

UBF 厌氧反应器处理印染退浆废水的试验研究

薄国柱¹, 夏明芳², 操家顺¹, 王慧中²

(1. 河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210036)

摘要 :研究上流式厌氧生物滤池反应器(UBF)处理难降解印染退浆废水,试验结果表明,在中温($35^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$)条件下,用混合酸调节 pH 值,在水力停留时间为 8.9 h, COD_{Cr} 负荷率为 $13.1 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 情况下, COD_{Cr} 去除率达到了 68%。

关键词 :上流式厌氧生物滤池反应器;退浆废水;印染废水;高 pH 值

中图分类号 :X703 **文献标识码** :A **文章编号** :1004-693X(2005)02-0021-03

Experimental study on treatment of desizing wastewater using Upflow Anaerobic Bio-filter Reactor

BO Guo-zhu¹, XIA Ming-fang², CAO Jia-shun¹, WANG Hui-zhong²

(1. School of Environmental Science and Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Jiangsu Institute of Environmental Science, Nanjing 210036, China)

Abstract :Upflow Anaerobic Bio-filter Reactor (UBF) is used to treat refractory desizing wastewater. Experiments show that, by use of mixing acid to adjust the pH, the removal rate of COD_{Cr} approaches to 68% at moderate temperature ($35^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$) when hydraulic retention time is at a constant of 8.9 h, and rate is $13.1 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$.

Key words :Upflow Anaerobic Bio-filter Reactor; high pH; desizing wastewater; dyeing wastewater

退浆废水是强碱性有机废水,含有各种浆料分解物、纤维屑、酸和酶等污染物,废水呈淡黄色^[1]。退浆废水的污染程度和性质视浆料的种类而异:过去多用天然淀粉浆料,淀粉浆料的 $\rho(\text{BOD}_5)/\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 值为 0.3~0.5;目前使用较多的化学浆料——如聚乙烯醇(PVA),可生化性差,其 $\rho(\text{BOD}_5)/\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 值仅为 0.01。退浆废水一般占印染废水总量的 15%左右,有机污染物约占印染废水总量的 50%,如果按照传统方法把高浓度含 PVA 退浆废水与其他印染废水混合处理,将会提高混合后的 COD_{Cr} 值,显然不科学,也不经济,如能有效地控制并减少这一道工序的污染物质,可以有效降低印染废水处理难度和成本,从而使印染废水处理技术有突破性进展。

UBF 反应器处理高浓度废水有以下几个优点^[2~4] UBF 反应器具有高的生物固体停留时间

(SRT) 种泥易于驯化;反应器中形成的厌氧颗粒污泥可以减弱废水中有毒物质的影响;反应器上部挂填料,能进一步去除 COD_{Cr} 和色度,且能起到三相分离作用;反应器运行、管理的经验较成熟。

1 试验材料及装置

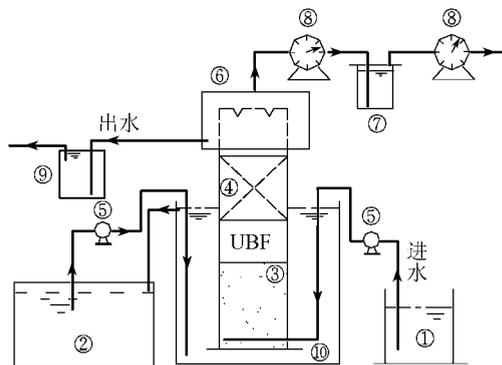
1.1 试验装置与工艺流程

UBF 反应器由有机玻璃圆管制成,内径 90 mm,高 1200 mm,有效容积为 6.3 L。反应器上部 1/3 处挂组合式填料。反应器用水浴锅循环水加热,维持温度在 35°C 左右,工艺流程见图 1。

1.2 试验用水

试验用水取自吴江盛泽镇某印染厂退浆废水,其 COD_{Cr} 质量浓度为 5000 mg/L 左右, BOD_5 质量浓度为 1300 mg/L 左右, $\rho(\text{BOD}_5)/\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 值约为 0.26, pH 值为 14, $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 8.2 mg/L, $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$:

($\rho(N)$):($\rho(P)$)比例维持为 200:5:1。N、P元素和微量元素的投加量见表 1。用浓硫酸和盐酸调整 pH 值到 7.0 左右。



1. 进水槽 2. 水浴锅 3. 厌氧污泥床 4. 填料区 5. 蠕动泵 6. 集气室 7. NaOH 液吸气瓶 8. 湿式气体流量计 9. 出水水封 ;10. PVC 保温桶

图 1 UBF 反应器流程

表 1 元素投加量

元素	投加量	元素	投加量
$(NH_4)_2CO_3$	86 mg/gCOD	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	10 mg/L
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	50 mg/L	$CuCl_2 \cdot 2H_2O$	0.5 mg/L
K_2HPO_4	26 mg/gCOD	$NaMoO_4 \cdot 2H_2O$	0.5 mg/L
$FeCl_2 \cdot 4H_2O$	40 mg/L	$NiCl_2 \cdot 6H_2O$	0.5 mg/L

1.3 接种污泥

反应器接种的絮状污泥取自锁金村污水处理厂厌氧消化池,用孔径为 1 mm 的滤网过滤去除大杂质,测得挥发性悬浮物固体浓度与总悬浮物固体浓度的比值 $\rho(VSS)/\rho(TSS)$ 为 0.47, $\rho(TSS)$ 为 39.6 g/L, $\rho(VSS)$ 为 18.6 g/L。接种污泥量为 2.5 L。

1.4 分析项目及分析方法

COD:重铬酸钾法;pH 值:pH 试纸及便携式 pH 计;碳酸氢盐碱度:滴定法;挥发性脂肪酸(VFA):滴定法;产气率:湿式气体流量计;SS:重量法;颗粒污泥性状:电子显微镜观察。

2 结果及讨论

2.1 UBF 反应器的运行过程及结果

根据反应器的运行情况,可以将整个试验过程分为如下几个过程:颗粒污泥培养驯化期、提高负荷期 I、提高负荷期 II、反应器运行后期。整个反应器运行过程中进出水 COD_{Cr} 质量浓度及去除率的变化情况如图 2 所示,反应器进水 COD_{Cr} 有机负荷率($OLR_{COD_{Cr}}$)和水力停留时间 T_{HR} 随运行时间的变化情况见图 3。

2.1.1 污泥驯化期(1~39 d)

初期用葡萄糖自配水, COD_{Cr} 为 2 000 mg/L, ($\rho(COD_{Cr})$):($\rho(N)$):($\rho(P)$)为 200:5:1,加入微量元素,初始 T_{HR} 为 24 h, COD_{Cr} 负荷率为 $2.0 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

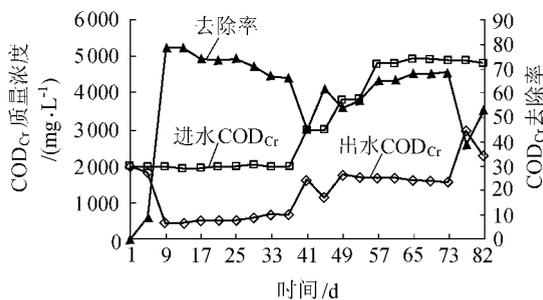


图 2 进出水 COD_{Cr} 质量浓度及去除率

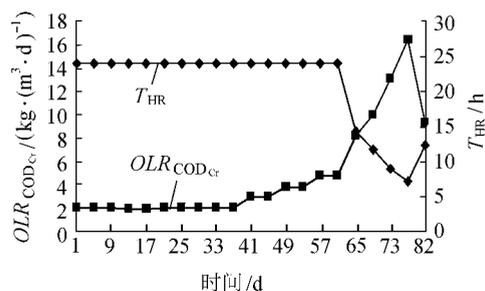


图 3 有机负荷率及水力停留时间变化

按 1/4 的递增量加入退浆废水,改变葡萄糖投加量,维持 $\rho(COD_{Cr})$ 在 2 000 mg/L 左右,直至进水全部为退浆水稀释水,到 COD_{Cr} 去除率稳定在 60% 左右时,反应器驯化基本完成。此时污泥颗粒粒径在 1.0 ~ 2.0 mm 之间,在显微镜下观察,颗粒污泥上有大量白色胶状物,可能是析出 PVA 或对苯二甲酸钠被颗粒污泥吸附的结果,在电镜下观察发现,颗粒污泥内部有明显分层结构,颗粒外层主要以丝状菌为主,内层则以短杆菌和球菌为主。测得颗粒污泥的 $\rho(TSS)$ 为 66.3 g/L, $\rho(VSS)$ 为 32.5 g/L。取组合弹性填料上的膜观察,发现已经结了黑色的生物膜,但不是很厚,取挂膜部分的水在显微镜下观察,发现大量的杆菌和球菌,生物量很多。

2.1.2 稳定运行阶段(40~84 d)

此阶段主要通过提高进水浓度(提高负荷期 I)和进水流量(提高负荷期 II、运行后期)来提高 $OLR_{COD_{Cr}}$ 。稳态下 $OLR_{COD_{Cr}}$ 和 COD_{Cr} 去除率及

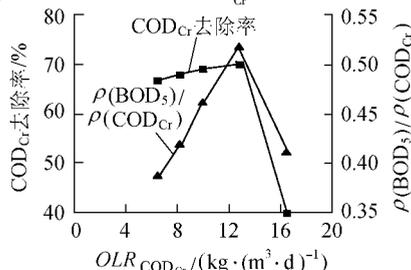


图 4 $OLR_{COD_{Cr}}$ 和 COD_{Cr} 去除率、 $\rho(BOD_3)/\rho(COD_{Cr})$ 关系

$\rho(\text{BOD})/\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 的关系见图4。35℃下 $\text{OLR}_{\text{COD}_{\text{Cr}}}$ 与 CH_4 产气率的关系如图5所示。整个试验过程在 $\text{OLR}_{\text{COD}_{\text{Cr}}}$ 为 $13.1 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 时, COD_{Cr} 去除率稳定在68%左右,日产甲烷率在 $0.4 \sim 0.6$ 之间,平均每去除 $1 \text{ kg COD}_{\text{Cr}}$ 产甲烷约为 0.17 m^3 。出水 $\rho(\text{BOD})/\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 为0.50左右。

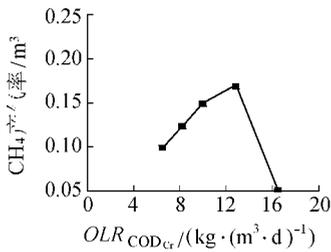


图5 $\text{OLR}_{\text{COD}_{\text{Cr}}}$ 和 CH_4 产气率的关系

2.2 UBF运行的影响因素

2.2.1 温度的影响

温度对 CH_4 产气率影响见图6。 CH_4 产气率受温度影响很大。20℃时,基本不见产气,22℃时,每千克 COD_{Cr} 产生的 CH_4 为 0.06 m^3 ,为最高甲烷产气率(34~36℃)时的30%;24℃时增加到 0.12 m^3 ,为最高甲烷产气率(34~36℃)时的60%;当34~36℃时 CH_4 产气率最大,为 0.17 m^3 左右。

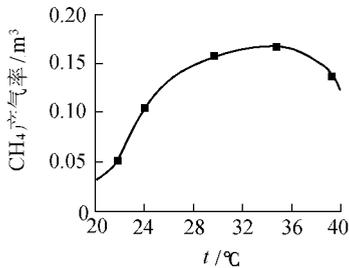


图6 每千克 COD_{Cr} 产生 CH_4 随温度变化情况

2.2.2 pH值、碱度及VFA的影响

测定试验用退浆废水的碱度为 4000 mg/L (以 CaO 计)左右,进水碳酸氢盐碱度为 $50 \text{ m} \cdot \text{mol/L}$ 左右。出水pH值一直稳定在7.4左右,出水VFA为 $7 \text{ m} \cdot \text{mol/L}$ 左右,而出水碳酸氢盐碱度维持在 $30 \text{ m} \cdot \text{mol/L}$ 左右,没有出现酸化,主要因为废水中的大量碳酸氢盐对反应器中的pH值起到了缓冲作用。

2.2.3 混合酸的影响

由于高 SO_4^{2-} 和高 Cl^- 对厌氧消化产甲烷均有抑制作用^[5~7],但退浆废水pH值高,达到14,而一般认为产甲烷菌最适宜的pH值范围为6.8~7.2之间^[8],故用混合酸调节pH值,降低高 SO_4^{2-} 和高 Cl^- 对产甲烷菌的抑制,退浆水中原有 SO_4^{2-} 质量浓度为 200 mg/L 左右,本试验中控制 $\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$

$\rho(\text{SO}_4^{2-}) \geq 2$,其余用盐酸调节的办法调节pH值,试验结果表明对产甲烷菌抑制作用不大,具体影响还需要进一步定性研究。

3 结语

a. UBF反应器处理难降解退浆废水在 COD_{Cr} 负荷率 $13.1 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 水力停留时间为8.9h情况下,去除率达到了68%, $\rho(\text{BOD})/\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})$ 值由进水时的0.26提高到出水时的0.50,生化性能明显改善。

b. 由于退浆废水碱性大,加酸调节pH值对厌氧产甲烷菌的影响及厌氧产甲烷菌耐pH值的能力还需进一步定性研究。

c. 试验结果表明,UBF反应器对退浆废水进行预处理是可行的。

参考文献:

- [1] 北京水环境技术与设备研究中心. 三废处理工程技术手册 废水卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000. 61~72.
- [2] An M H, Dritil M, Mrafková L. Comparison of startup and anaerobic wastewater treatment in UASB, hybrid and baffled reactor[J]. Bioprocess Eng, 1999, 21: 439~445.
- [3] Ghanem I I, Gu G W, Zhu J F, et al. Anaerobic digestion for waste water poultry manure by UBF reactor[J]. Env Sci, 1997, 9(2): 149~161.
- [4] Shivayogimath C B, Ramanujam T K. Treatment of distillery spentwash by hybrid UASB reactor[J]. Bioprocess Eng, 1999, 21: 255~259.
- [5] 斯皮思 R E. 工业废水的厌氧生物技术[M]. 李亚新译. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001. 312~347.
- [6] 刘锋, 吴建华, 马向华, 等. 上流式厌氧生物滤池处理高含盐废水的试验研究[J]. 苏州科技学院学报(工程技术版) 2003, 16(2): 34~38.
- [7] 杨虹, 朱章玉, 李道棠, 等. Cl^- 和 SO_4^{2-} 对厌氧废水处理的抑制阈值[J]. 上海交通大学学报, 1999, 33(2): 237~239.
- [8] 胡纪萃. 废水厌氧生物处理理论与技术[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2003. 111.

(收稿日期 2004-08-20 编辑 高渭文)

