

膜生物反应器投加 PAC 处理生活污水效能的试验*

尚 岩^{1,2}, 王宝贞¹, 尚 琳¹, 王 琳¹

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 哈尔滨 150090;

2. 哈尔滨理工大学化学与环境工程学院, 哈尔滨 150080)

摘要: 在一体式 MBR 系统中投加少量的粉末活性炭, 运行效果良好, 并且可以很好地降低膜污染。粉末活性炭在形成生物活性炭后, 对难降解有机物具有很好的降解能力; $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 的去除率得到进一步提高, NO_3^- 的含量升高; 但反硝化作用不明显, 致使总氮去除率不高; 生物活性炭很好地吸附并降解了易引起膜污染的有机物, 改变了污泥的性质, 对膜组件起到了很好的保护作用。

关键词: 膜生物反应器; BAC; 污水处理; 膜污染

中图分类号: X703 文献标识码: A 文章编号: 1002-1264(2003)06-0128-02

Running of MBR System with PAC

SHANG Yan^{1,2}, WANG Bao-zhen¹, SHANG Lin¹, WANG Lin¹

(1. College of Civil and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. College of Chemistry and Environmental Engineering, Harbin University of Science & Technology, Harbin 150080, China)

Abstract: The running of MBR system with PAC (1 g/L) was studied. The PAC-MBR system gave a higher removal of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$, but the removal of TN was lower with a high quantity of NO_3^- . And it could degrade some non-biodegradable organic compounds such as extra-cellular polymeric substances (EPS) and soluble microbial products (SMP), which were major fouling causing substances in the membrane coupled activated sludge system. At the same time, PAC improved the activated sludge's characterizations such as compressibility. These could help to reduce the fouling of membrane.

Key words: membrane bioreactor; PAC; wastewater treatment; membrane fouling

20 世纪 70 年代, 美国杜邦公司开发了一种向活性污泥系统投加粉末活性炭 (powdered activated carbon, PAC) 的技术, 这就是常说的 AS-PAC 工艺。该工艺一经出现就被广泛应用于多种工业废水的处理中。本实验即采用此法, 向反应器中投加少量的粉末活性炭 (1 g/L), 对整个系统的处理情况进行了研究。

1 实验装置及方法

实验装置为一体式膜生物反应器。为了进行对比, 采用两个相同的反应器, 反应器有效体积为 6 L, 反应器 1 中投加了 PAC (1 g/L), 称为系统 1, 另一个 MBR 作为参照, 称为系统 2。膜组件为外压式中空纤维膜, 聚丙烯材质, 膜表面积为 2 m^2 , 孔径为 $0.1 \mu\text{m}$, 截留分子量为 $1 \times 10^5 \text{ Dalton}$, 产地为浙江大学; HRT 为 5 h; 体系温度为 $22^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$; 曝气量为 $0.075 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

实验采用人工配水模拟生活污水, 不进行人为排泥, 系统的 SRT > 360 d。

2 实验结果

2.1 COD 去除效果

两个系统对 COD 的去除情况如图 1 示。

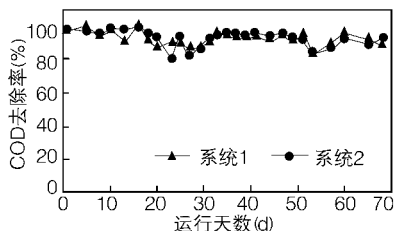


图 1 膜出水 COD 去除情况

投加了 PAC 的反应器 1 的上清液 COD 去除率略好于未投加 PAC 的反应器 2。这主要是源于 PAC 特殊组成结构的吸附作用。这一作用体现在两个方面, 一是 PAC 对水中有机物的吸附, 包括原水中的有机物和微生物分泌的胞外多聚物 (EPS) 等; 再者就是 PAC 表面上吸附生长大量的微生物, 从而形成生物活性炭 (BAC), 它们具有很好的降解能力。这是活性污泥中悬浮微生物所不及的。两个反应器的膜出水中所含 COD 大致相同。MBR 膜出水的水质要好于反应器上清液的

* 收稿日期: 2003-05-14

水质,这充分体现了膜组件在此工艺中所起的优良的截留作用。随着运行时间的延长,活性污泥在膜组件表面上不断积累、压缩,形成了密实的滤饼层以及凝胶层,对水中可溶性分子有很好的截留和降解作用,出水水质得到了保证,所以膜出水水质较稳定^[1]。Pillay等的研究也证实,控制运行条件,使凝胶层保持适宜的厚度,既可以满足出水要求,又能防止膜的不可逆污染^[2]。

2.2 NH₄⁺ - N 去除效果

膜的截留作用使生长缓慢的亚硝化菌和硝化菌大量滞留在反应器内,从而使MBR对NH₄⁺ - N具有很好的去除效果。从图2可以看出,系统1的NH₄⁺ - N去除率高于系统2,且相对稳定一些。有研究表明^[3],硝化菌主要以吸附态生长。系统1中投加的PAC此时成为了硝化菌吸附生长很好的载体,使其可以较好的繁殖,因此系统1中硝化菌的数量高于未投加PAC的系统2。

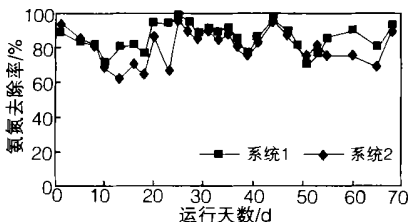


图2 膜出水氨氮去除率

2.3 总氮去除效果

系统1中PAC上并不能形成很厚的生物膜,因此粉末状填料的投加使硝化菌数量有所提高,而反硝化作用并未因此而增加,造成总氮去除率并没有高于系统2。具体数据见表1。

表1 2个系统总氮去除率对比 %

去除率	系统1		系统2	
	上清液	膜出水	上清液	膜出水
最高值	94.42	99.25	94.55	97.55
最低值	21.77	24.02	22.10	28.30
平均值	52.22	54.53	54.56	56.91

2.4 膜污染情况的分析

在整个实验过程中,HRT保持恒定,而过膜压力随运行时间的延长而发生变化。系统1和系统2的过膜压力(TMP)曲线如图3。很明显,系统1的TMP要低于未投加PAC的系统2。

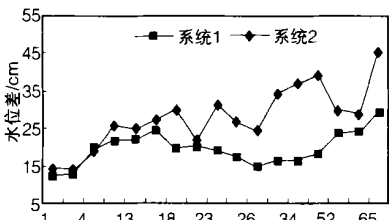


图3 水位差变化曲线图

有研究表明^[4]:在膜阻力中滤饼层阻力(R_c)占很大比例。滤饼层是由微生物、各种无机物和有机物构成的。系统1中引入PAC后,污泥颗粒状态发生改变,所形成的滤饼层也与系统2不同。首先,PAC分散到污泥中,微生物以PAC为载体生成生物膜,污泥颗粒尺寸相对变小,但其可压缩性也大幅下降,使得系统1滤饼层的孔隙率大于系统2,通量也随之提高。另外,EPS不仅是构成污泥絮体的主要成分,也是MBR系统主要的膜污染物,污泥中EPS的含量会影响滤饼层的孔隙率和结构。由于PAC的引入,使系统1中以吸附态生长为主的丝状硝化菌大量生长,这不仅提高了整个系统的硝化率,同时也因硝化菌的吸附形成了更稳定的生物膜,降低了悬浮微生物的含量,这一点也有利于 R_{cl} 的降低。以上这三个因素都使系统1的 R_c 小于系统2,所以表现在本实验中,系统1的TMP小于系统2。

3 结论

- 3.1 两个反应器对COD的去除效果相差不大。系统1中投加的PAC在形成生物活性炭(BAC)后具有很好的降解能力。
- 3.2 系统1中投加的PAC是硝化菌吸附生长很好的载体,NH₄⁺ - N去除率高于系统2,且相对稳定一些。同时,系统1中的硝酸盐含量高于系统2。总氮去除率并没有高于系统2。
- 3.3 BAC很好地吸附并降解了易引起膜污染的有机物,对膜组件起到了很好的保护作用,1号膜的污染程度远小于2号膜,所以系统1的TMP要低于未投加PAC的系统2。
- 3.4 在MBR系统中投加少量(1 g/L)PAC就可以很好地降低膜污染,且运行效果良好,是MBR工艺的一种改进,有望投入实际生产。

参考文献

[1] Magara Y, Itoh M. The effect of operation factors on solid/liquid separation by ultra- membrane filtration in a biological denitrification system for collected human excrete treatment plans[J]. Wat Sci Tech, 1991, 23: 1583- 1590.

[2] Pillay V L. Cake formation in cross- flow microfiltration system [J]. Wat Sci Tech, 1992, 25(1): 149- 162

[3] 李春杰,耿琰,周琪,等.SMSBR中PAC对膜污染的防治作用 [J]. 中国给水排水,2002, 18(6):5- 9.

作者简介:尚岩(1972-),女,河北省石家庄人,哈尔滨师范大学化学系讲师,现为哈尔滨工业大学在读博士,主要从事水污染控制研究工作。