=3$ h; 生物接触氧化池曝气量 $Q=1.2$ m³/h, 水力停留时间 $t=1.5$ h.

关键词:水解—好氧工艺; UASB 反应器; 生物接触氧化池; 染料废水; COD_{cr}

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

0 引言

我国是染料生产大国, 染料产量占世界的 60% 左右. 在染料生产过程中每生产 1 t 染料, 将有 2% 的产品随废水流失. 在印染过程中损失更大, 为所用染料的 10% 左右, 给环境带来了严重的污染^[1]. 一般染料废水的有机物成分复杂、浓度高 (COD_{cr} 值均在 1 000 mg/L 以上), 可生化性差, 传统方法的处理效果不理想, 并且现在染料朝着抗光解、抗热及抗生物氧化方向发展, 从而使其处理难度加大^[2~3]. 根据国内外所采用的处理染料废水的工艺方法, 考虑到我国水体污染严重的现状, 研发一种适合我国国情的简易、高效、低耗的污水处理技术是非常必要的.

本文采用水解—好氧处理工艺对模拟染料废水的处理进行了研究.

1 试验部分

1.1 试验设备

1.1.1 UASB 反应器(上流式厌氧装置) UASB 反应器是目前应用最为广泛的高速厌氧反应器. 它具有容积负荷率高、水力停留时间短、能耗低、成本低、污泥产量低, 能够回收生物能——沼气等优点. 本文采用的 UASB 反应器由有机玻璃制成 ($\Phi=150$ mm, $H=1\ 260$ mm), 污泥层高度 $H_1=490$ mm. 顶部设有三相分离器, 三相分离区高度为 $H_2=300$ mm. 从底部每隔 250 mm 设置取样口, 共三个, 距三相分离区顶部 100 mm 处, 设置一个

取样口. 反应器底部设有循环水箱, 染料废水有水箱用泵提升进入反应器, 依次经过污泥区, 反应区和三相分离区, 从上端排水口经循环管道进入水箱, 多次循环. 所产沼气经三相分离器后从反应器顶部排气管排出, 沼气排气管上装有流量计.

本试验所用 UASB 反应器型号 WT 026 (哈尔滨工业大学教学仪器公司).

1.1.2 生物接触氧化池 生物接触氧化池尺寸 500 mm × 460 mm × 450 mm, 填料层高 $H=360$ mm. 充氧设备为电磁式空压机, 压缩空气由自上而下的穿孔管曝气. 填料选用有尼龙、涤纶等化学纤维编结成熟的纤维状填料, 呈绳状连接.

1.1.3 其它试验仪器 微波消解仪: 型号 MS—3 (国家环境保护总局华南科学研究所华南环境科技开发公司), 外形尺寸 306 mm × 510 mm × 360 mm. 酸度计(数字式): 型号 868 (美国奥立龙). 生化培养箱: 型号 PYX—250—B (广东韶关科力仪器公司). 红外 BOD 测定仪: 型号 Oxitop control 12 (德国 WTW).

1.2 试验药品

重铬酸钾(分析纯 A. R.), 硫酸亚铁铵(分析纯 A. R.), 浓硫酸(分析纯 A. R.), 甲基兰(分析纯 A. R.), 试亚铁灵指示剂(硫酸亚铁铵, 邻菲罗啉配制而成), 氢氧化钠(分析纯 A. R.).

1.3 试验方法

化学需氧量用 COD_{cr} 微波消解法测定^[4]. pH 值用酸度计(数字式)测定. 生化需氧量用生化培养箱培养 5 天后, 用红外测定仪测定^[4].

收稿日期: 2008-04-08

作者简介: 王莹茹(1972-), 女, 河北保定人, 硕士, 讲师, 研究方向: 水污染控制.

1.3.1 试验用水的配制 试验用水采用生活污水与染料配制而成. 每次所配水量约 40 L, 同时向其中加入面粉, 使得进水 COD_{cr} 值在 1 000 mg/L 以上, 可生化性 $\text{BOD}_5:\text{COD}_{\text{cr}}=0.4$ 左右.

1.3.2 UASB 反应器各工艺参数的确定 将一定体积(约 40 L)的自制废水倒入循环水箱内, 搅匀, 开启水泵, 调节流量计示数为 50 L/h, 并开始计时, 每隔 1 h 从水箱中取一次样测定其 COD_{cr} 值和 pH 值, 直至 COD_{cr} 值降至 400 mg/L 左右. 即可得出 UASB 反应器在该流量下的水力停留时间. 将流量计示数调为 0, 关闭水泵, 将水箱中的水移入生物接触氧化池中进行好氧处理.

改变流量计的示数为 40 L/h 和 30 L/h 重复上述试验, 得出各流量下 UASB 反应器的水力停留时间.

1.3.3 生物接触氧化池各工艺参数的确定 将 UASB 反应器的出水移入生物接触氧化池后, 开启空压机进行微孔曝气. 调节空气流量计的示数为 1.2 m^3/h , 每隔 0.5 h 从生物接触氧化池的上清液取一次样, 测定其 COD_{cr} 值, 直至出水水质达标. 这样, 即得出了生物接触氧化池在该曝气量下的水力停留时间. 将流量计的示数调为 0, 关闭空压机, 将池内的水排尽.

改变流量计的示数为 1.0 m^3/h 和 0.8 m^3/h , 重复上述试验, 得出各曝气量下生物接触氧化池的水力停留时间.

比较以上各组试验数据, 分别找出 UASB 反应器的流量和水力停留时间以及生物接触氧化池的曝气量和水力停留时间这四个因素的最佳值. (注: UASB 和生物接触氧化池均在运行稳定的情况下接种模拟废水进行试验).

2 结果与讨论

2.1 UASB 反应器中的 pII 值随水力停留时间的关系

UASB 反应器的流量为 50 L/h(原水的 COD_{cr} 值为 1 330 mg/L), 原水的 pH 值为 6.12 时, 废水的 pH 值随水力停留时间的变化如图 1 所示.

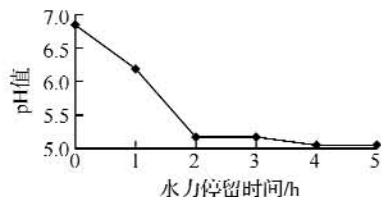


图 1 UASB 反应器的 pH 值随水力停留时间的变化曲线

Fig. 1 The curve of pH and hydraulic retention time in UASB reactor

由图 1 可以看出, 当 UASB 反应器的流量为 50 L/h 时, 随着水力停留时间的延长, 出水 pH 值逐渐降低. 水力停留时间为 1 h 时, pH 值为 6.10, 降幅最大, 两个小时趋于平缓. pH 值的逐渐降低说明, 此时, UASB 反应器中正处于甲烷化阶段前的酸化或乙酸化阶段, 废水中的淀粉在产酸菌的作用下发生降解, 转变为有机酸和二氧化碳等产物, 使 pH 值降低.

因 UASB 反应器的功能菌—产甲烷菌充分发挥活性的适宜 pH 值范围为 6.8~7.4, 较低的 pH 值会抑制产甲烷菌的活性, 降低 UASB 反应器的处理效率. 因此, 在实验过程中, 应不定期的监测废水的 pH 值, 必要时补充适量的氢氧化钠, 保证 pH 值在 6.8~7.4 之间, 保证产甲烷菌较高的活性, 提高处理效率.

2.2 UASB 反应器的最佳流量及水力停留时间的确定

当 UASB 反应器的流量分别为 50 L/h(原水的 COD_{cr} 值为 1 330.8 mg/L, pH 值为 6.10), 40 L/h(原水的 COD_{cr} 值为 1 210.6 mg/L, pH 值为 5.80) 和 30 L/h(原水的 COD_{cr} 值为 1 003.4 mg/L, pH 值为 5.84) 时, 废水的 COD 去除率随水力停留时间的变化如图 2 所示.

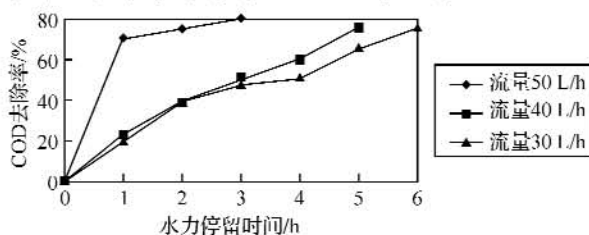


图 2 不同流量下, COD 去除率随水力停留时间的变化
Fig. 2 Effect of hydraulic retention time on COD treatment under different flow

由图 2 可以看出, 当 UASB 反应器的流量分别为 50 L/h, 40 L/h 和 30 L/h 时, 废水的 COD 去除率随水力停留时间的增长而增大. 在相同的水力停留时间下, 当 UASB 反应器的流量为 50 L/h 时, COD 的去除率最大; 当 UASB 反应器的流量为 40 L/h 时, COD 的去除率次之; 当 UASB 反应器的流量为 30 L/h 时, COD 去除率最低. 这可能是因为当废水的流量增加时, UASB 反应器内的颗粒污泥能更好的呈流化状态, 悬浮污泥层的高度增加. 这样, 废水中的有机物能更好的与颗粒污泥相接触, 反应效果较好.

由图 2 可知, 当 UASB 反应器的流量为 50 L/h, 水力停留时间为 1 h 时, 废水的 COD 去除率已经达到 40%, 增幅较大; 随着水力停留时间的

延长,去除率逐渐增大,水力停留时间为3 h时,COD去除率达到75%,水力停留时间为4 h时,废水的COD去除率为80%,增幅较小。

另外,UASB反应器的流量与水力停留时间呈负相关的关系。在一定范围内,流量越大,所需的水力停留时间越短,工作效率越高。但若流量太大,会使悬浮污泥层充满整个UASB反应器影响出水水质,严重时,使整个系统处于瘫痪状态。

综上所述,UASB反应器的最佳流量取50 L/h,对应的最佳水力停留时间为3 h。

2.3 生物接触氧化池中pH值随水力停留时间的关系

生物接触氧化池的曝气量为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ (进水的 COD_{Cr} 值为 378 mg/L)时,废水的pH值随水力停留时间的变化如图3所示。

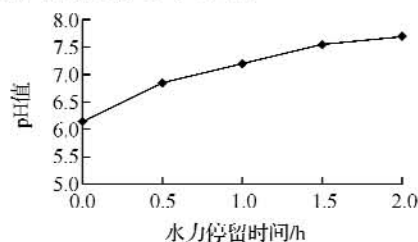


图3 生物接触氧化池中的pH值随水力停留时间的变化曲线

Fig. 3 The curve of pH and hydraulic retention time in biological contact oxidation tank

由图3可以看出,随着水力停留时间的延长,生物接触氧化池出水的pH值逐渐升高。由于生物接触氧化池内的异氧型微生物以有机物为底物,在分子氧的参与下,将其转化为二氧化碳、氨和水等无机物,同时释放出能量。产生的二氧化碳溶解于水,被一些自养型微生物利用;产生的氨溶解在水中,使废水偏微碱性,正好适宜于生物接触氧化池内的细菌、放线菌、藻类和原生动物等好氧型微生物的生长,发挥其活性。由图3可知废水的pH值可基本保持在6.5~8.5(好氧菌保持较高活性的最适宜的pH值范围)的范围内。

因此,在实验过程中,不必调节生物接触氧化池内的pH值。

2.4 生物接触氧化池最佳曝气量和水力停留时间的确定

当生物接触氧化池的曝气量分别为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ (进水的 COD_{Cr} 值为 380 mg/L), $1.0 \text{ m}^3/\text{h}$ (进水的 COD_{Cr} 值为 408 mg/L), $0.8 \text{ m}^3/\text{h}$ (进水的 COD_{Cr} 值为 396 mg/L)时,废水的COD去除率随水力停留时间的变化如图4所示。

由图4可以看出,生物接触氧化池的曝气量

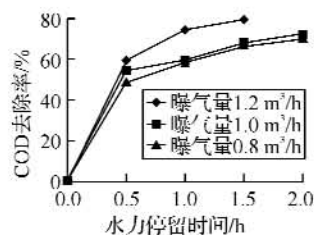


图4 不同曝气量下,COD去除率随水力停留时间的变化
Fig. 4 Effect of hydraulic retention time on COD treatment under different gas rate

分别为 1.2 、 1.0 、 $0.8 \text{ m}^3/\text{h}$ 时,COD去除率均随水力停留时间的延长而增大。在相同的水力停留时间下,当生物接触氧化池的曝气量为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ 时,COD去除率最大。在一定范围内,生物接触氧化池的曝气量越大,池内的氧气量越充足,其内的生物膜能更好地发挥作用。当曝气量为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$,水力停留时间为 0.5 h 时,废水的COD去除率已经达到60%,增幅较大;水力停留时间为 1 h 时,废水的COD去除率为76%,增幅有所下降;水力停留时间为 1.5 h 时,废水的COD去除率为80%,增幅趋于平缓。水力停留时间为 1.5 h ,出水水质达标,说明当水力停留时间 1.5 h 时,已经达到生物接触氧化池在曝气量为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$ 时的最佳水力停留时间。

另外,生物接触氧化池的曝气量与水力停留时间呈负相关关系。曝气量越大,所需停留时间越短。如果曝气量太大,生物膜与废水中的有机物接触的时间过短,生物膜来不及消化有机物,将会影响处理效果。

综合考虑,取生物接触氧化池的最佳曝气量为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$,对应的水力停留时间为 1.5 h 。

3 结 语

试验采用UASB-生物接触氧化组合工艺处理 COD_{Cr} 值大于 1000 mg/L 的高浓度自配染料废水,通过单因素试验研究,得到影响组合工艺处理效率的四个主要因素的最佳值,其值分别为:UASB反应器的流量为 50 L/h ,水力停留时间为 3 h ;生物接触氧化池的曝气量为 $1.2 \text{ m}^3/\text{h}$,水力停留时间为 1.5 h 。

参考文献:

- [1] 胥维昌. 染料行业废水处理现状和展望[J]. 染料工业, 2002, 39(6): 35-39.
- [2] 文湘华, 王东海, 钱易. 内循环SBR处理含染料废水的研究[J]. 环境科学学报, 2000, 20(增刊): 54-57.
- [3] 洪俊明, 洪华生. 厌氧—好氧MBR组合工艺处理萘

- 脱活性染料废水[J]. 中国给水排水, 2008, 24(1): 51-53.
- 和废水监测分析方法[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1989.
- [4] 国家环保总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水

Research on the treatment of dye wastewater by hydroxylation and oxidation processing

WANG Ying-ru¹, HU Wen-yun², LI Yan-qiu²

(1. School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;
2. Department of Chemical and Environmental Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: The synthetic dye wastewater was treated by the process of hydroxylation and oxidation. UASB reactor and biological contact oxidation are used in the hydroxylation and oxidation processing respectively. The effects of flow rate and hydraulic retention time(HRT) of UASB reactor, volumetric gas rate and the hydraulic retention time of the bio contact oxidation on the efficiency of the wastewater were studied respectively, and the best values of them were obtained in the laboratory. The values as follow: flow rate 50 L/h, HRT 3 h; volumetric gas rate 1.2 m³/h, HRT 1.5 h.

Key words: hydroxylation and oxidation processing; UASB reactor; biological contact oxidation tank; dying wastewater; COD_{cr}

本文编辑: 萧 宁



(上接第 68 页)

Study on 3D-ANSYS modeling technique for large span cable-stayed bridge with a plate-truss composite beam

LI Yuan-song^{1,2}, LI Xin-ping¹, JIANG Tian-hua³

(1. School of Civil Engineering and Architecture, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China;
2. School of Environmental and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China;
3. Urban Construction College, Wuhan University of Science & Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: The structure characteristic of large-span cable-stayed bridges with a plate-truss composite beam was analyzed. The assumptive condition and disposal technique of FEM modeling were given with Tianxinzhou Bridge as a practice example. Based on ANSYS software, a 3D FEM model was established by means of APDL tool. Subsequently, the program frame and implement method of every function model were depicted in detail. The results will be available for design and calculating in bridge engineering.

Key words: plate truss composite beam; cable stayed bridge; finite element method; programmable modeling

本文编辑: 萧 宁