

聚丙烯与沸石填料内循环生物流化床处理污水的比较

孙慧丽¹, 冯令艳¹, 姜涛¹, 吕炳南^{1,2}, 丁驰³, 陈志强¹

(1 哈尔滨工业大学 城市水资源与水环境国家重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150090 2 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090 3 黑龙江城市规划勘测设计研究院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 采用内循环好氧生物流化床反应器处理生活污水, 对聚丙烯与沸石填料的处理效能和附着微生物的特性进行了比较。在水力停留时间为 6 h 溶解氧为 2.0~3.2 mg/L、污泥龄为 10 d 污泥浓度为 7 000~8 500 mg/L 的条件下, 聚丙烯与沸石填料对 COD 的去除率均在 85% 以上, 两者的差异不大。两种填料都具有| 定的脱氮能力, 聚丙烯填料流化床对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 和 TN 的去除率分别为 87% 和 36%; 离子交换容量的限制对沸石填料流化床的硝化作用有| 定的影响, 但沸石填料内部的缺氧环境和较高的生物活性使得对总氮的去除率可达 55% 左右。可见, 沸石填料的特殊结构更有利于提高工艺的脱氮效果, 与聚丙烯填料相比, 其更适合于作为内循环生物流化床的填料。

关键词: 生物流化床; 聚丙烯; 沸石; 生活污水; 处理效能

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2009)19-0048-03

Comparison between Polypropylene and Zeolite Carriers in Internal Circulation Biological Fluidized Bed for Treatment of Domestic Sewage

SUN Huili¹, FENG Ling-yan¹, JIANG Tao¹, LV Bing-nan^{1,2}, DING Chi³,
CHEN Zhi-qiang¹

(1 State Key Lab of Urban Water Resources and Environment, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090 China; 2 School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090 China; 3 Heilongjiang Urban Planning, Surveying, Design and Research Institute, Harbin 150040 China)

Abstract The internal circulation aerobic biological fluidized bed was used to treat domestic sewage and the treatment efficiency and microorganism adhesion properties between polypropylene and zeolite carriers were compared in a small scale test. Under the conditions of hydraulic retention time 6 h, dissolved oxygen 2.0 to 3.2 mg/L, sludge retention time 10 d, MLSS 7 000 to 8 500 mg/L and room temperature, the removal rate of COD by the two carriers is all more than 85%, without significant difference. In addition, Both carriers have a nitrogen removal ability. The removal rates of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ and TN by polypropylene fluidized bed are 87% and 36% respectively. The nitrification of zeolite fluidized bed is inhibited by the ion exchange capacity, while the removal rate of TN is about 55% due to the inner anoxic environment and high biological activity of zeolite. Compared to polypropylene, zeolite is suitable to

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项 (2008ZX07207-005-03)

treat domestic sewage in the intenal circulation biological fluidized bed process, and its special structure is beneficial to improve nitrogen removal efficiency.

Key words biological fluidized bed polypropylene zeolite domestic sewage treatment efficiency

内循环生物流化床是一种新兴的污水处理工艺,具有处理效率高、容积负荷大、抗冲击能力强、设备紧凑、占地少等优点,被认为是未来最具发展前途的一种生物处理工艺^[1,2]。填料的选择是生物流化床反应器的关键之一,它不仅决定了反应器能否高效运行,而且对投资、运行费用和正常操作的影响都很大。

目前应用较为广泛的生物填料主要以有机原料和惰性载体为主^[3,4],笔者以聚丙烯填料与沸石为微生物的固定化载体,比较了以两种填料为核心的内循环生物流化床对实际生活污水的处理效果。

1 试验材料与方法

1.1 试验装置

内循环生物流化床如图 1 所示。

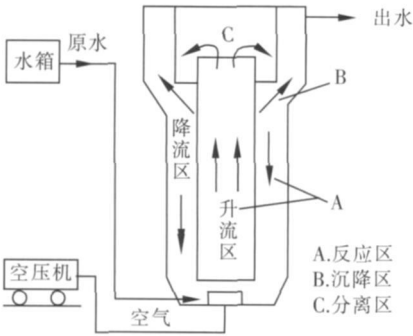


图 1 试验装置

Fig 1 Schematic diagram of biological fluidized bed

主体反应器为有机玻璃制成的两套平行装置(用于进行对比试验),柱体内径为 30 cm,高为 240 cm,有效容积为 170 L,在反应器垂直方向的不同位置分别设取样口,采样口间隔为 40 cm。由空压机通过底部的曝气砂头供气,供气量以转子流量计控制。两套反应装置分别以沸石和聚丙烯塑料作为填料,投配率为 30%,两种填料的主要性能参数见表 1。

表 1 两种填料主要性能参数的对比

Tah 1 Comparison of performance parameters between carriers

项 目	粒径 /mm	密度 /(g•m ⁻³)	比表面积 /(m ² •m ⁻³)
聚丙烯塑料	8.7	4.2	900
沸石	6.2	3.9	985

1.2 原水水质及检测方法

试验用水来自哈尔滨工业大学家属区的生活污水,在进入生物反应系统前经沉淀预处理去除较大的悬浮物,污水水质见表 2。试验中的分析项目包括:COD、TN、NH₃-N、pH 等,全部采用国家标准方法进行测定^[5]。

表 2 原水水质

Tah 2 Components of sewage in experiment

	mg•L ⁻¹					
项目	COD	NH ₃ -N	TN	TP	SS	BOD ₅
数值	115~375	17~64	22~88	10~15	100~220	100~200

1.3 生物膜特性分析

试验中考察了生物量、活性和微观形态,以此对比两种填料对微生物的承载作用。其中,生物量和活性的测定参照文献[6]进行,微观形态通过扫描电镜(SEM)观察。

2 结果与分析

2.1 运行参数的确定

反应器采用闷曝结合连续进水、快速排泥的方式进行启动,待生物膜成熟以后,对工艺运行的影响因素进行研究,确定了适合的控制参数: HRT 为 6 h, DO 为 2.0~3.2 mg/L, SRT 为 10 d, MLSS 为 7 000~8 500 mg/L(由载体表面附着的生物量经换算得到)。在此状态下稳定运行 20 d 后,进行为期 60 d 的对比试验。

2.2 对有机物的去除效果

试验过程中,进水有机物浓度波动较大,但两种工艺的出水水质均比较稳定。聚丙烯填料流化床的出水 COD 为 5~47 mg/L,平均为 23.59 mg/L,沸石反应器的出水 COD 平均为 28.1 mg/L,均达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级标准,说明两种填料对去除有机物的影响不大。

2.3 对总氮、氨氮的去除效果

两个反应器对氨氮的去除规律有所不同,聚丙烯填料流化床对氨氮的去除效果较为稳定,平均去除率达到 87%,硝化作用明显。而沸石填料流化床

在运行的中前期对氨氮的去除率较高,前 40 d 的去除能力与聚丙烯填料的接近,后 20 d 的出水氨氮浓度则逐渐升高,去除率仅为 60% 左右。分析出现上述现象的原因,主要是由于两种填料的理化特性不同所致。在系统稳定运行期间,充足的溶解氧环境使聚丙烯填料表面具有硝化能力的生物膜不断脱落、更新,确保了对氨氮去除性能的稳定。沸石是一种天然的离子交换剂,孔隙率大,孔隙内部形成的生物膜更新速度较慢,对氨氮的去除依赖于离子交换作用,随着运行时间的延长则沸石的离子交换容量逐渐降低,对氨氮的去除率便下降了。

由于运行期间的平均溶解氧为 2.5 mg/L,不利于形成缺氧环境,因此两个反应器对总氮的去除效果均波动较大。聚丙烯填料流化床的出水总氮平均为 33.5 mg/L,平均去除率仅为 36%;沸石填料流化床出水的总氮浓度较低,为 23.7 mg/L,平均去除率达到了 55%。由于同化作用的固氮能力有限,而且微生物停留时间较长,可以确定在两个流化床内存在同步硝化反硝化现象。相比聚丙烯填料,沸石填料微孔内的生物膜因氧气扩散受限而更有利于形成缺氧微环境,故脱氮效果更好。由于可利用的有机物量较少,而且载体流化过程中对缺氧环境的破坏也会抑制反硝化,故脱氮能力不高。

2.4 微生物特性比较

两种填料上的生物量和活性比较见图 2。

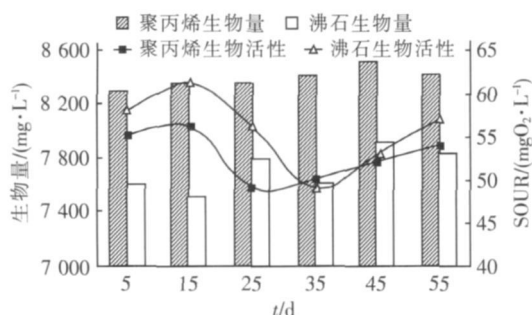


图 2 两个反应器生物量和活性的对比

Fig 2 Comparison of MLSS and activity

由于两种填料的比表面积和粒径存在差异,其附着的生物量和生物活性也有所差别。聚丙烯填料上的生物量为 8385 mg/L,平均活性为 53 mgO₂/L。尽管沸石填料的比表面积较大,但其生物量却有所降低(为 7720 mg/L),平均活性为 55.6 mgO₂/L。在进水水质相同的条件下,生物量的增加降低了有

机负荷,从而导致微生物活性的下降;但生物量增加得并不是很多,所以活性下降的幅度很小。同时,有机负荷的降低不利于异养菌的生长繁殖,在一定程度上促进了硝化菌的生长,提高了聚丙烯填料流化床的硝化能力。

对两种填料的表面进行扫描电镜观察,沸石填料表面较为平整,呈典型的大孔结构,絮体的尺寸为 27~560 μm,有利于传质和所附着微生物的生长繁殖。而聚丙烯载体表面附着有许多不规则的颗粒物,絮体的尺寸为 0.9~246 μm,尽管附着的生物量较大,但絮体结构松散,呈片状结构,活性较低。

3 结论

在水力停留时间为 6 h,溶解氧为 2.0~3.2 mg/L,污泥龄为 10 d,MLSS 为 7000~8500 mg/L 的条件下,聚丙烯填料和沸石填料流化床对低浓度生活污水中的有机物和氮均有较好的去除效果。填料理化性质的差异对去除 COD 的影响很小,聚丙烯填料具有更强的硝化及附着微生物的能力,而沸石的特殊结构更有利于形成缺氧微环境,并提高附着微生物的活性,因而沸石更适于用作生物流化床的填料。

参考文献:

- [1] Sowmeyan R, Swaninathan G. Evaluation of inverse anaerobic fluidized bed reactor for treating high strength organic wastewater [J]. Bioresource Technol 2008, 99(9): 3877-3880
- [2] Rabah FK J, Dahab M F. Biofilm and biomass characteristics in high-performance fluidized-bed biofilm reactors [J]. Water Res 2004, 38(19): 4262-4270
- [3] 王占生,刘文君. 微污染水源饮用水处理 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999.
- [4] 张凡,程江,杨卓如. 废水处理用生物填料的研究进展 [J]. 环境污染治理技术与设备, 2004, 5(4): 9-12
- [5] 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, 1996
- [6] 赵庆良,刘淑彦,王琨. 复合式生物膜反应器中生物膜量、厚度及活性 [J]. 哈尔滨建筑大学学报, 1999, 32(6): 39-43

E-mail: czq0521@tom.com

收稿日期: 2009-03-27