

磁性细菌生物法处理屠宰废水

张密林, 任月明, 李凯峰, 王君, 陈兆波, 侯智尧
(哈尔滨工程大学 化工学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘要: 应用纳米磁粉磁化细菌生物法处理屠宰废水, 结果表明, 该工艺能实现磁性生物絮凝泥水混合液快速有效分离, 沉淀时间仅为 15 min; 磁场和磁粉强化了生物新陈代谢作用, 增强了污泥活性, 提高了废水处理效果, 对 COD、SS、NH₃-N 的平均去除率分别可达 96%、91%、86%, 出水水质优于排放标准。该工艺具有较强的抗冲击负荷能力, 应用前景广泛。

关键词: 屠宰废水; 磁性细菌; 纳米磁粉; 磁分离; 生物法

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2005)07-0036-03

Biological Process with Magnetic Bacteria for Slaughter-house Wastewater Treatment

ZHANG Mi-lin, REN Yue-ming, LI Kai-feng, WANG Jun, CHEN Zhao-bo, HOU Zhi-yao

(School of Chemical Engineering, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

Abstract: A new biological process of bacteria magnetized by magnetic nano-material was used for slaughter-house wastewater treatment. In the process, the mixed liquid of magnetic and flocculated sludge can be separated quickly and effectively, with sedimentation time only 15 min. Magnetic field and magnetic material enhance the metabolism of organism, augment the sludge activity, and improve the wastewater treatment effect, and the removal rate for COD, SS, and NH₃-N is averaged at 96%, 91%, and 86% respectively and the effluent quality surpasses the discharge standard. The process has higher capacity in resistance to shock loading and will be widely applied in future.

Key words: slaughter-house wastewater; magnetic bacteria; magnetic nano-material; magnetic separation; biological process

将好氧生物处理法和磁分离技术相结合来处理屠宰废水。首先将纳米磁粉悬浮液加入生物反应器中, 以增加菌胶团和污染物的磁化率, 然后在外加磁场作用下实现磁性生物絮凝体的迅速沉降, 以节省运行时间和费用。

1 材料与方 法

1.1 水质和水量

试验在某屠宰厂进行, 装置处理水量为 20 m³/d, 废水中含有大量血污、油脂、毛、肉屑、猪粪便等, 主要集中在凌晨 1 点至 5 点排放, 水质波动较大, 化粪

池出口水质如表 1 所示。设计进水水质为: pH = 7.2, COD = 1 800 mg/L, BOD = 900 mg/L, SS = 500 mg/L, 出水水质执行《肉类加工工业水污染物排放标准》(GB 13457—92) 的一级标准。

表 1 废水水质

Tab. 1 Characteristics of wastewater

项目	pH	色度/倍	COD/ (mg · L ⁻¹)	SS/ (mg · L ⁻¹)	NH ₃ - N/ (mg · L ⁻¹)
范围	6.9 ~ 7.1	400 ~ 600	1 000 ~ 2 500	350 ~ 600	100 ~ 200

1.2 工艺流程

试验所用流程见图 1。

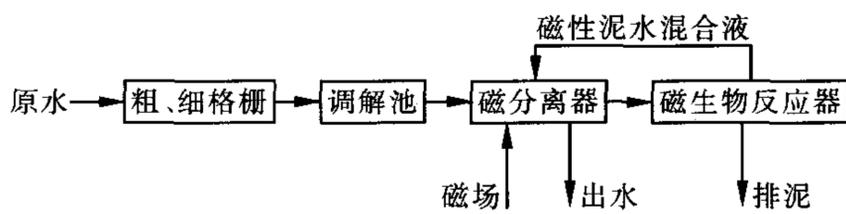


图1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of treatment process

废水经格栅进入调节池,流经磁分离器后,与上个周期分离出的剩余磁性污泥一同进入磁生物反应器,曝气静沉后将混合液排入磁分离器,在磁场作用下迅速分离,清水由出水管排出,分离出的磁性污泥重新流至磁生物反应器。排水结束后将磁场移出,完成一个水处理周期,具体时间安排为:进水同时曝气0.2 h、搅拌1.0 h、曝气4.0~4.5 h、沉淀15 min、排水1.0 h,磁场的进出瞬间完成,整个工艺由程序控制,实现自动化运行。

1.3 纳米磁粉悬浮液的制备

采用超高分散技术和双滴法制备纳米磁粉悬浮液:在温度为50~65℃、pH为11~13的条件下,将物质的量之比为1:1:4的 Fe^{2+} 盐、 Co^{2+} 盐、 Fe^{3+} 盐混合液与一定浓度的氨水反应一定时间后冷却至室温,用蒸馏水反复冲洗至中性,然后利用磁场分离沉降物,得粒径为10~15 nm的钴基磁性物种;加入聚苯乙烯、丙烯酰胺、右旋糖酐等有机物进行修饰,用超声处理30~60 min后加入一定量的引发剂,升温到60~80℃并在700 r/min下搅拌反应2.0~6.0 h,冷却至室温并再次利用磁场进行分离沉降后用蒸馏水反复冲洗至中性,加入一定量的蒸馏水,即可得到表面经修饰的纳米磁粉悬浮液。

1.4 磁性污泥的培养

向磁生物反应器中投加生活污水种泥及BOD:N:P为100:5:1的营养液,曝气24 h后连续进、出水。当反应器内有一定量的微生物后,加入一定浓度的磁粉悬浮液,连续运行30 d,磁性污泥成熟。由此得具有磁性的纳米菌胶团或磁性污泥。

2 结果与讨论

2.1 对COD和SS的去除效果

试验结果表明,稳定运行时磁生物反应器进水COD为1 600~2 400 mg/L,分离器出水COD<80 mg/L,COD去除率平均为96%;进水SS平均为543 mg/L,出水SS平均为48.5 mg/L,SS去除率平均为91%。由于磁粉的加入使得絮体颗粒分布得更均匀,有利于有机物与微生物进行充分接触并向絮体

内扩散,这在一定程度上增加了活性污泥吸附有机物的表面积,同时磁粉和磁场的催化作用也提高了污泥的活性。此外,磁粉本身也能够吸附一定量的污染物,从而获得了较高的COD和SS去除率。

该磁粉可重复使用,磁性污泥经多次循环后其活性变化不大。试验结果表明,该磁粉的使用周期为30 d。

江阴市环保监测站的监测结果显示,在进水COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 分别高达2 300、105 mg/L的情况下,系统出水COD、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 分别为61、14 mg/L,出水SS为37.5 mg/L,出水水质优于《肉类加工工业水污染物排放标准》(GB 13457—92)的一级标准。

由于屠宰量不可预见,常常导致进水水质指标值和水量超过设计值。试验表明,当进水COD高达1 900~2 350 mg/L时(即在超负荷下运行),COD去除率仍可达96%,可见磁性污泥能够耐冲击负荷,对水质波动的适应性较强。

2.2 沉淀时间对磁分离效果的影响

不同沉淀时间下的磁分离效果见图2。

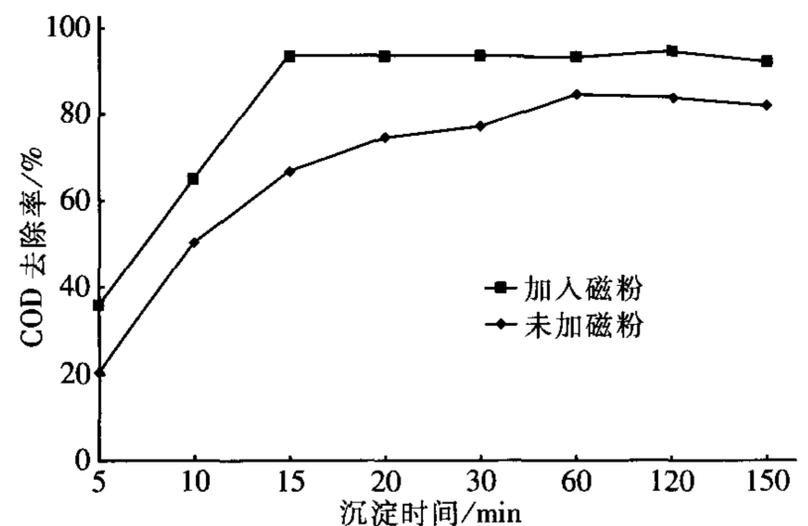


图2 COD去除率随沉淀时间的变化

Fig. 2 Variation of COD removal effect with deposition time

未加入磁粉时,泥水混合液在磁生物反应器中经60 min沉降后再经磁分离处理对COD的去除率可达85%,而继续延长沉淀时间对COD去除率影响不大;加入磁粉后只需沉降15 min,再经过磁分离器分离后对COD去除率就可达94%。

传统SBR工艺通过增加泥水混合液沉淀时间来提高泥水分离效率。加入磁性材料后,不但使沉淀时间缩短了45 min,且使COD去除率提高了9%。进入下个水处理周期时,磁性污泥上的微生物能很快恢复活性,可省却闲置时间约2.0~3.0 h。

2.3 磁粉投加量及温度对去除效果的影响

按体积比为 1/25、1/20、1/15、1/10、1/5 投加一定浓度的磁性物种悬浮液,在水温分别为 5、20、25、35 ℃ 及沉淀时间为 15 min 时进行试验,考察了磁粉投加量和水温对 COD、SS 去除率的影响,结果见图 3、4。

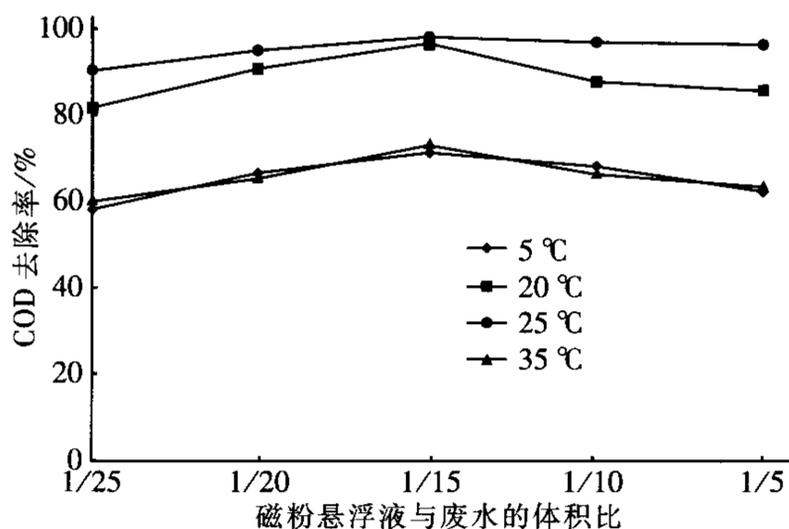


图3 COD去除率随磁粉投量的变化

Fig. 3 Variation of COD removal effect with magnetic material quantity

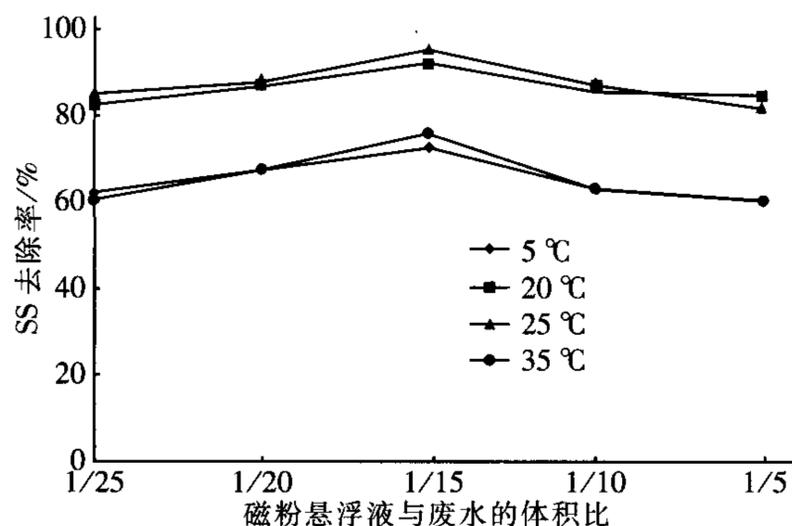


图4 SS去除率随磁粉投量的变化

Fig. 4 Variation of SS removal effect with magnetic material quantity

由图3、4可知,在一定温度下,随着磁粉投加量的增加则COD和SS去除率先增加后降低,当磁粉投加量为1/15时COD和SS去除率达到最高。经分析其原因是:当磁粉投量不足时,磁生物反应器中活性污泥及悬浮物的磁化率较低,在磁分离器中未被磁化的絮体颗粒不能在磁场力作用下快速沉降分离(将随水流流出),导致系统对COD和SS的去除率较低;当磁粉投加过量时,微生物絮凝体的活性及结构紧密度可能受到影响,使得磁性细菌降解有机物的能力降低,从而影响出水水质。

当水温为5 ℃时对COD的去除率为70%,对SS的去除率为73%;当水温升高到35 ℃时对

COD、SS的去除率分别为72%、75%,说明水温过高或过低均不利于磁粉和固体颗粒的结合,进而影响处理效果,一般水温在20~25 ℃最好。

3 净水机理

从磁学角度讲,废水中的大部分悬浮固体和有机物都只具有微弱磁性或抗磁性。在反应池中,磁粉的加入提高了活性污泥菌胶团和污染物的磁化率,曝气则强化了磁性絮体的生长。

① 纳米磁粉强化了微生物絮体结构。磁性污泥上微生物的新陈代谢作用是废水中可生物降解有机物得以去除的主要原因。在磁性污泥中,由于磁性作用,使得分解有毒物质的微生物、硝化细菌等逐渐富集,因而除污能力更强。

② 纳米磁粉和磁场的催化作用提高了微生物的活性。由于 Fe_3O_4 表面的键态、电子态与颗粒内部不同及表面原子配位不全等均会导致其表面活性增加,使之成为生物催化剂。有研究表明,磁场对微生物有较好的刺激作用,能够提高生物新陈代谢功能,从而提高去除污染物质的能力。

③ 纳米磁粉直接吸附污染物。磁粉具有很高的表面自由能,共价键和分子间的亲和作用等会使纳米粒子表面带电,废水中的污染物质如蛋白质、脂肪、胶体物质、悬浮物、溶解性有机物等可被直接吸附或沉淀到纳米磁种上,经磁分离作用而去除。

4 结论

① 在处理屠宰废水的过程中加入纳米磁粉,可强化和改善微生物絮体结构,使泥水混合液在磁场作用下能快速分离,沉淀时间由1.0 h缩短到15 min,节省了运行时间。

② 磁性微生物的降解作用、纳米磁粉的吸附作用、磁粉和磁场的催化作用增强了污泥活性,提高了处理效果,使系统具有较强的抗冲击负荷能力。

③ 当磁粉投量为1/15、水温保持在20~25 ℃时,磁粉和固体颗粒结合及磁分离效果最好。系统稳定运行后对COD、SS、 NH_3-N 去除率平均可达96%、91%和86%。

参考文献:

- [1] 熊德琪,黄先湖. 应用磁化效应提高含酚废水处理效果[J]. 水处理技术,2001,27(1):50-52.

电话:(0451)82533026

E-mail:renna815815@hotmail.com

收稿日期:2005-03-28