

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017080110603

盐酸掺杂聚苯胺处理酸性染料废水的处理效果

关昶, 丁斌, 郝凤岭, 李祥, 王海东, 刘群

(吉林化工学院 石油化工学院, 吉林 吉林 132022)

摘要: 印染废水是一种较难处理的工业废水, 具有有机物含量高、色度大、成分复杂、排放量大等特点。用弱酸性艳红 B 染料溶液模拟染料废水, 研究盐酸掺杂聚苯胺处理酸性染料废水的效果。研究了染料废水的初始质量浓度、吸附时间、温度和 pH 值对吸附效果的影响。实验结果表明: 提高弱酸性艳红 B 的初始质量浓度有利于其去除率的提高, 在吸附温度为 45 °C, 吸附时间为 3 h, pH 值为 4 时, 盐酸掺杂聚苯胺对弱酸性艳红 B 染料废水的去除率可以达到 96% 以上, 吸附后经过盐酸再生的聚苯胺去除率仍可以达 90% 以上。

关键词: 盐酸掺杂聚苯胺; 弱酸性染料; 染料废水; 吸附

中图分类号: TQ 134 文献标志码: A

Effectiveness of acid-dye waste water treatment by hydrochloride polyaniline

GUAN Chang, DING Bin, HAO Fengling, LI Xiang, WANG Haidong, LIU Qun

(Institute of Petrochemical Engineering, Jilin Institute of Chemical Technology, Jilin City, Jilin 132022, China)

Abstract: The dyeing wastewater is a kind of industrial wastewater which is difficult to be treated because of its high concentration of organic, dark colority, complicated component and high emission. The effectiveness of acid-dye waste water treated by hydrochloride polyaniline was investigated in this paper. The acid-dye waste water was simulated with C. I. acid red solution and the initial concentration of C. I. acid red dye waste water, the influence of adsorption time, temperature and pH value on treatment effect were investigated in detail. The conclusion can be drawn that: improvement of the C. I. acid red dye waste water initial concentration was beneficial to the removal rate improvement. When the adsorption temperature was 45 °C, the adsorption time was 3 h and the pH value was 4, the removal rate was higher than 96%. The removal rate can reach above 90% by the regenerated polyaniline which was treatment by hydrochloric acid.

Keywords: hydrochloride polyaniline; weak acid-dye; dyeing wastewater; adsorption

随着纺织工业的迅速发展, 印染废水已成为重要的污染源之一。根据中国环境科学出版社出版的《全国重点行业工业污染防治报告》, 在生产同类单位产品的情况下, 我国印染废水中污染物平均含量是国外的 2~3 倍。同时印染废水具有有机物含量高、成分复杂、色度深等特点, 是国内外公认的最难处理的工业废水之一。而随着染料工业的迅猛发展, 染料和新型助剂的种类也与日俱增, 使得印染废水的处理难度持续增加。因此, 寻找实用有效的处

理方法迫在眉睫^[1-3]。聚苯胺是一种广泛应用于导电及涂料方面的高分子材料, 其在废水处理方面的应用与研究还很少见。目前常用的废水处理吸附剂为活性炭, 但活性炭存在一些难以克服的缺点, 如价格昂贵、选择性差、适用范围有限、再生设备少、费用高、再生困难等^[4-5], 因此, 研制价格低廉、选择性好、易再生的新型水处理吸附剂便顺应了环保产业发展的需要^[6-7]。若能具有优良吸附性能的聚苯胺扩大其应用范围, 则不失为一种新型且经济的方法^[8-10]。本文以盐酸掺杂聚苯胺为研究对象, 以其对弱酸性艳红 B 染料废水的去除率为考察指标, 分别对染料废水的初始质量浓度、吸附时间、温度和 pH 值 4 个指标进行研究。

收稿日期: 2017-08-16

第一作者简介: 关昶, 副教授, 硕士, 主要从事印染废水处理的研究工作。通信作者: 丁斌, E-mail: dingbin1956@163.com。

1 实验部分

1.1 试剂和仪器

试剂: 苯胺、过硫酸铵、盐酸、丙酮、乙二醇、氢氧化钠, 均为分析纯; 弱酸性艳红 B(工业级); 去离子水。

仪器: pH S-3C 型精密酸度计、722 S 型可见分光光度计、8002 型恒温水浴锅、JB90-D 型磁力搅拌器、真空干燥箱、电子天平、循环真空泵。

1.2 盐酸掺杂聚苯胺合成

在浓度为 2 mol/L 盐酸溶液中 0~5 °C 条件下加入苯胺搅拌 15 min, 然后缓慢滴加浓度为 2 mol/L 过硫酸铵反应搅拌, 反应 10 h 后静止 12 h。滤去母液后, 用 2 mol/L HCl 浸泡 2 h 后二次过滤。将过滤后的物质用丙酮处理 2 次, 去离子水处理 2 次, 放入真空干燥箱中烘至质量不变, 得到盐酸掺杂聚苯胺。

1.3 吸附实验

以盐酸掺杂聚苯胺对弱酸性艳红 B 废水的去除率为指标, 分别对染料废水的初始质量浓度、吸附时间、温度和 pH 值 4 个指标进行考察。采用分光光度计法测量盐酸掺杂聚苯胺处理酸性染料废水的前后质量浓度, 通过下式来计算弱酸性艳红 B 的去除率:

$$R = (C_0 - C) / C_0 \times 100\%$$

式中: R 为去除率, %; C_0 为染料废水的初始质量浓度, mg/L; C 为染料废水处理后的质量浓度, mg/L。

在带有温度计、搅拌器、球形冷凝管的 500 mL 四口烧瓶中进行实验, 加热采用数显恒温水浴锅。配制弱酸性艳红 B 溶液质量浓度为 30、40、50、60 mg/L, 分别在温度为 5、15、25、35、45、55 °C 下进行实验。实验时取弱酸性艳红 B 溶液 350 mL 放入四口烧瓶中, 加入 1 g 盐酸掺杂聚苯胺吸附剂, 每 30 min 取样一次。

1.4 聚苯胺再生

将吸附后的聚苯胺加入到浓度为 3 mol/L 的盐酸溶液中, 室温下搅拌 3 h, 抽滤。再将抽滤后的固体加入蒸馏水, 搅拌抽滤, 放入烘箱中烘至恒质量。

2 结果与讨论

2.1 初始质量浓度对吸附效果的影响

配置初始质量浓度分别为 30、40、50、60 mg/L 的弱酸性艳红 B 废水, 取 350 mL 不同质量浓度的废水, 调节染料废水的 pH 值为 4, 在 25 °C 下, 吸附 2 h, 离心分离后用可见分光光度计测定染料废水的质量浓度, 计算弱酸性艳红 B 的去除率, 结果见图 1。

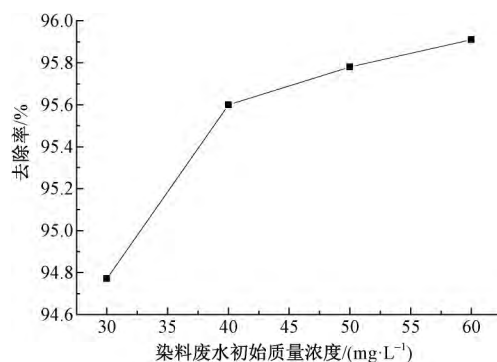


图1 染料废水初始质量浓度对吸附效果的影响(25 °C)

2.2 吸附时间对吸附效果的影响

弱酸性艳红 B 初始质量浓度为 30 mg/L, 考察温度分别在 5、15、25、35、45、55 °C 的条件下吸附时间对吸附效果的影响, 实验结果如图 2 所示。

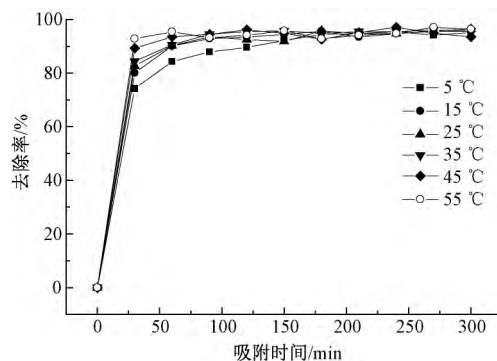


图2 吸附时间对弱酸性艳红 B 去除率的影响

从图 2 可以看出, 初始阶段盐酸掺杂聚苯胺对弱酸性艳红 B 的去除率上升很快。随着吸附时间的增加, 弱酸性艳红 B 的吸附达到了饱和。随后弱酸性艳红 B 需要克服极大的阻力才能进入聚苯胺的内部, 从而导致了后期去除率的减缓。由图可以看出: 盐酸掺杂聚苯胺对弱酸性艳红 B 的去除率随时间的延长而增加, 在 180 min 基本达到吸附平衡, 此时去除率为 94.44%, 之后去除率变化不大。

2.3 吸附温度对吸附效果的影响

取 350 mL 初始质量浓度分别为 30、40、50、60 mg/L 的弱酸性艳红 B 废水, 控制染料废水的 pH 值为 4, 吸附 3 h, 吸附温度在 5、15、25、35、45、55 °C 下分别进行实验。离心分离后用可见分光光度计测定染料废水的质量浓度, 计算弱酸性艳红 B 的去除率, 结果如图 3 所示。由图可以看出: 随着温度的升高去除率增加, 这说明吸附过程是吸热过程。升温有利于吸附, 所以温度升高有利于提高吸附效果, 增加弱酸性艳红 B 的去除率。

2.4 pH 值对吸附效果的影响

取 350 mL 初始质量浓度为 30 mg/L 的弱酸性

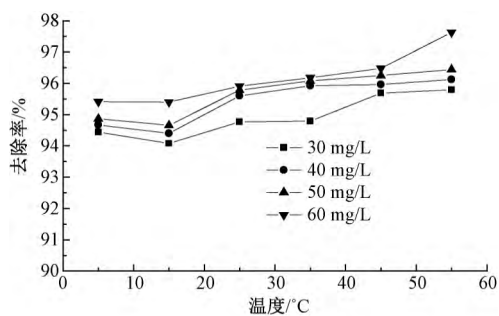


图 3 温度对吸附效果的影响

艳红 B 废水,在 45 °C 下,控制染料废水的 pH 值为 2、3、4、5、6、7、8、9,吸附 3 h。离心分离后用可见分光光度计测定染料废水的质量浓度,计算弱酸性艳红 B 的去除率,结果如图 4 所示。

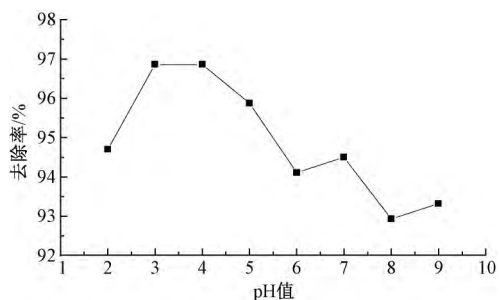


图 4 pH 值对吸附效果的影响

从图 4 可看出:当 pH 值在 3~4 之间去除率达到最高,去除率在 96% 以上。随着 pH 值的上升,去除率逐渐下降。这是由于在酸性条件下聚苯胺以阳离子形式存在,与弱酸性艳红 B 以分子间作用力进行吸附,随着 pH 值增加, H⁺ 减少,吸附效果下降。

2.5 再生盐酸掺杂聚苯胺的吸附效果

配制质量浓度 50 mg/L 弱酸性艳红 B 溶液,分别加入未吸附过的盐酸掺杂聚苯胺、再生盐酸掺杂聚苯胺和吸附后的盐酸掺杂聚苯胺各 1 g,在 55 °C 下,控制染料废水的 pH 值为 4 吸附 300 min。离心分离后用可见分光光度计测定染料废水质量浓度,计算弱酸性艳红 B 的去除率,结果如图 5 所示。可以看出,再生后的盐酸掺杂聚苯胺对弱酸性艳红 B 的去除率可以达到 90% 左右,再生后的盐酸掺杂聚苯胺的吸附效果明显好于吸附后未再生的盐酸掺杂聚苯胺,所以再生后的盐酸掺杂聚苯胺可以继续用于吸附酸性染料废水。

3 结 论

盐酸掺杂聚苯胺可以有效地吸附酸性染料废水中的弱酸性艳红 B。提高弱酸性艳红 B 的初始质量浓度有利于其去除率的提高,在吸附温度为 45 °C,

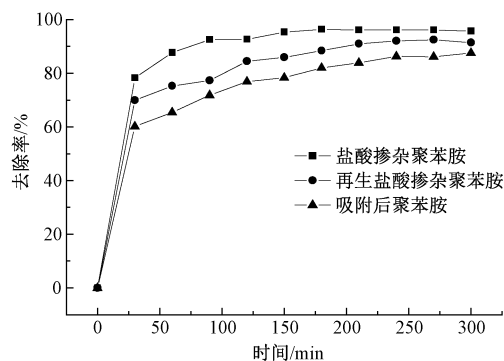


图 5 各种聚苯胺吸附效果比较(50 mg/L)

吸附时间为 3 h, pH 值为 4 时,盐酸掺杂聚苯胺对弱酸性艳红 B 染料废水的去除率可以达到 96% 以上,吸附后经过盐酸再生的聚苯胺对弱酸性艳红 B 去除率仍可以达到 90% 以上。

参考文献:

- [1] 龚真萍. 壳聚糖改性硅藻土对酸性染料废水的处理效果[J]. 毛纺科技, 2016, 44(9): 31-35.
- [2] 郭丹瑜, 孙天竹, 吴丹丹, 等. 活性染料废水的脱色处理[J]. 毛纺科技, 2015, 43(4): 41-44.
- [3] 王雅娜, 崔励, 徐同宽. 壳聚糖改性絮凝剂在染料废水处理中的应用[J]. 毛纺科技, 2008, 36(5): 18-20.
- [4] 孟范平, 易怀昌. 各种吸附材料在印染废水处理中的应用[J]. 材料导报, 2009(13): 69-73.
- [5] 陈碧, 王雪燕. 几种吸附剂在印染废水脱色中的应用[J]. 纺织科技进展, 2007(4): 56-58.
- [6] 姚超, 曾永斌, 曹燕媛. 聚苯胺/凹凸棒石纳米复合材料对甲基橙的吸附性能[J]. 硅酸盐学报, 2010(4): 671-677.
- [7] 许峰, 曾宇平, 马健岩. 聚苯胺/蒙脱土复合材料对亚甲基蓝的吸附性能研究[J]. 沈阳建筑大学学报(自然科学版), 2011(2): 297-301.
- [8] MOHAMED A. Salem. The role of poly-aniline salts in the removal of direct blue 78 from aqueous solution: A kinetic study [J]. Reactive and Functional Polymers, 2010, 70(10): 707-714.
- [9] MOHAMAD M Ayad, AHMED Abu El-Nasr. Anionic dye (acid green 25) adsorption from water by using poly-aniline nanotubes salt/silica composite [J]. Journal of Nanostructure in Chemistry, 2012, 3(1): 1-9.
- [10] MAHANTA Debajyoti, MADRAS Giridhar, RADHAKRISHNAN S. Adsorption and desorption kinetics of anionic dyes on doped poly-aniline [J]. The Journal of Physical Chemistry Part B: Condensed Matter, Materials, Surfaces, Interfaces & Biophysical, 2009, 113(8): 2293-2299.