

文章编号:1673-9981(2010)04-0410-04

活性炭纤维负载生物膜处理污水的研究

陈思宇¹, 韦晓群², 唐 远³

(1. 中山大学化学与化学工程学院, 广东 广州 510275; 2. 广东出入境检验检疫局, 广东 广州 510623;
3. 广东实验中学, 广东 广州 510375)

摘 要:制备了一类对生物具有高亲和性的活性炭纤维材料,初步探讨了活性炭纤维对微生物成膜和对污水处理效果.结果表明,以活性炭纤维为载体的生物膜在处理初始浓度为850 mg/L的有机污水时,COD去除率可达到90%以上,出水浓度可低于50 mg/L.与普通有机纤维相比,以活性炭纤维为载体,负载的生物膜量较高,其对水中的有机物的分解能力更强.

关键词:活性炭纤维; 生物膜; 废水处理

中图分类号: X703.1

文献标识码: A

自70年代以来,生物膜法废水处理得到巨大发展.生物膜法处理废水是利用微生物固定在载体上并使其降解废水中的污染物,选择合适的载体对废水处理效果非常重要^[1-3].目前所用的生物膜载体材料在物化性能、力学性能、挂膜速率、处理效果和再生等方面已不能满足使用要求,主要是生物相容性差,生物膜稳定时间长,延长了反应器正常运行时间;附着强度不高,容易损失具有降解功能微生物的生物量而降低有机负荷率.因此研制、开发优质生物膜载体材料已成为发展生物膜法水处理最重要的问题之一.

炭材料与其它材料相比在生物相容性等方面更具优越性.生物炭材料是利用炭材料的粗糙外表面或大孔内表面可吸附固着微生物,从而将炭材料的吸附作用和微生物的降解作用叠加、协同起来的一类材料.粒状活性炭近年来已被应用于生物膜载体,而在使用上活性炭存在再生困难、易堵塞和易造成二次污染等弊端.

活性炭纤维(ACF)是有机纤维经高温碳化活化制备而成的一种多孔性纤维状吸附材料.活性炭纤维发达的孔结构和表面化学结构,赋予其优异的吸附特性,可能成为具有良好生物相容性、可快速固着

细胞、使用性能优异的新型载体.

本文报道了以玻璃纤维为基质,制备了一类对生物具有高亲和性的复合型活性炭纤维材料,初步探讨了活性炭纤维对微生物成膜和对污水处理效果.

1 实验部分

1.1 复合型多孔碳质纤维的制备

称取适量PEG加入40 mL无水乙醇中,搅拌并加热至60℃约15 min,PEG完全溶解,然后加入适量ZnCl₂,不断搅拌并保持加热,使氯化锌全部溶解成澄清溶液,称取4.5 g酚醛溶解于溶液中,得到呈黄色至棕黄色溶液.将玻璃纤维浸入其中,浸透后取出,在烘箱中进行干燥并逐渐升温至200℃,进行预氧化.预氧化后的样品转入炭化炉,在氮气氛围中活化,升温速度5℃/min.活化后样品用1 mol/L的盐酸溶液浸泡1 h后,用纯净水冲洗至中性,100℃下干燥至样品表现不含水分,得产品活性炭纤维.

1.2 生物反应器的设计

碳纤维负载生物膜处理污水的反应器及流程如图1所示.污水暂存于集水池中;通过流量计控制其

收稿日期:2010-11-02

作者简介:陈思宇(1991—),女,广东人,在读本科生.

流入反应器的速度. 往反应器中加入负载生物群落的碳纤维, 用其净化流入反应器的污水. 利用鼓风机的动力, 把空气泵入反应器中, 为生物群落利用有机物提供氧气.

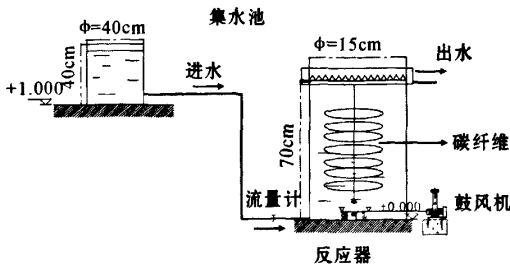


图1 碳纤维生物膜反应器实验装置图

1.3 COD 的测定

水中 COD 值采用微波消解光度法测定^[4]. 准确

移取待测水样 10 mL 于密封增压微波消化罐中, 加入 0.2 g 硫酸汞, 再加入 5 mL 重铬酸钾溶液和 10 mL 硫酸-硫酸银溶液, 充分混匀, 旋紧密封盖并放入 MS-3 型微波消解 COD 测定仪中, 消解 15 min, 迅速取出流水冷却至室温, 稀释 25 倍, 在波长 350 nm 下, 以蒸馏水为参比用分光光度法测定过量的重铬酸钾, 并通过标准工作曲线.

2 结果与讨论

2.1 负载生物膜碳纤维净水效果比较

使初始 COD 为 850 mg/L 的模拟有机废水(成分见表 1)连续通过填充碳纤维生物膜、普通有机纤维生物膜或活性污泥的生物反应器, 适当曝气, 定期取水样分析出口 COD 的浓度, 并计算 COD 的去除率. 结果如图 2 和图 3 所示.

表 1 模拟有机废水配方

成分	质量浓度 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	成分	质量浓度 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	成分	质量浓度 ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
葡萄糖	800	NH_4Cl	160	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	12
蛋白胨	120	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	16	K_2HPO_4	28
牛肉膏	80	CaCl_2	80	KH_2PO_4	12

图 2 比较了间歇式运行处理有机污水的效果. 从图 2 结果表明, 以活性炭纤维为载体负载生物膜时, 对 COD 的去除速率要高于普通有机纤维载体. 反应一开始, COD 去除率便迅速上升, 100 min 后, 趋于平衡. 相同条件下, 普通有机纤维对 COD 的净化速率稍慢一些, 对 COD 的降解约在 4 h 左右达到平衡. 从图 2 可以看到, 负载了生物膜的纤维对污水中的 COD 有良好的去除效果. 两者对静止污水 COD 去除率皆可达 90% 以上, 而活性污泥法则难以达到 90% 的 COD 去除率. 其中负载生物膜活性碳纤维在 1.5 h 时对 COD 的去除率即可达到 90%. 而普通有机纤维则在 4 h 才达到 90% 以上.

图 3 比较了连续式运行处理有机污水的效果. 结果表明, 在初始运行的前 3 天, 由于纤维上的生物膜量相对较少, 生物群落尚处于优化阶段, 故出口的 COD 浓度略高, 在 100 mg/L 以上. 随着运行时间的

延长, 纤维上负载的生物膜量不断增加, 系统生物结构趋于适应处理污水的理化特征, 出口 COD 的浓度逐渐降低, 最终达到平衡.

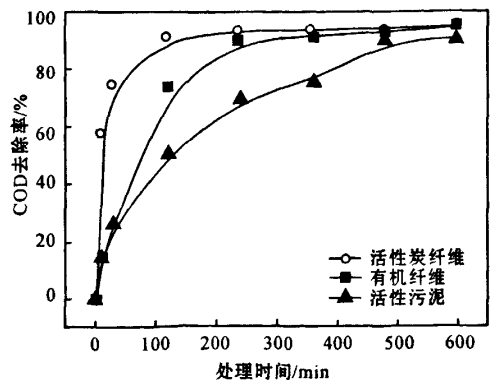


图 2 出水 COD 去除率随运行时间变化关系(间歇式)

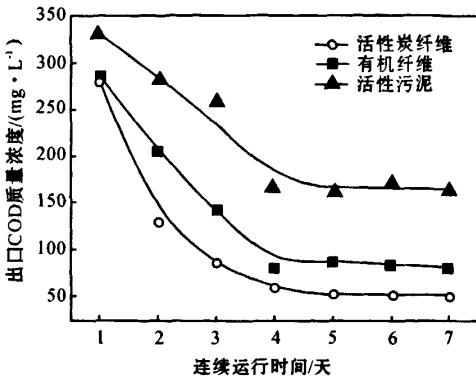


图3 出水 COD 浓度随运行时间变化关系(连续式)

在第 4 天以后的平衡阶段,以活性炭纤维为载体时,出口的 COD 浓度约为 50 mg/L 左右;而以普通有机纤维为载体的反应系统,出水的 COD 为 100 mg/L 左右,约为前者的 2 倍.显示以活性炭纤维为载体,由于其负载的生物膜量较高,生物结构更复杂,对水中的有机物的分解能力更强,对水中有机污染物的净化效率更高,净化效果更好.

图 4 比较了两种负载生物膜的纤维对水中有机物的 COD 去除率.结果显示,两者对 COD 的去除率都较高,平衡时均可达到 80% 以上.但以活性炭纤维为载体负载生物膜对有机污水 COD 的去除率更高,可以达到 93% 以上.

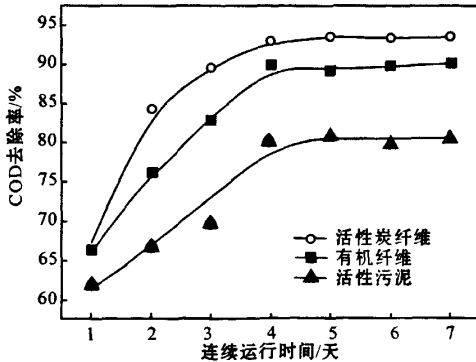


图 4 出水 COD 去除率随运行时间变化关系(连续式)

2.2 对染料废水的抗冲击能力评价

在上述体系稳定运行一定时间后,往装置中通入有机废水.该废水初始 COD 浓度为 850 mg/L,此外,还含有 100 mg/L 结晶紫染料.对比考察负载生

物膜的活性炭纤维、负载生物膜的普通有机纤维和活性污泥对有毒染料和有机物的去除效果.

图 5 的结果表明,负载生物膜的活性炭纤维及负载生物膜的普通有机纤维对结晶紫的抗冲击能力都较好,当在生活污水中加入结晶紫溶液后,运行约 150 分钟时,两者都可恢复到常态水平,结晶紫的脱色率都可以达到 90% 以上.但活性污泥法抗结晶紫的冲击能力表现很差,染料脱色率在较长的时间内都只有 50% 左右.表明负载生物膜的纤维处理有毒染料废水的效果优于活性污泥.

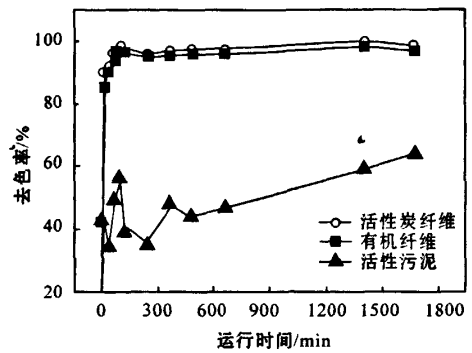


图 5 抗结晶紫染料冲击试验结果

从图 6 可看到,往废水添加结晶紫后,负载生物膜纤维和活性污泥对废水的 COD 的去除情况受到不同程度的影响.在 200 min 后,纤维生物膜系统逐步恢复了对废水 COD 的去除率(90%);而活性污泥在 700 min 左右对废水 COD 的去除率才达到 75%,直到 1800 min 还无法恢复,并且有下降趋势.可见,纤维上负载的生物群落不但对结晶紫毒性的抵抗

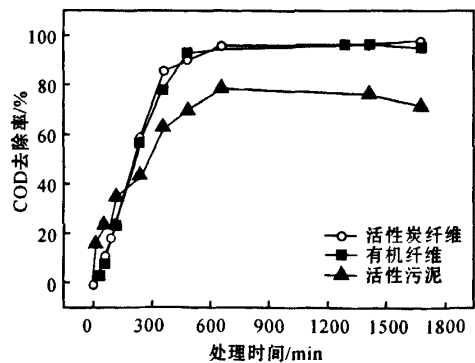


图 6 含结晶紫染料废水的 COD 去除率比较

能力比活性污泥的要好;而且纤维上负载的生物群落恢复能力也比活性污泥的要强.这些实验结果表明纤维生物膜系统对污水水质变化的冲击有很好的适应能力.

3 结 论

以活性炭纤维为载体负载生物膜用于污水的处理,由于活性炭纤维材料对生物具有高亲和性的,负载的生物膜量较高,其对水中的有机物的分解能力更强,对污水的处理效果更好,抗冲击能力更强.以活性炭纤维为载体的生物膜在处理初始浓度为 850

mg/L 的有机污水时,COD 去除率可达到 90%以上,出水浓度可低于 50 mg/L.

参考文献:

- [1] 范福州,康勇,孔琦,等. 废水处理用生物膜载体研究进展[J]. 化工进展,2005,24(12):1331-1335.
- [2] 杨爽, 阎冬, 侯绍刚. 对生物膜载体相关问题的探讨[J]. 环境科学与管理,2007,32(9):118-121, 128.
- [3] 吴江渤,冯瑞玉,刘玉峰. 移动式接触氧化工艺在废(污)水中的应用[J]. 环境工程,2005,23(6):25-27.
- [4] 国家环境保护总局编. 水和废水监测分析方法[M]. 第四版. 北京:中国环境科学出版社,2002.

Study on the wastewater treatment by biofilm method using activated carbon fiber as support

CHEN Si-yu¹, WEI Xiao-qun², TANG Yuan³

(1. School of Chemistry and Chemical Engineering, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China; 2. Guangdong Entry-exit Inspection and Quarantine Bureau, Guangzhou 510623, China; 3. Guangdong Experimental High School, Guangzhou 510375, China)

Abstract: A kind of activated carbon fiber with high bio-affinity was prepared, and was used as support of biofilm in the treatment of organic wastewater. The experimental results showed that the biofilm method using activated carbon fiber as support had high efficiency in the treatment of organic wastewater, 90% COD removal efficiency could be achieved for wastewater with initial COD concentration of 850mg/L. The effluent COD was as low as 50mg/L after treatment with this technique. Compared with organic fiber support, activated carbon fiber could support more amounts of micro-organism, thus could degrade more amounts of organic pollutants.

Key words: activated carbon fiber; biofilm; wastewater treatment