

MD 三相流化床降解含酚废水的研究*

杨柳燕 马文漪 王坚伟 王歆鹏

(南京大学污染控制与资源化国家重点实验室, 南京 210093 E-mail: ebst @ nju. edu. cn)

摘要 以人工配制的含酚废水作为研究对象, 观察新研制的 MD 三相流化床好氧生物处理含酚废水的效果. 试验结果表明, 在进水酚浓度为 4100mg/L 时, MD 三相流化床出水酚浓度为 20mg/L—25mg/L, 其酚的容积负荷为 2.73kg/(m³·d). MD 三相流化床能有效地富集高效降解菌, 其混合菌群主要由 4 个属组成, 降解菌的优势属为产碱杆菌属(*Alcaligenes* spp.), 占细菌总数的 83%.

关键词 三相流化床, 含酚废水, 生物降解.

Study on Biodegradation of Phenolic Wastewater by MD Three-phase Fluidized Bed

Yang Liuyan Ma Wenyi Wang Jianwei Wang Yinpeng

(State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, Nanjing University 210093 E-mail: ebst @ nju. edu. cn)

Abstract In order to observe the efficiency of biotreatment wastewater using MD three-phase fluidized bed, the biodegradation of phenolic wastewater was studied. The results showed that the effluent phenol from MD three-phase fluidized bed was 20—25mg/L when the influent phenol was 4100mg/L and the loading rate of phenol was 2.73kg/(m³·d). Bacteria of high degradation were concentrated in MD three-phase fluidized bed. The bacteria group mainly composed 4 genus and abundant genus was *Alcaligenes* spp. which was 83% of all bacteria.

Keywords three-phase fluidized bed, phenolic wastewater, biodegradation.

目前的生物流化床虽然是一种高效的反应器, 但由于管理较困难, 同时能耗较大, 而实际使用较少^[1-6], 因此, 本研究采用笔者等开发的新型 MD 三相流化床反应器, 从优化微生物生长环境来探索高效降解污染物的途径.

1 试验材料与方法

1.1 活性污泥的来源和废水的配制

(1) 活性污泥的来源 将采自上海梅山冶金公司焦化厂生化曝气池的活性污泥带回实验室后, 放入 MD 三相流化床, 用人工配制的含酚废水进行驯化. 同时进行菌种鉴定.

(2) 废水的配制 在经 12h 曝气的自来水中加入苯酚, 同时加入适量的无机营养盐, 配制成为一定浓度的含酚废水. 营养盐由氯化铵、磷酸二氢钾、磷酸氢二钾等组成.

1.2 MD 三相流化床反应器的制作

笔者设计的 MD 三相流化床反应器为 400 × 200 × 900mm, 有效容积 60L (见图 1).

1.3 含酚废水处理工艺流程

生物降解酚的工艺流程见图 2, 在 MD 三相流化床中放入颗粒活性炭作为生物膜的载体, 活性炭的加入量为 5%. 沉淀区的出水进入出水储箱. 在 MD 三相流化床中有温度控制仪控制的加热器一只, 使水温控制在一定的范围之内.

1.4 测试指标和鉴定方法

采用 4-氨基安替吡啉直接光度法测试酚. 按伯杰细菌鉴定手册和有关的分类手册进行细

* 江苏省环保局资助项目
杨柳燕: 男, 35, 硕士, 助理研究员
收稿日期: 1998-04-10

菌分类.

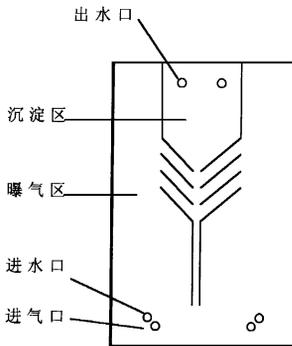


图 1 MD 三相流化床反应器结构示意图

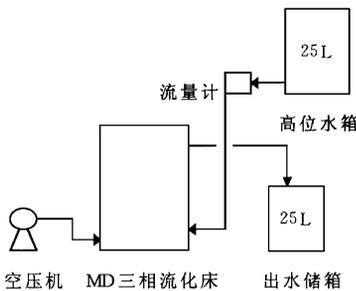


图 2 生物降解酚工艺流程

1.5 试验方法

在没有活性炭和微生物的 MD 三相流化床中放满清水, 直接加入酚形成高浓度的含酚废水, 进行曝气, 观察由于挥发引起的水中酚浓度的变化过程. 将活性污泥加入 MD 三相流化床, 进行生物挂膜和驯化, 达到一定的酚降解能力后, 进行静态和动态降解酚的试验, 最后再对生物膜上的混合菌群进行鉴定分类.

2 试验结果

(1) 挥发性试验 在水温 25 ± 0.5 , pH 为 7, 曝气量为 $80\text{L}/\text{min}$ 的条件下, 对 MD 三相流化床中 $1500\text{mg}/\text{L}$ 左右的含酚废水进行曝气. 随着时间的延长, 酚浓度由于挥发而下降, 当降到 $1000\text{mg}/\text{L}$ 时, 其浓度趋于稳定.

(2) 静态生物降解酚试验 向 MD 三相流化床中多次加入酚, 每次使酚的浓度达到 $420\text{mg}/\text{L}$ 左右, 由于酚的浓度在 $1000\text{mg}/\text{L}$ 以下时, 曝气引起的酚的挥发可忽略不计, 同时多

次加酚使活性炭对酚的吸附达到饱和, 每隔 2h 取样测定水中酚浓度, 试验结果见图 3. 其拟合方程为:

$$c = \exp(7.70 - 0.59t)$$

式中, c 为酚的浓度 (mg/L), t 为水的停留时间 (h). 根据此式, 如果出水酚浓度为 $20\text{mg}/\text{L}$ 时, 水的停留时间为 8h, 这时酚的容积负荷为 $1.2\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 相应于 COD 负荷为 $2.9\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$.

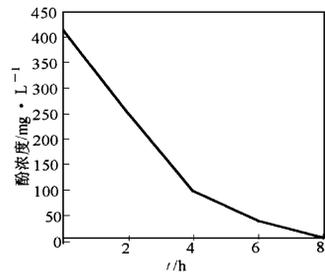


图 3 静态生物降解酚试验

(3) 动态生物降解酚试验 进行 1 个月的实验, 测定出水中酚浓度, 部分试验结果见图 4. 在 MD 三相流化床水温为 25 ± 0.5 , 进水流量为 $1.67\text{L}/\text{h}$, 酚浓度为 $4100\text{mg}/\text{L}$ 时, 出水酚浓度 $20\text{mg}/\text{L}$ — $25\text{mg}/\text{L}$, 这时酚的容积负荷为 $2.73\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$, 平均去除率为 99.4%. 相应于 COD 负荷为 $6.5\text{kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$.

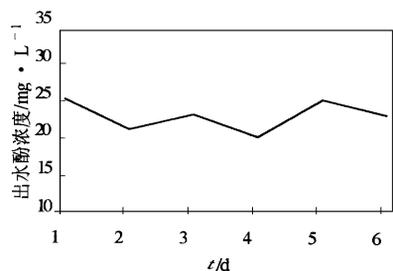


图 4 动态生物降解酚试验

(4) MD 三相流化床中微生物主要类群 原焦化厂活性污泥中的微生物主要由 6 个属组成, 分别为产碱杆菌属 (*Alicaligenes*)、动胶杆菌属 (*Zoogloea*)、假单胞菌属 (*Pseudomonas*)、微球菌属 (*Micrococcus*)、根瘤菌属 (*Rhizobium*) 和土壤杆菌属 (*A grobacterium*). 动胶杆菌属和产

碱杆菌属为优势属,分别占41%和33%。在三相流化床中,生物膜上高效降解酚的混合菌群主要由4个属组成,分别为产碱杆菌属(*Alcaligenes*)、动胶杆菌属(*Zoogloea*)、微球菌属(*Micrococcus*)和土壤杆菌属(*Agrobacterium*)。产碱杆菌属的细菌数占细菌总数的83%,为优势属,都以苯酚为唯一碳源和能源进行生长繁殖。

3 分析和讨论

3.1 MD三相流化床的特点

MD三相流化床的沉淀区在中间,较目前一般的外侧沉淀区流化床不同,大部分的载体呈悬浮状态,小部分载体随着水流呈现循环状态。同全循环的流化床相比较,其能耗相对较低,载体的损失也少。MD三相流化床同气升式内循环流化床相比较,具有氧传递面大,填料间摩擦小等特点^[7]。采用鳃板式部件,使气体不进入沉淀区,同时对进入沉淀区的废水进行整流,有利于废水的固液分离。颗粒活性炭和活性污泥通过中心管进入曝气区,中心管可以控制循环水量的大小,因此较回流缝式的流化床易控制。

3.2 MD三相流化床中微生物类群

从开始驯化到稳定运行的一个半月,微生物的群落结构发生了明显的变化,细菌由原来的6个属减少到4个属,优势菌也发生了变化,由原来的动胶杆菌属变为了产碱杆菌属。降解酚的微生物种群结构的变化,不仅与其来源有关,而且与微生物生存的条件有关,MD三相流化床有利于高效降解酚的细菌生长繁殖。

3.3 与其它处理工艺的比较

从处理结果看,MD三相流化床COD容积去除负荷比活性污泥法和生物接触氧化法高,同一般的流化床处理能力近似^[1,3,5,7]。同时,MD三相流化床对进水酚的浓度的要求不大,在进水含酚量4000mg/L以上时,其酚的去除率仍能大于99%,这与MD三相流化床具有良好的混合流态有关,这种流态使高浓度含酚废

水一进入反应器就得到稀释,防止了酚对微生物的毒性作用。试验还证明:由于原微生物采自焦化厂的曝气池,其降解酚的最适温度为38—41℃,在25℃时其降解酚的速率只有39℃时的1/3—1/5^[9]。考虑到实际废水处理过程中能耗、投资等因素,本研究选择水温25℃作为控制参数,因此,MD三相流化床处理含酚废水的效率还有进一步提高的余地。

4 结论

(1)在进水酚浓度4100mg/L时,出水酚浓度在20mg/L—25mg/L之间,酚容积去除负荷2.73kg/(m³·d)。平均去除率99.4%。

(2)MD三相流化床反应器能有效地富集高效降解菌,床中83%的细菌为产碱杆菌属,降解污染物的能力很强,另外,反应器具管理方便、能耗低的特点。

参 考 文 献

- 1 林齐平.含酚废水治理技术的进展.水处理技术,1993,19(3):174—180
- 2 王莉莉,杨孙楷.我国高浓度含酚废水的治理技术近况.环境污染与防治,1995,17(5):29—30
- 3 尹军,韩相奎等.流化式生物膜法处理含酚废水的效能.环境科学,1996,17(1):60—62,88
- 4 劳善根,胡宏等.活性炭厌氧流化床处理含酚废水的机理.上海环境科学,1996,15(3):13—14
- 5 Weber S A, Lai M ingshen et al.. Anaerobic/aerobic biological activated carbon (BAC) treatment of a high strength phenolic wastewater. Environ. Progr., 1992, 11(4):310—317
- 6 Imai A, Onuma K et al.. Biodegradation and adsorption in refractory leachate treatment by the biological activated carbon fluidized bed process. Wat. Res., 1995, 29(2):687—694
- 7 周平,汪诚文等.内循环生物流化床处理石化废水的中试研究.环境科学,1997,18(1):26—29
- 8 王家玲,臧向莹等.环境微生物学.北京:高等教育出版社,1988.89—95
- 9 满春生,徐守忠等.温度对提高活性污泥法处理含酚废水效率的研究.中国环境科学,1995,15(1):14—17