



过滤式厌氧折流反应器处理焦化废水研究

胡小兵, 钟梅英

(安徽工业大学环境与化工学院, 安徽 马鞍山 243002)

[摘要] 试验运用过滤式厌氧折流反应器(FABR)对焦化废水进行处理。结果表明:采用颗粒活性炭作为挂膜载体时,小粒径(0.45-0.90 mm)优于大粒径(0.90-3.00 mm),利于FABR快速挂膜启动;进水COD质量浓度中等(1600-2500 mg/L),COD容积负荷小于 $2 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$,水力停留时间大于40 h,温度在34-38℃范围内,pH为7.7-7.6时,COD和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率均可达70%。厌氧处理后可提高焦化废水的可生化性,再经好氧处理,COD和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率均可达85%以上。

[关键词] 过滤式厌氧折流反应器;挂膜;焦化废水

[中图分类号] X703 [文献标识码] A [文章编号] 1005-829X(2002)01-0031-03

Study on the coal carbonization wastewater treatment with the anaerobic baffled filter reactor

HU Xiao-bing, ZHONG Mei-ying

(College of Chemical Engineering and Environment, Anhui University of Technology, Maanshan 243002, China)

Abstract: By experiments, the coal carbonization wastewater is treated with the anaerobic baffled filter reactor (FABR), the experimental results show: the smaller diameter of GAC (0.45-0.90 mm) is better for FABR to fix film; When the influent concentration COD = 1600-2500 mg/L, COD volume load < $2 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, hydraulic retention time > 40 h, temperature between 34-38℃, pH = 7.7-7.6, both the percentage of COD removal and the percentage of $\text{NH}_3\text{-N}$ removal attain to 70%. Then by aerated treatment they attain to 85%.

Key words: anaerobic baffled filter reactor; biofilm formation; coal carbonization wastewater

厌氧折流反应器(ABR)是很有发展前途的反应器之一,应用越来越广泛。它具有较长的生物停留时间,较好的抗水力及有机负荷冲击力,适用于难处理废水。本试验在厌氧折流反应器中加入载体填料,将其做成过滤式厌氧折流反应器(FABR),用于焦化废水的处理试验。

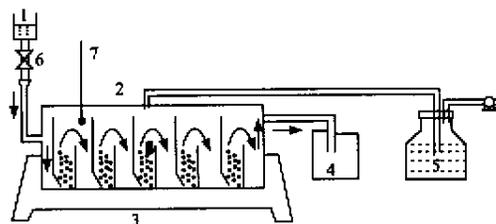
1 试验部分

1.1 试验装置

FABR反应器是用5 mm厚的有机玻璃加工制成的,总容积约15.7 L,有效容积为9.328 L。分为4个反应室,每室由上流室、下流室组成。通向上流室的折板下缘带有约45°折角,便于实现均匀布水。反应器结构及处理的工艺流程如图1所示。

1.2 试验污泥、废水及载体

试验污泥和试验所用废水均采自马钢焦化厂,废水中COD约2500-3500 mg/L左右, $\text{NH}_3\text{-N}$ 约为300 mg/L。把取自马钢焦化厂生化池的好氧污泥放在生化箱内,35.0℃条件下,经20 d的培养,驯化成厌氧污泥。反应器中各小室所装载体为颗粒



1-高位槽 2-反应器 3-恒温箱 4-集水槽 5-集气瓶 6-流量阀 7-温度计 8-载体

图1 FABR反应器处理工艺流程

活性炭(GAC),采用三种粒径(0.45-0.90 mm、0.90-1.5 mm和1.5-3.0 mm)进行对比实验。

1.3 挂膜启动

厌氧挂膜启动时间长,用于难处理的焦化废水,更为困难。为缩短挂膜启动时间,先进行好氧预挂膜^[1]。将载体与好氧污泥静态接触24 h,排泥,投加生活污水曝气培养,并逐步增加焦化废水的比例,直到全部投加焦化废水。再连续好氧曝气运行78 d,填料内表面形成一层均匀的生物膜,好氧预挂膜成功。预挂膜后的载体再与厌氧污泥静态接触24 h左右,然后排掉污泥,把载体装入FABR反应器各室

进行挂膜启动实验。经过近 40 d 的培养,镜检,生物膜生长良好。COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除率均稳定在 60% 左右,标志挂膜启动成功。

1.4 各种参数测定

(1) COD 的测定:采用密封催化消解法^[2]; (2) pH 的测定^[3]; (3) 生物膜厚及膜重的测定^[4]。

2 实验过程及结果

2.1 载体粒径对挂膜启动的影响

采用不同粒径的 GAC 作为载体填料,对反应器的挂膜启动的影响是不同的。如表 1 所示,从载体上生物膜厚度来看,中等粒径(0.901.50 mm)的活性炭颗粒利于微生物附着生长,并形成较厚的生物膜。但单位质量载体上的生物膜质量,即单位密度却不是最大的。而最小粒径(0.450.90 mm)的载体尽管膜厚不是最大,但由于其相对更大的比表面积,能生长附着更多的生物膜,所以它的膜单位密度却是最大,而且其对废水的 COD 及 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 平均去除率也是最大的,所以对 FABR 反应器,小粒径的活性炭载体是一种好的挂膜材料。

表 1 不同粒径载体上生物膜平均厚度和单位密度

项目	数据		
粒径/mm	0.450.90	0.901.50	1.53.0
平均膜厚/ μm	88.73	123.14	73.24
平均单位密度/ $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	8.82	6.45	5.62
COD 平均去除率/%	68.5	62.4	54.7
$\text{NH}_3 - \text{N}$ 平均去除率/%	67.4	61.3	45.8

2.2 进水浓度对 COD 去除率的影响

由图 2 可见,焦化废水的进水 COD 质量浓度中等(1 6002 500 mg/L)时,去除率较高(约 70%)。而小于 1 600 mg/L ,特别是小于 1 000 mg/L 时,去除率明显减小,说明载体上生物膜生长良好时,生物量也较大,吸收较多的营养供其生长需要。但若浓度过大,有机负荷过重,同时废水中的酚、氰等有毒物质浓度随之增大,对生物膜中的微生物产生毒害作用,影响其生长和活性,降低反应器的去除效率。

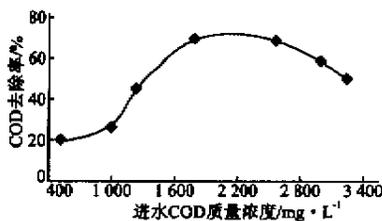


图 2 进水 COD 质量浓度与去除率关系

2.3 容积负荷及水力停留时间对处理效果的影响

根据图 3, COD 及 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的去除率都随 COD 容积负荷的增大而减小。只有在低 COD 负荷时[小于 $2 \text{ kg}(\text{m}^3 \cdot \text{d})$],才具有较高的去除率。所以对于高负荷的运行,要想达到较好的效果,则必须延长处理时间。图 4 也表明:水力停留时间(HRT)越长, COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的去除效率越高。足够的水力停留时间可使废水中的有机物被污泥中的微生物充分吸收和最大限度地分解。但过度地延长水力停留时间(HRT > 40 h), COD 和 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 的去除率均增长缓慢,不能明显地提高处理效率。

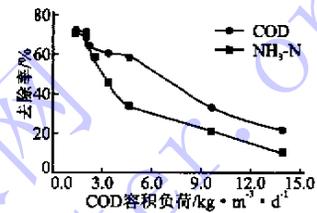


图 3 COD 容积负荷与去除率关系

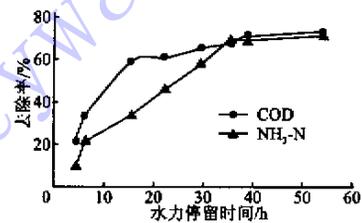


图 4 水力停留时间和去除率关系

2.4 温度变化对 FABR 反应器去除率的影响

由图 5 可以得知,在中温范围内(34 38 $^{\circ}\text{C}$), COD 去除率较好。在低温时,去除率低。而在 4050 $^{\circ}\text{C}$ 范围内,随温度的升高, COD 去除率迅速降低。所以在过滤式厌氧折流反应器中起作用的微生物主要是中温性的产酸细菌和产甲烷菌,它们的适宜温度范围为 2540 $^{\circ}\text{C}$ 。

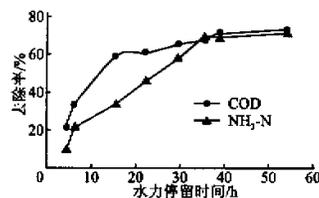


图 5 温度与 COD 去除率关系

2.5 进水 pH 的变化对 COD 去除率的影响

测定进水中 pH 值,得到它与 COD 去除率关系如图 6 所示。由图 6 可知:进水 pH 值在 7.7.6 之间,即中性偏碱时,比较适宜焦化废水的处理。在

pH 值达到 9 时,仍有近 60% 的去除率。而在厌氧的酸化阶段,有机酸的产生速率快于被产甲烷菌代谢分解的速率,导致有机酸积累,使反应器中 pH 值有所升高,不利于中性的产甲烷菌的生长,而进水的偏碱性正好消除酸化作用的影响,更有利于产甲烷菌很好地生长,增大处理效果。

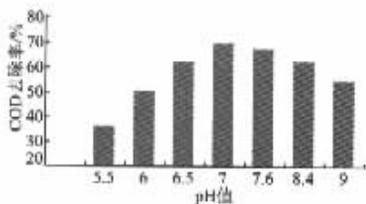


图 6 pH 值与 COD 去除率关系

2.6 后继好氧实验

焦化废水经 FABR 反应器处理后,可生化性大大提高。再用完全混合好氧法处理 FABR 反应器出水,在 COD 容积负荷为 $0.5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 时,曝气 6 h,如表 2 所示,COD 去除率达到 85% 以上,出水 COD 均小于污水排放一级标准值 $100 \text{ mg}/\text{L}$ [《污水综合排放标准》(GB 8978—1988)]。

表 2 后继好氧处理效率

项目	数据						
进水 COD / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	994.04	299.84	412.55	593.15	865.49	328.01	920.14
出水 COD / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	62.62	44.38	43.32	50.42	64.05	47.23	84.65
去除率/%	93.7	85.2	89.5	91.5	92.6	85.6	90.8
$\text{NH}_3 - \text{N}$ 去除率/%	85.0	84.2	83.7	90.1	92.5	79.6	84.5

3 结论

(1) 对于 FABR 反应器挂膜启动,采用小粒径 ($0.450.90 \text{ mm}$) GAC 载体优于中 ($0.901.5 \text{ mm}$) 大粒径 ($1.53.0 \text{ mm}$) 的载体。

(2) 焦化废水的进水 COD 质量浓度控制在

$16002500 \text{ mg}/\text{L}$ 时,COD 去除率可达 70% 左右。

(3) 反应器在低 COD 容积负荷时 [小于 $2 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$] 较长的水力停留时间 1540 h,达到较高的去除率。HRT 大于 40 h 时,去除率增长缓慢。

(4) 中温范围内 ($3438 \text{ }^\circ\text{C}$),反应器具有较好的 COD 去除率。在低温和高温范围内,COD 去除率都较低。

(5) pH 值在 77.6 之间,即中性偏碱时,比较适宜焦化废水的处理。

(6) 焦化废水经 FABR 反应器处理后,可生化性大大提高。再用完全混合好氧法处理 FABR 出水,COD 去除率达到 85% 以上,出水 COD 均小于 $100 \text{ mg}/\text{L}$ 。

在合适的条件下可以利用其他的载体进行试验,寻找更好的挂膜材料,增加载体上生物量,进一步提高 FABR 反应器的去除效率是值得更深入研究的问题。

[参考文献]

[1] 俞汉青,顾国维.生物膜反应器挂膜方法的试验研究[J].中国给水排水,1992,(3):13—17.
 [2] 魏复盛,等.水和废水监测分析方法指南(中册)[M].北京:中国环境科学出版社,1990:446—451.
 [3] 国家环保局.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,1997:102—104.
 [4] 周平,王世和.生物膜厚度对流化床反应器性能影响分析[J].环境科学,1994,15(2):1—5.

[作者简介] 胡小兵(1966—),1998年毕业于杭州大学,硕士,讲师。联系电话 0555-2486537,E-mail hxb1612@163.net。

[收稿日期] 2001-07-10

天津开发区电镀废水处理中心竣工

电镀废水处理中心占地 6000 m^2 ,总投资约 5000 万元。该工程在世界上首创“分散处理、收集与集中处理及管理相结合”的污水处理新方法,可处理电镀工艺产生的含锡铅漂洗水、含氰镀铜漂洗水、含铬镀锌漂洗水等废水共 $1000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

处理后的废水可以直接回用漂洗工艺。此外,用于处理废水的交换树脂饱和后可以再生,通过再

生回收贵金属以及其他有用工业原料。

该工程将与先期完成的开发区污水处理项目共同形成开发区水处理系统的主体,使开发区环保基础设施系列化,形成开发区环保项目产业集群,将进一步改善开发区的投资环境,树立泰达绿色生态园区形象。