

生物活性炭纤维(BACF)法 处理棉浆黑液的研究

张越锋^{1,2}, 吕玲玲², 骆俊乐¹, 吴 瑛^{1,2*}

(1. 塔里木大学南疆化工重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300;

2. 新疆兵团塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室——省部共建国家重点实验室培育基地, 新疆 阿拉尔 843300)

摘要:将分离自新疆某棉浆厂生物水处理系统中的嗜碱细菌与高性能材料活性炭纤维结合制成生物活性炭纤维(BACF)水处理系统,对棉浆黑液进行了处理。通过不断增加棉浆黑液的污染物浓度的方法,考察了该水处理系统的处理能力,研究表明,该系统可以有效降低棉浆黑液的 COD_{Cr} 、悬浮物(SS)、碱度(pH),经过不同时间处理均可使不同初始污染浓度的棉浆黑液达到印染废水排放标准。

关键词:生物活性炭纤维;污水处理;活性微生物

中图分类号:S562

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2016)04-0141-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2016.04.034

Treatment of cotton pulp black liquor by biological activated carbon fiber method

ZHANG Yue-feng^{1,2}, LV Ling-ling², LUO Jun-le¹, WU Ying^{1,2*}

(1. Key Laboratory of Chemical Engineering in South Xinjiang, Tarm University, Alar 843300, China;

2. Xinjiang Production & Construction Corps Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resources in Tarm Basin, Alar 843300, China)

Abstract: Biological activated carbon fiber (BACF) is prepared by combining the activated carbon fiber and basophilic bacteria, which is then used to treat the cotton pulp black liquor. The capacity of sewage treatment is determined by increasing pollutant concentration of cotton pulping black liquor. The results show that the BACF system can effectively reduce the value of COD_{Cr} , suspended solids (SS) and pH of cotton pulp black liquor. The effluent can reach printing and dyeing wastewater discharge standards after a period of treatment.

Key words: biological activated carbon fiber; sewage treatment; active microorganism

棉浆粕是一种高纯度纤维素,广泛应用于造纸、医药、航天等领域,具有重要的经济价值。然而,目前棉浆粕生产工艺几乎全部采用的是碱性蒸煮工艺,该工艺过程会产生大量碱性棉浆黑液,黑液中含有大量有机污染物和悬浮物(木质素、纤维素、半纤维素及其在高温、强碱条件下的分解产物等^[1-3]),具有色度高、碱性高、污染负荷大、难降解等特点,随着水资源的日益匮乏和环保要求的不断增强,棉浆黑液的深度处理便成为人们普遍关注问题之一。目前对棉浆废水的处理多采用多种方法的耦合工艺,如生物-接触氧化法^[4]、生化-物化组合工艺^[5-6]、催化-电化学反应器处理法^[7]、日光辐照 H_2O_2 -草酸铁氧化法^[8]等,然而上述工艺仍然具有一定的局限,一是很难实现对棉浆污水的深度处理,二是资金

投入大很难实现市场化。本研究将棉浆厂水处理系统中的微生物进行了分离、纤维素分解能力筛选和驯化等过程,然后与吸附性和生物相容性均优越的活性炭纤维丝相结合,制成生物活性炭纤维(BACF)水处理装置,对棉浆废水进行深度处理研究,该工艺可以有效地解决微生物针对性不强、污泥老化和污泥膨胀等问题,具有绿色、效率高以及投资省的特点。

1 实验材料

1.1 材料

棉浆废水(取自新疆某棉浆厂)水质如下:色度(倍)为32 768; COD_{Cr} = 16 666 mg/L;pH = 12。活性炭纤维(SY-ACF-1003C,购自南通森友炭纤维有

收稿日期:2015-09-14

基金项目:塔里木大学校长基金(TDZKSS201422)

作者简介:张越锋(1982-),男,硕士,讲师,研究方向为污水处理和微生物次生代谢产物,zhangyuefeng_tj@163.com;吴瑛(1968-),女,本科,教授,研究方向为天然产物化学,通讯联系人,0997-4685622,wuyingju@sian.com。

限公司)。纤维素分解菌株(分离自新疆某棉浆厂污水处理系统)信息如表 1。

表 1 纤维素分解菌株信息

编号	登录号	种属	最大相似性/%	来源
49011	AM747812	<i>Brevibacterium halotolerans</i> DSM 8802(T)	99.65	生化池泥样
49082	ASJD0100027	<i>Bacillus safensis</i> FO-36b(T)	100.00	棉浆黑液
49228	EF680886	<i>Nesterenkonia flava</i> CAAS 251(T)	97.71	棉浆黑液
49232	AB021187	<i>Bacillus halodurans</i> ATCC 27557(T)	99.72	棉浆黑液
49239	DQ916277	<i>Pseudomonas indoloxydans</i> IPL-1(T)	98.50	晒水池水样

1.2 主要仪器

SHB-Ⅲ循环水式真空泵,巩义市予华仪器有限公司;SB-648 曝气泵,中山市松宝电器有限公司;BT100-2J 型蠕动泵,保定兰格恒流泵有限公司;PHS-3C 精密 pH 计,上海虹益仪表有限公司;KBM-A 数显恒温磁力搅拌电热套,金坛市医疗仪器厂。

2 实验方法

2.1 实验装置及流程

按照 30 cm × 30 cm × 100 cm 的规格制作一透明容器,容器设有曝气装置、进口阀、出口阀、流量计等装置,容器有效容积为 76 cm × 30 cm × 30 cm = 68.4 L。将活性炭纤维丝(SY-ACF-1003C)用丙酮回流活化后束状固定于纤维带上,并置于容器中。实验开始后通过循环挂膜法将微生物附着到活性炭纤维表面制备出 BACF 水处理装置。装置示意图如图 1 所示。

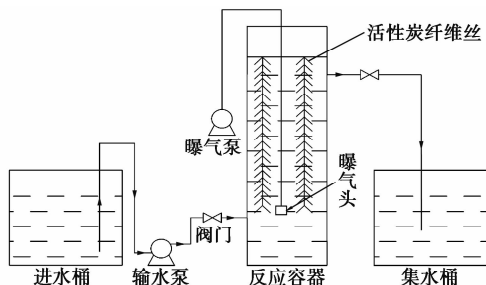


图 1 实验装置及流程示意图

2.2 实验方法

从新疆某棉浆厂的生物水处理系统中分离得到具有分解纤维素放线菌 12 株、细菌 12 株,从中选取了解析纤维素效果良好的 5 株细菌作为本实验的活性菌株,通过液体培养获得菌株浓度为 9.375×10^7 个/L 的种子液。将棉浆废水经过沉降后,与自来水按一定比例配制成一定 COD 浓度的稀释液引入到 BACF 水处理装置中,同时按 COD:N:P(葡萄糖:氯化铵:磷酸二氢钠) = 100:5:1 的质量比补充营养物质,另加入少量(0.1~0.5 g/L)硫酸镁、氯化铁、氯化钙等无机盐,最后将 5 株细菌种子液加入到驯化好活性污泥的棉浆废水中。

实验条件:微生物接种体积分数为 0.2%,温度为 25℃,曝气量为 0.4 L/(L·h),不同处理时间,通过考察活性炭纤维丝的生物相容性以及不同处理时间下的污染物指标——化学需氧量(COD_{Cr})、pH、固体悬浮物(SS)来评价本水处理系统对棉浆黑液的处理效果。

水质污染指标测定方法:化学需氧量 COD_{Cr},重铬酸盐法 GB/T 11914—1989;固体悬浮物,重量法 GB/T 11901—1989;pH,酸度计。

3 结果与分析

3.1 活性炭纤维丝的生物相容性

通过显微镜观察活性炭纤维丝表面的微生物附着程度可知活性炭纤维丝具有很好的生物相容性,且微生物附着量较大,可见经过选育、驯化过的纤维素分解菌可以很好地适应污染物主要为纤维素、木质素的棉浆黑液环境,且与活性炭纤维丝结合良好。如图 2 所示。

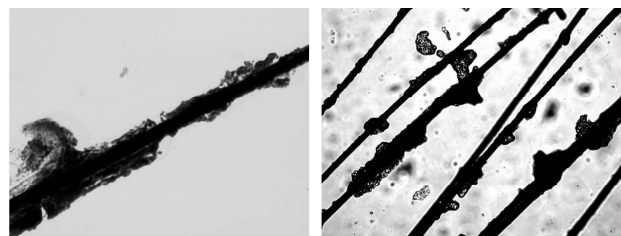
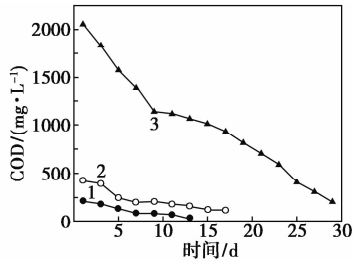


图 2 活性炭纤维的生物相容性

3.2 BACF 系统对棉浆黑液 COD_{Cr} 处理效果

如图 3 所示,当初始 COD_{Cr} 值为 212 mg/L 时,经过 13 d 的处理降低至 25 mg/L,去除率为 88.2%;当初始 COD_{Cr} 值为 429 mg/L,经过 17 d 的处理降至 117 mg/L,去除率为 72.7%;当初始 COD_{Cr} 升至 2 055 mg/L 时,经过 29 d 的处理仍可以

降至 193 mg/L, 去除率达 90.6%。可见采用该 BACF 水处理系统可以显著降低棉浆废水的 COD_{Cr} 值, 对棉浆废水的深度处理具有良好效果, 出水水质均达到了印染废水化学需氧量 COD_{Cr} 值的排放标准 ($COD_{Cr} < 200$ mg/L), 但也可以看出随着初始 COD_{Cr} 的增加, 处理时间也不断增加。

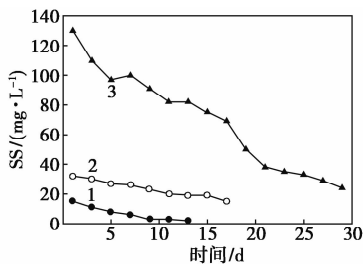


棉浆废水初始 COD : 1—212 mg/L; 2—429 mg/L; 3—2 055 mg/L

图3 BACF对 COD_{Cr} 的去除效果

3.3 BACF系统对棉浆黑液SS处理效果

如图4所示, 初始固体悬浮物SS值为15 mg/L时, 经过13 d的处理降低至2 mg/L, 去除率为86.7%; 当初始SS值为32 mg/L时, 经过17 d处理降低至15 mg/L, 去除率为53%; 当初始SS值为130 mg/L时, 经过29 d的处理降低至24 mg/L, 去除率为81.5%; 可见BACF系统在显著降低棉浆废水的COD值的同时, 可以显著降低棉浆废水中固体悬浮物, 出水水质均达到了印染废水固体悬浮物SS值的排放标准 ($SS < 70$ mg/L)。



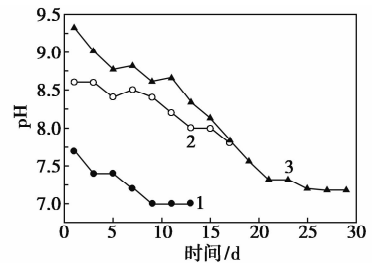
棉浆废水初始 COD : 1—212 mg/L; 2—429 mg/L; 3—2 055 mg/L

图4 BACF对SS的去除效果

3.4 BACF系统对棉浆黑液pH的处理效果

如图5所示, 当初始pH为7.73, 经过13 d的处理后pH降低至7.02; 当初始pH为8.66, 经过17 d的处理后pH降低至7.82; 当初始pH为9.32, 经过29 d的处理后pH降低至7.18。可见采用BACF水处理系统在显著降低棉浆废水的COD值和固体悬浮物SS值的同时, 也降低了整体的棉浆废水pH, 且均达到了印染废水pH的排放标准 (pH在6~9)。

其原因可能是引入的嗜碱细菌在分解纤维素等污染物的同时代谢酸性物质而引起的。



棉浆废水初始 COD : 1—212 mg/L; 2—429 mg/L; 3—2 055 mg/L

图5 BACF对pH的去除效果

4 结论

采用BACF系统对棉浆黑液进行深度处理具有良好的效果, 通过不断增加棉浆黑液污染物浓度的方法考察了BACF系统的稳定性和抗污能力, 结果表明, 该系统具有较好的抗污能力, 出水水质均可达到印染废水排放标准, 且系统运行稳定。

实验结果显示, 活性炭纤维具有良好的生物相容性, 为微生物的大量繁殖和生长提供了巨大的栖息表面积, 避免了传统生物法存在的处理污泥老化、污泥膨胀等缺陷。

在本实验中所选用的经过5种嗜碱纤维素分解细菌具有良好的分解污染物能力, 且对碱性物质具有良好的代谢能力, 在本实验系统中起到关键的作用。

参考文献

- [1] 雷霖初, 李彦春. 减法草浆蒸煮废液的厌氧——酸析处理研究[J]. 给水排水, 1992, (4): 19-23.
- [2] 文金丽, 缪礼鸿, 王璐, 等. 棉浆黑液生物处理系统中嗜碱细菌的多样性[J]. 武汉大学学报: 理学版, 2007, 53(4): 491-496.
- [3] 李宇庆, 高健磊, 曹军. 棉浆粕废水处理系统中好氧动力学参数测定[J]. 郑州大学学报: 工学版, 2002, 23(3): 29-32.
- [4] 杨洋. 生物接触氧化法处理棉浆粕生产中的废水[J]. 安徽农业通报, 2011, 17(23): 125-126.
- [5] 赵丽红, 孙洪军, 高艳娇, 等. 超声-生物法联合处理棉浆黑液的研究[J]. 工业安全与环保, 2011, 37(4): 1-2.
- [6] 杨健, 王士芬. 生化-物化组合工艺处理棉浆粕生产综合废水[J]. 环境科学与技术, 1993, (3): 31-33.
- [7] 吴丹. 新型电化学反应器处理棉浆黑液废水研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2006.
- [8] 孟庆华, 鲁玲, 朱亦仁, 等. 日光辐照 H_2O_2 -草酸铁氧化法处理棉浆粕废水[J]. 化工环保, 2009, 29(4): 339-343. ■