

应用技术

磁混凝技术在中纤板废水前处理中的应用

徐颖, 张齐生, 张鑫, 刘新

(南京林业大学竹材工程研究中心, 江苏南京 210037)

摘要: 采用磁混凝技术处理中纤板废水。研究了磁粉、混凝剂和助凝剂的种类及其比率的影响。试验结果表明, 使用A磁粉的磁混凝技术处理中纤板废水, 化学耗氧量(COD)去除率最高可达88.03%, 较单纯采用混凝技术COD去除率提高了52.25%; 悬浮物(SS)去除率达98.91%, 提高了约4%; 色度去除率达98.01%, 提高约3%。

关键词: 中纤板废水; 磁混凝技术; 纳米级磁粉; 混凝; 化学耗氧量(COD)

中图分类号: TS653 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2011)01-0038-03

Applying Magnetic Coagulation Technology to Wastewater Treatment during Medium Density Fiberboard Production

XU Ying, ZHANG Qi-sheng, ZHANG Xin, LIU Xin

(Engineering Center of Bamboo Wood, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: Wastewater from medium density fiberboard production was treated using magnetic coagulation technology with aluminium polychloride, polyacrylamide, and magnetic particles. The chemical oxygen demand(COD) removal efficiency of the magnetic coagulation method reached to 88.03%, which was improved by about 52.25% when compared to a sole coagulation technology. The suspended solid removal rate was 98.91%, which was about a 4% improvement. The color removal rate was 98.01%, which was improved by 3%.

Key words: MDF waste water; magnetic coagulation (MC); nano magnetic; coagulation; chemical oxygen demand(COD)

在我国中纤板行业中, 中纤板废水因具有污染物种类繁多、化学耗氧量(COD)高、可生化性差、色度高等特点, 水污染情况尤为突出。随着我国木材加工业的快速发展和国家环保政策的完善, 木材工业废水的达标排放, 成为迫切需要解决的问题。

在中纤板废水处理研究方面, 曾采用铁炭微电解-混凝沉淀法, 预处理中纤板热磨废水。当进水的COD为5183 mg/L, 色度为500倍时, 经组合工艺处理后, COD去除率达92%以上, 色度去除率可达99%以上, 但该工艺需要对原水进行大量稀释^[1]。采用混凝气浮-IC-接触氧化法组合工艺处理纤维板废水, 运行结果表明: COD_{Cr}去除率为99.28%, SS去除

率为96.8%, 色度去除率为93.83%。但在混凝气浮处理阶段, COD_{Cr}去除率仅为37.79%, SS去除率为60.5%, 色度去除率36.33%^[2]。在对不同蒸煮条件下, 对木材蒸煮废水进行混凝和酸析处理时, 考察了不同混凝剂及不同混凝条件, 对木素和COD_{Cr}去除率的影响, 结果是混凝处理比酸析效果好^[3]。以木素为主要污染物的废水, 在藻类混合培养种子批式反应器中培养, 藻类对COD的去除率为58%, 色度去除率为84%^[4]。

对于中纤板废水的处理, 在生化法处理前, 需添加前处理工艺, 目前广泛采用的前处理技术是混凝沉淀和气浮, 但存在成本高、运行不稳定等缺点。

磁混凝(Magnetic coagulation, MC)技术处理中纤板废水, 是将混凝工艺和磁分离技术相结合, 投入一定量的混凝剂、助凝剂和纳米级磁粉, 通过磁场产

收稿日期: 2010-03-17; 修改日期: 2010-11-16

作者简介: 徐颖(1985—), 女, 南京林业大学竹材中心硕士研究生。

通讯作者: 刘新, 男, 南京林业大学竹材中心副教授。

生的磁凝聚力与混凝剂的架桥吸附作用,促使磁颗粒与絮状体结合,经过强磁场区域,析出废水中具有磁性的悬浮絮状体,使形成的絮凝胶团更粗大紧密。另外,由于磁粉的加入使得吸附磁粉的絮状体具有磁性,可利用磁场力加速沉降^[5],促进絮状体的固液分离,达到高效率、低成本、减轻后续工艺处理负担的效果。笔者以某中纤板企业的调节池废水为试验材料,采用 MC 技术进行应用研究。

1 材料与方法

1.1 试验材料

废水 悬浮物(SS)含量 5 900 mg/L,色度 22 625倍,COD 15 790 mg/L,pH 值 4.74。

混凝剂 通过预试验和分析结果,选用聚合氯化铝(PAC),调配成质量分数为 3%的溶液。

助凝剂 选用分子量为 1 000 M 的阴性聚丙烯酰胺(PAM),配制成 0.2%质量分数的溶液;纳米级磁粉配制成 2%质量分数的悬浊液;两者溶合后作为助凝剂。

磁粉 通过预试验和市场价格,选定出 4 种磁粉,平均粒度分别为 74、89、104 和 150 μm ,并依次编号为 A、B、C 和 D。

1.2 试验仪器

TDM-3A 数字型特斯拉计,722N 型可见分光光度计,PCh 44621 型污水 SS 自动分析仪,PCc 4207240 型污水色度自动分析仪,AL3D 型 COD 加热器,JJ-4A 型电动搅拌器等。

1.3 试验步骤

混凝剂与助凝剂的试验安排见表 1。

表 1 混凝剂与助凝剂的试验配比

Tab. 1 The ratio of coagulant and coagulant aids

试验号	混凝剂用量/($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)	助凝剂用量/($\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)
1	0.9	0.06
2	0.9	0.12
3	0.9	0.18
4	1.8	0.06
5	1.8	0.12
6	1.8	0.18
7	2.7	0.06
8	2.7	0.12
9	2.7	0.18

室温条件下,取 100 mL 中纤板废水稀释 3 倍后置于搅拌器上,加入混凝剂溶液,以 200 r/min 搅拌 30 s,然后加入助凝剂,再以 45 r/min 慢速搅拌 75 s 后,立即置于磁场强度为 200 mT 的磁场中,计时同

时,观察絮体和清液情况;取上清液进行 SS、色度和 COD 的测定。同时,以只加入混凝剂和助凝剂的常规混凝技术,为对照试验。

1.4 检测

检测指标测定方法参照国家环保总局《水与废水监测分析方法》(第四版)进行^[6]。

2 结果与讨论

2.1 磁混凝技术的 SS 去除率

磁混凝技术与常规混凝技术 SS 去除率的对比,见图 1。

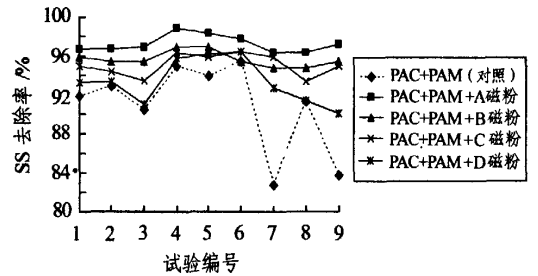


图 1 磁混凝与常规混凝技术 SS 去除率对比

Fig. 1 Suspended solid removal rates

从图 1 看出,当混凝剂(PAC)的用量从 0.9 g/L 增加到 2.7 g/L 时,SS 去除率呈现由缓慢上升到下降的趋势,说明针对本试验的中纤板废水,PAC 的用量不足或过量,均不能起到较好的混凝效果。当 PAC 用量不足时,水中杂质不能充分脱稳,混凝效果差;而当 PAC 过量时,胶体因超荷现象而导致再稳定,效果同样不佳。

助凝剂中的 PAM 用量对混凝效果影响较小,但可以改善絮凝体结构,促使细小而松散的絮体颗粒变得粗大而密实,脱色性能好。使用 MC 技术,废水中 SS 的去除率明显高于常规混凝技术。其中使用磁粉 A 时,SS 去除率达到最高,平均去除率约为 97%;磁粉 B、磁粉 C 和磁粉 D 的 SS 平均去除率分别为 96%、95%和 93%;而常规混凝技术的平均去除率约为 91%;当 PAC 用量合理时,废水的 SS 去除率可以提高 13%。

2.2 磁混凝技术的色度去除率

结合图 2 可见,色度去除率呈先缓慢上升后,再下降趋势。在 PAC 用量 1.8 g/L,助凝剂中加入磁粉 A 时,达到最高。这是由于磁性 A 的加入,磁粉吸附悬浮物的能力和磁性絮体所具有的优良沉降性能所致,促进了废水中污染物的去除。添加磁粉后,色

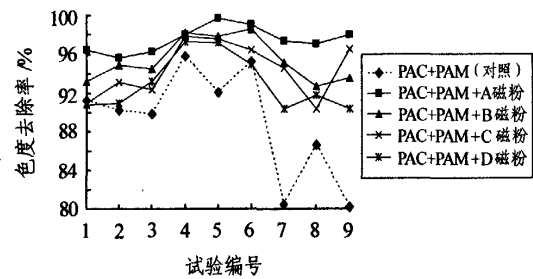


图2 磁混凝与常规混凝技术色度去除率对比
Fig. 2 Color removal rates

度去除率由 88% 提高到 90% 以上。其中使用磁粉 A 的色度去除率, 达到 99.0% 以上。

2.3 磁混凝技术的 COD 去除率

图 3 为磁混凝与常规混凝技术的 COD 去除率。

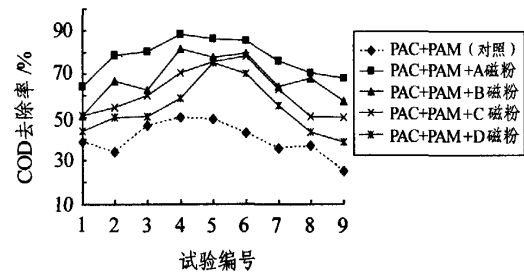


图3 磁混凝与常规混凝技术 COD 去除率对比
Fig. 3 COD removal rates

从图 3 可见, 常规混凝技术 COD 的平均去除率约为 39%, 而使用 A、B、C、D 四种磁粉的 MC 技术对 COD 的平均去除率, 分别约为 77%、68%、61% 和 54%。同样, 在 PAC 用量 1.8 g/L, 助凝剂中含有磁粉 A 的 COD 去除率峰值达到 88.03%, 较常规混凝技术提高了 52.25%。

在一定的混凝配比条件下, 所加入的磁粉 A 在搅拌状态下呈悬浮状, 增加了水中的固体颗粒物总数量, 使胶粒碰撞的次数增多, 形成絮体的机率增大, 改善了絮凝效果。这可能是由于磁粉粒度越小, 其表面积越大, 因而与絮状体的接触面积也越大, 磁催化效果增加。而磁粉粒度较大时, 受重力影响大, 易沉降分离, 与混凝絮状体接触不充分, 导致去除率降低。混凝剂、助凝剂以及磁场协同效应大大加快了胶团的沉降速度, 20 s 内即可完成固液分离过程。

2.4 较佳配比组合的确定

根据试验数据, 以 COD 去除率为主要参数, 综合比较处理效果, 提出了磁粉、混凝剂及助凝剂的较佳配比组合, 见表 2。

表 2 磁混凝技术的较佳配比组合和处理效果

Tab. 2 The optimum treatment parameters of the magnetic coagulation method

磁粉种类	PAC 用量/ (g · L ⁻¹)	助凝剂 用量/ (g · L ⁻¹)	界面 稳定 时间/S	pH	SS 去 除率/ %	色度去 除率/ %	COD 去除 率/%
A	1.8	0.06	47	4.28	98.91	98.01	88.03

2.5 药剂成本核算

以某中纤板生产企业为例, 如采用 MC 技术处理废水, 处理量为 300 t/天, 每日每 t 废水需用的药剂成本见表 4。

表 3 药剂成本

Tab. 3 Material cost of the magnetic coagulation method

项目	用量/(kg · 天 ⁻¹)	单价/(元 · kg ⁻¹)	金额/(元 · 天 ⁻¹)
PAC	500	2.0	3.33
PAM	20	20.0	1.33
磁粉	200	1.5	1.00
合计			5.66

采用常规混凝技术时, 企业每天的混凝药剂成本为 6.1~7.2 元/t 废水。因此, 仅在药剂成本方面, 1 年可节省费用 4.8 万元左右。

3 结论

1) 磁混凝技术处理中纤板废水切实有效, 较常规混凝的前处理工艺效果好, 成本低。

2) 与常规混凝处理工艺相比, 采用磁混凝技术处理木材工业废水沉淀速度快, 处理水质稳定、可靠。处理的上清液 COD 去除率高达 80% 以上, SS 去除率 96% 左右, 色度去除率达 97%。

3) 使用磁粉 A, PAC 用量为 1.8 g/L, 助凝剂用量为 0.06 g/L 时, COD 去除率为 88.03%。

参考文献:

[1] 谢吉迅. 铁炭微电解-混凝沉淀预处理密度纤维板热磨废水[J]. 工业用水与废水, 2008, 39(3): 51-53.
[2] 谢付兵, 买文宁, 梁允. 混凝气浮-IC-接触氧化工艺处理纤维板废水[J]. 给水排水, 2008, 34(9): 70-72.
[3] 郁桂林, 于金莲. 木材蒸煮废水的化学处理[J]. 上海师范大学学报(自然科学版), 2005, 34(4): 101-104.
[4] Esra Tarlan, Filiz B Dilek, Ulku Yetis. Effectiveness of algae in the treatment of a wood-based pulp and paper industry wastewater[J]. Bioresource Technology, 2002, 84(1): 1-15.
[5] 曾胜, 朱又春. 混凝磁分离法处理厨房污水[J]. 中国给水排水, 1999, 15(7): 11-13.
[6] 国家环保总局《水和废水监测分析方法》编委会. 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.

(责任编辑 鲍加芬)