

微波诱导催化氧化 - 无极紫外光催化氧化联用技术处理印色废水 X - 3B

夏东升, 施银桃, 张钱根, 曾庆福

(武汉科技学院 环境科学研究所, 湖北 武汉 430073)

摘要: 本实验将微波诱导催化氧化 - 光催化氧化联用技术用于染料废水的降解, 考察了反应过程中染料脱色率、TOC 去除率、pH 值以及反应前后高效液相色谱图的变化情况。实验表明, 该联用技术可以用来处理 1g/L 的染料活性艳红 X-3B 溶液, 吸附 1.5hr, 处理 9 分钟时, 效率比微波诱导催化氧化技术提高 17%。

关键词: 微波诱导催化氧化; 无极紫外光催化氧化; 联用; 活性艳红 X—3B

中图分类号: X505

文献标识码: A

文章编号: 1009 - 5160 (2004) - 0001 - 04

微波诱导催化氧化处理技术可以高效无选择性的水处理技术^[1-4]。微波辐射能有效的解吸活性炭表面的有机物, 使活性炭再生并有利于有机物的消解和回收再利用。当微波辐射时, 活性炭表面会产生一些“热点”, 这些“热点”的能量比其它部分高得多, 因而当活性炭被吸附到这些热点附近时可能被氧化而褪色^[5, 6]。用这种方法再生废炭的时间短、耗能低、设备构造简单, 具有较好的应用前景。但是由于微波的穿透能力有限, 微波诱导反应不能深入, 阻碍了方法的工业化应用。本试验中将微波无极紫外光源引入微波诱导反应器, 使产生无极紫光催化氧化部分有机物, 并加强微波在活性炭内部的催化诱导反应。结果表明微波诱导催化氧化与无极紫外光催化氧化联用可高效处理染色废水, 结果令人满意。

1 实验部分

1.1 实验装置图

如图 1 所示, 微波诱导—光催化氧化反应装置是由微波炉改装而成, 在微波炉腔中的反应器填装粒状活性炭和无极紫外灯。用硅胶管通过微波炉壁上钻的孔与反应器连接, 分别起到进水、出水和进气的作用。

1.2 实验仪器和药品

重铬酸钾	武汉联碱厂
硫酸亚铁铵	霸州化工厂
活性艳红 X - 3B	天津试剂厂
活性炭	承德鹏程活性炭厂

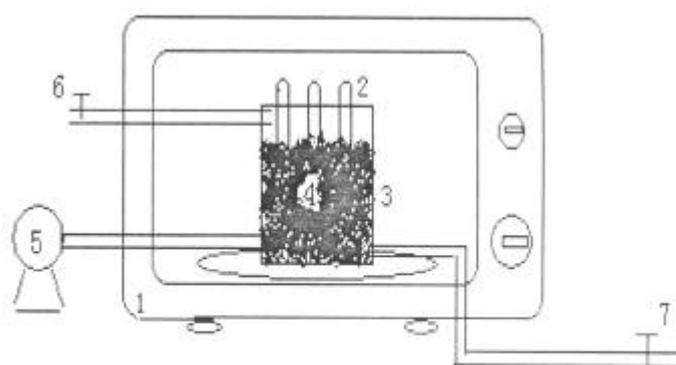


图 1 微波诱导—光催化氧化反应装置

1 微波炉 (功率 7000W 频率 GHz), 2 无极紫外灯, 3 反应器, 4 粒状活性炭, 5 增氧泵, 6 进样口, 7 取样口

收稿日期: 2004-06-11

作者简介: 夏东升 (1971-), 男, 博士, 研究方向: 废水处理。

基金项目: 国家 863 青年基金项目 (项目编号: 2002AAD649210)

硫酸银	解放军第九五零九厂
HR-6702AU型微波炉	青岛海尔微波制品有限公司
SHB-B95型循环水式多用真空泵	郑州长城科工贸有限公司
UV1100型紫外-可见分光光度计	北京瑞利分析仪器公司
硫酸汞	贵州省铜仁化学试剂厂
硫酸	武汉市江北化学试剂有限责任公司

1.3 实验步骤

在反应器中先用活性炭吸附活性艳红 X-3B 染料溶液, 然后排出染料溶液, 微波处理, 反应完之后再将染料溶液进入反应器中, 如此循环操作, 在最终的染料溶液中取样品进行测定。

2 结果与讨论

2.1 微波诱导催化氧化 - 无极紫外光催化氧化联用工艺

保持活性炭吸附时间为 30min 和微波-紫外反应时间为 3min 及其他条件不变, 改变微波无极灯的数量, 考察最终染料溶液的吸光度和脱色率在不同微波无极灯个数时的变化情况。

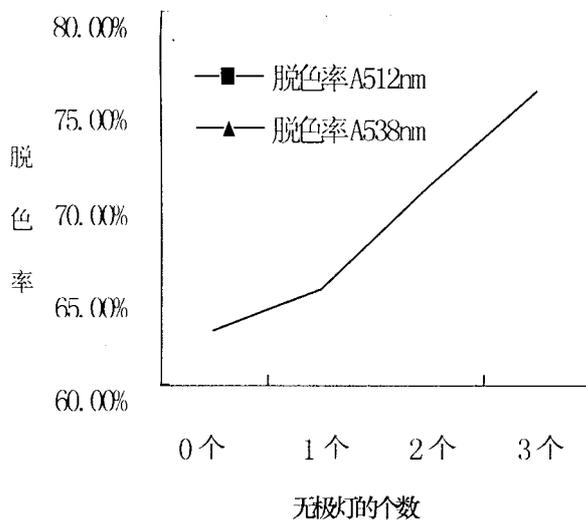


图2 微波无极紫外光源对氧化作用的影响

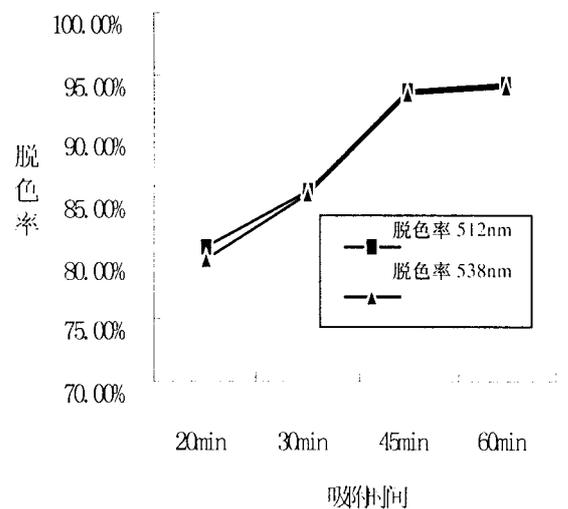


图3 活性炭吸附时间的影响

如上图 2 所示, 当反应器中没有无极灯时, 反应器中只存在微波诱导催化氧化作用, 染料溶液在 512nm 处的吸光度由原水样的 0.700 下降到 0.260, 脱色率为 62.86%; 538nm 处的吸光度由原水样的 0.708 下降到 0.262, 脱色率为 62.99%。整个联合工艺中发生了活性炭的吸附、微波对染料溶液的处理及微波对活性炭的再生作用; 而当反应器中引入无极紫外光源, 反应器中引入了无极紫外灯光催化氧化作用。当无极灯的个数为三个时, 染料溶液在 512nm 处的脱色率为 75.71%; 538nm 处的脱色率为 75.71%, 与不加入无极紫外灯只存在微波诱导催化氧化作用时相比, 工艺的脱色率得到了明显提高。这是因为反应中无极灯的加入强化了微波诱导催化氧化作用, 并且其强化作用随无极灯个数的增加而增强。

2.2 活性炭吸附时间的影响

保持微波-紫外反应时间为 8min 以及其他条件不变的情况下, 改变活性炭的吸附时间, 考察吸附时间为对最终染料溶液的吸光度变化和脱色率变化。

如图 3 所示, 在反应过程中, 活性艳红 X-3B 溶液的吸光度逐渐下降的。当活性炭吸附时间为 60min 时, 在 512nm 处的吸光度由原水样的 0.681 下降到 0.040, 脱色率为 94.13%; 538nm 处的吸光度由原水样的 0.690 下降到 0.042, 脱色率为 93.91%, 是处理效果最佳的活性炭吸附时间。其中, 在活性炭吸附时间

为 45min 时, 染料溶液在 512nm 和 538nm 处的脱色率分别为 93.53% 和 93.33%, 当吸附时间大于 45min 时, 染料溶液的脱色率变化较小。这是因为此时活性炭的吸附能力已与 3min 的微波-紫外脱色反应达到平衡。

2.3 联用技术处理时间的影响

保持活性炭吸附时间为 30min 以及其他条件不变的情况下, 改变微波-紫外反应时间, 考察最终染料溶液的吸光度和脱色率的变化情况。

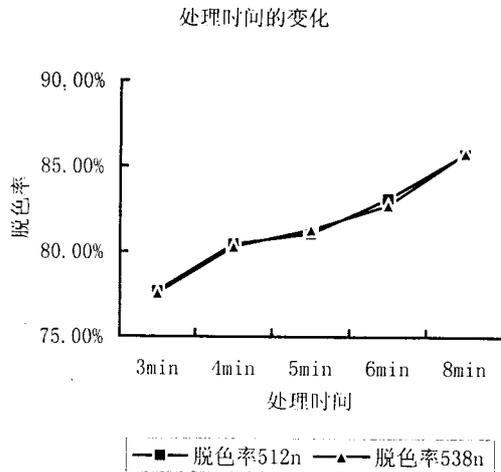


图 4 联用技术处理时间的影响

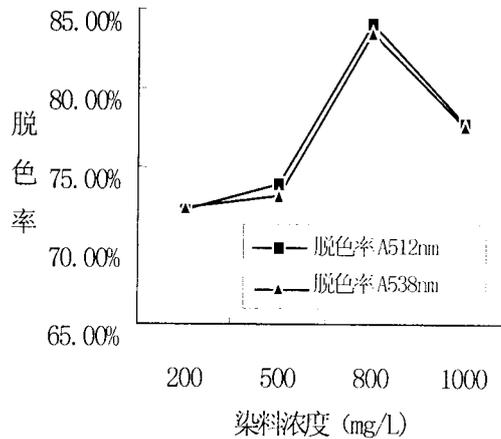


图 5 染料溶液初始浓度的影响

如图 4 所示, 在反应过程中, 活性艳红 X-3B 溶液的吸光度逐渐下降。当微波-紫外反应时间为 8min 时, 染料溶液在 512nm 处脱色率为 85.76%; 538nm 处的脱色率为 85.80%, 结果表明工艺的处理效果会随微波-紫外反应时间的增加而增强, 但长时处理使得反应器中的温度较高, 此时的活性炭处于高温湿热的状态, 一方面可以加速染料的脱色, 但另一方面温度太高, 活性炭会被氧化, 且易损坏反应容器, 因此反应时间需根据反应器的条件综合考虑。

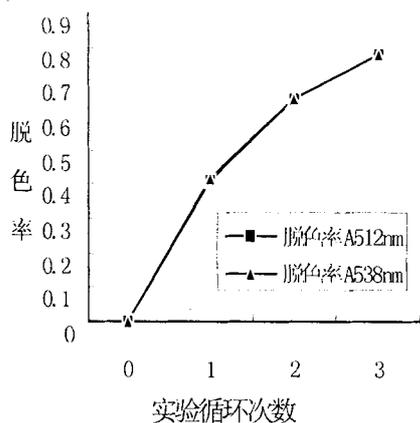


图 6 循环处理对溶液色度的影响

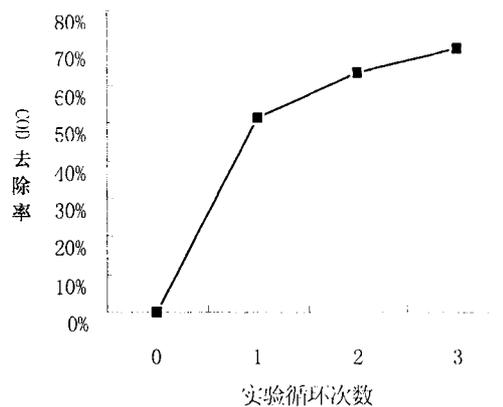


图 7 循环处理对溶液 COD 的影响

2.4 染料溶液初始浓度的影响

保持活性炭吸附时间为 30min 和微波-紫外反应时间为 3min 及其他条件不变, 改变染料溶液的浓度, 考察最终染料溶液的吸光度和脱色率在染料浓度为 200mg/L、500mg/L、800mg/L、1000mg/L 的变化情况。

如图5所示,染料浓度在200mg/L与800mg/L之间时,染料脱色率是逐渐变大的,而当染料浓度变大到1000mg/L时,脱色率又逐渐变小,这是因为染料浓度升高时,活性炭与染料的相互作用机率增加,吸附率增大的再生作用变强,而当染料浓度大到一定程度时,活性炭的吸附总量增加,但微波脱色能力有限,脱色率下降。由实验可知,染料浓度选择800mg/L为宜。

2.5 循环处理的影响

保持活性炭吸附时间为30min和微波-紫外反应时间为3min及其他条件不变,在三次循环操作中每次从染料溶液中取60mL作为待测水样,考察水样的吸光度和脱色率以及COD值和COO去除率的变化情况。

由图6、图7可知,随着实验循环次数的增加,染料溶液的脱色率和COD去除率也在逐渐增大,在实验循环三次时,染料溶液在512nm和538nm处的脱色率达到了77.68%和77.54%,COD的去除率达到了69.90%。然而,染料溶液的脱色率和COD去除率在增大的过程中,染料溶液处理速度会随着实验循环次数的增加而略有变小,那是因为该组实验所选定的微波-紫外反应时间只有3min,微波不能完全矿化活性炭表面的X-3B,所产生的小分子物质在其表面有少量积累现象所致。

3 结论

微波诱导催化氧化可高效处理印色废水X-3B,在其中引入无极紫外光催化氧可加强其氧化作用。

参考文献:

- [1] 苟斌,等.微波与物质相互作用过程中非热效应的机理分析[J].上海有色金属,2001,22(1):6~8.
- [2] 王金成,等.微波辐射处理活性艳蓝KN-R染料溶液的研究[J].环境科学学报,2001,21(5):628~630.
- [3] 王宝庆,等.活性艳蓝KN-R染料溶液微波催化脱色研究[J].大连理工大学学报,2001,41(5):545~548.
- [4] 王宝庆,等.乙醇的活性炭吸附及微波解吸[J].水处理技术,2001,27(6):348~349.
- [5] 王宝庆,陈亚雄,等.微波解吸载乙醇活性炭的试验研究[J].环境科学与技术,2002,25(5):10~12.
- [6] 邹宗柏,等.用微波辐照消除磺基水杨酸污染物[J].环境污染与防治,1999,21(1):22~24.

The Treatment of Active Red X-3B with the Combination of Microwave Irradiation and Photo-catalytic Methods

XIA Dong-sheng, SHI Yin-tao, ZHANG Qian-gen, ZENG Qing-fu

(The Research Centre of Environmental Science, Wuhan University of Science and Engineering, Wuhan Hubei 430073, China)

Abstract: This work has been carried out to study the combination of microwave irradiation and photo-catalytic method. The result shows that the combined method can provide higher efficiency of treating active red X-3B compared with microwave.

Key Words: microwave irradiation; photo-catalytical oxidation; combination; active red X-3B