

文章编号:1674-2869(2009)01-0032-04

固定化生物累托石处理分散生活污水的研究(Ⅲ)

——固定化生物累托石污水处理试验

孙家寿,张 蕾,陈伟亚,王 进,陈茂荣

(武汉工程大学环境与城市建设学院,湖北 武汉 430074)

摘 要:固定化生物累托石在污水处理体系中具有较强的适应能力,温度、进水浓度、pH 值等环境因素改变时,对其处理效果的影响较小,包埋体系处理生活废水的最佳运行条件是:COD 浓度为 400 mg/L,曝气时间为 12 h,温度为 20~35 ℃,pH 值为 6.5~7.5,废水与固定化生物累托石的质量比为 20:1,此时 COD 去除率达 80.57%。

关键词:固定化;生物累托石;分散型;生活污水

中图分类号:X703

文献标识码:A

0 引 言

改革开放以来,我国城市化也进入快速发展时期,城市数量与规模的迅速增加与扩张,带来了严重的城市生活污水问题。我国水污染的重点已经从工业点源为主的控制,逐步转变为以城市污水污染为主的集中处理控制。而对于城郊的小城镇和市政管网铺设不到的生活区域,污染治理的形势就更加严峻了,探索适合分散型的经济实用的污水处理工艺,以较少的投资较低的运行费用运转污水处理厂,达到消除污染、保护环境的目的就显得尤为重要。根据国内发展的趋势^[1],结合武汉市的具体情况,针对分散型的污水处理问题,本文提出了利用固定化生物累托石对分散的污水处理采取经济、实用的物化处理工艺,利用固定化生物累托石处理生活污水,处理达到中水回用标准。

1 试验材料、试剂、仪器及分析方法

试验材料、试剂、仪器及分析方法见文献[2-4]。

2 影响废水处理效果因素的试验

采用固定化生物累托石处理生活污水,影响处理出水效果的因素有很多,除了微生物生长必需的营养物质外,还有维持其生长的适宜操作条件,本试验主要讨论了温度、曝气时间、废水 pH 值、废水进水浓度、固定化生物累托石与水量的比

例等对处理效果的影响。

2.1 处理温度对 COD 去除率的影响

取经活化后的固定化生物累托石 10 g,固定化活性污泥 9 g,活性污泥 0.7 g 于 200 mL 模拟生活废水中(COD 为 312.58 mg/L, pH=6.54, DO 为 5 mg/L)曝气 24 h 后测模拟废水 COD,并计算 24 h COD 去除率,试验结果如图 1 所示。

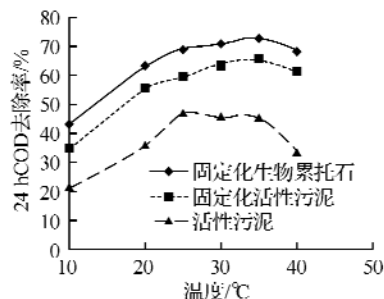


图 1 温度对生活污水 COD 去除率的影响

Fig. 1 The influence of the temperature of acration on the COD disposing efficiency

从图 1 可以看出:对于包埋体系,温度在 20~40 ℃ 范围内对其处理效果的影响不大,固定化生物累托石对 COD 去除率均保持在 63% 以上,固定化活性污泥对 COD 去除率也保持在 55% 以上,由此可见:活性污泥经包埋后,对环境改变的适应能力有了一定程度的提高,原因可能是活性污泥被包埋后,微生物被保护在一个相对独立的环境中,受此环境外界的影响较小,因此表现出对温度变化的适应性增强。故两个包埋体系对 COD 去除率均高于悬浮体系,尤其是在包埋体系中加入吸附

收稿日期:2007-11-13

基金项目:湖北省科技厅国际重点合作项目(2005CA008)

作者简介:孙家寿(1946-),男,侗族,湖南通道人,教授,研究方向:环境材料的研制与应用。

剂的固定化生物累托石,处理效果更好,累托石的多孔结构为微生物的生长提供了良好的生长空间和保护空间.活性污泥基本由中温微生物组成,当污水温度在 $15\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时,对处理效果的影响不大^[5].后述试验均在室温下($25\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$)进行.

2.2 曝气时间对 COD 去除率的影响

曝气时间,对于微生物对生活污水的降解起着决定性的作用:时间过短,致使有机物与微生物接触时间不够,降解不完全;而时间过长,处理效果并未得到很大的提高,反而增大了能耗.取经活化后的固定化生物累托石 20 g,固定化活性污泥 18 g,活性污泥 1.4 g 于 400 mL 模拟生活废水中(COD 为 287.78 mg/L , $\text{pH}=6.35$, DO 为 5 mg/L),试验结果见图 2.

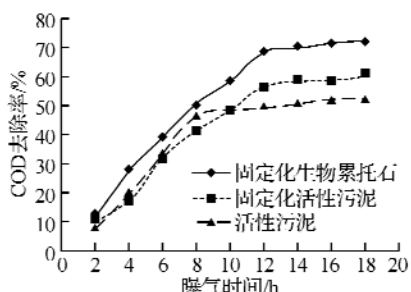


图2 曝气时间对生活污水 COD 去除率的影响

Fig. 2 The influence of the time of aeration on the COD disposing efficiency

由图 2 可得,随着曝气时间的增加,生活污水中 COD 值的去除率呈持续增长的趋势.在曝气时间在 12 h 时,包埋体系的 COD 去除率曲线变得比较平缓,固定化生物累托石对 COD 去除率达到 70.29%,固定化活性污泥对 COD 去除率也达到 58.03%,而悬浮活性的 COD 去除率在 8 h 后趋于缓和.综合考虑废水处理效果与能耗,选最佳曝气时间为 12 h.

2.3 进水浓度对 COD 去除率的影响

取经活化后的固定化生物累托石 10 g 分别置于 200 mL 模拟生活废水中(COD 依次为 185.0、405.9、593.2、781.5、1026.1 mg/L, $\text{pH}\approx 6.7$, DO 为 5 mg/L),曝气 12 h 后测模拟废水 COD,另取固定化活性污泥 9 g,活性污泥 0.7 g 重复上述试验,试验结果见图 3.由图 3 可见,进水浓度对于废水中 COD 的降解有着一定的影响.固定化体系对于 COD 在 400 mg/L 左右模拟生活废水有着较好的处理效果,固定化生物累托石对 COD 的去除率达到 75.67%;随着进水 COD 的升高,其对 COD 的去除率明显下降,当废水 COD 升至 1000 mg/L 左右时,固定化生物累托石对 COD 的去除率降到 65.72%,原因可能是受到聚乙烯醇(PVA)凝胶传

质性能和代谢产物不能及时排除的影响,但固定化体系的处理效果均要比活性污泥的处理效果要好.故选最适宜的废水进水 COD 浓度应控制在 400 mg/L 左右.

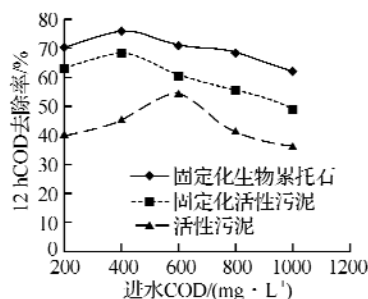


图3 进水浓度对模拟生活污水 COD 的去除率

Fig. 3 The influence of concentration of waste water on the COD disposing efficiency

2.4 进水 pH 对值 COD 去除率的影响

取经活化后的固定化生物累托石 10 g 分别置于 COD 为 410.7 mg/L 的模拟生活废水 200 mL 中,模拟生活废水的 pH 值依次为 5.0、5.5、6.0、6.5、7.0、7.5、8.0, DO 为 5 mg/L ,曝气 12 h 后测模拟废水 COD,另取固定化活性污泥 9 g,活性污泥 0.7 g 重复上述试验,试验结果见图 4.

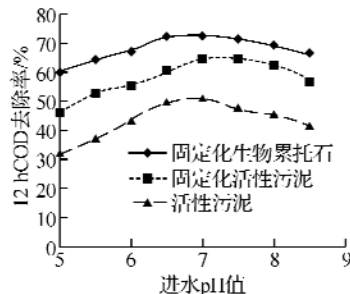


图4 进水 pH 对模拟生活污水 COD 的去除率

Fig. 4 The influence of pH value of waste water on the COD disposing efficiency

由图 4 可见,pH 对有机物中 COD 的去除率有较大幅度的影响,在中性条件下 COD 的去除率明显高于偏酸性或碱性的条件,而且固定化体系对 COD 的去除率都明显高于悬浮的活性污泥,固定化生物累托石对 COD 的去除率达到 73.68%,且固定化体系对 pH 的适应能力也都要优于悬浮的活性污泥,这主要是因为固定化生物累托石对 COD 的降解机理,除了微生物的降解作用外,累托石对有机物有很强的吸附作用,且 PVA 和海藻酸钠对微生物有一定的保护作用,固定化小球对不利条件(pH 偏高或偏小)有一定的缓冲作用,增强了微生物的对酸碱的耐冲击力,降低了微生物对水质的要求,因此,生活废水的 pH 控制在 6.5~7.5 之间能取得较好的处理效果.

2.5 固定化生物累托石用量对模拟生活污水 COD 的去除率的影响

取经活化后的固定化生物累托石 50 g 分别置于 COD 为 401.56 mg/L 的模拟生活废水 100、250 mL 中、固定化生物累托石 10 g 置于 100 mL、200、300、400 mL 中,调节模拟生活废水的 pH \approx 6.5,曝气 12 h 后测模拟废水 COD,另取相应的固定化活性污泥和活性污泥重复上述试验,并计算 12 h COD 去除率,试验结果见图 5。由图 5 可见,固定化体系对于相同水样 COD 的去除率要远远大于悬浮的活性污泥处理效果,且当模拟生活废水与固定化生物累托石的质量比达到 5:1 时,处理效果高达 83.68%;另外,处理相同体积相同成分的生活污水,污泥浓度越高,生活污水 COD 的降解效果应该越好,随着处理单位体积废水的污泥浓度的增加,模拟生活污水 COD 的去除率呈现稳定增长的趋势。但是,当模拟生活废水与固定化生物累托石的质量比小于 5:1 时,处理效果反而有所下降,可能是因为:模拟生活废水与固定化生物累托石质量比的减少就等同增加了反应时的生物量,同时也增加了好氧量,而 PVA 凝胶对氧的传质阻力并没有改变,溶氧的传递速度没有随着微生物量的增长而提高,因此,在相同曝气条件下微生物对氧的需要得不到供应,导致去除率下降,可见,维持反应时的高微生物浓度不是靠增加包埋颗粒的质量来实现的,而是依靠载体内微生物的生长繁殖来实现的。当模拟生活废水与固定化生物累托石的质量比为 20:1 时,处理效果达到 78.27%,当模拟生活废水与固定化生物累托石的质量比增至 5:1 时,处理效果才提高了 5.41%,故认为模拟生活废水与固定化生物累托石的质量比为 20:1 为最佳比例。

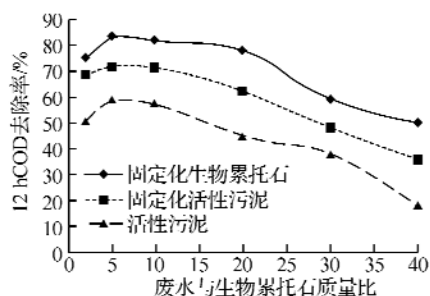


图 5 生物累托石用量对模拟生活污水 COD 的去除率的影响

Fig. 5 The influence of amount of immobilized biological reactorite on the COD disposing efficiency

由以上的一系列的试验,考察了制备成型的固定化生物累托石的废水处理效果。试验结果表明,固定化生物累托石处理模拟生活废水,最佳条

件是:废水进水浓度 COD 在 400 mg/L 左右,进水 pH \approx 6.5~7.5,模拟生活废水与固定化生物累托石的质量比为 20:1,曝气时间为 12 h。在此条件下处理模拟生活污水,最佳降解效率达到 78.27%,出水 COD 达到了 87.26 mg/L。

2.6 固定化生物累托石连续处理模拟生活废水的效果

以 COD 去除率为指标,考察固定化生物累托石处理模拟生活污水的稳定性,取固定化生物累托石 20 g,置于 400 mL 模拟生活污水中,废水 COD 控制在 400~1000 mg/L, pH 值控制在 6.5~7.5 之间,室温 30~35 $^{\circ}$ C,溶解氧 5 mg/L,连续反应一个星期,每 12 h 换水一次。试验结果如图 6 所示。由图 6 可知,在试验过程中,进水 COD 浓度在 400~1000 mg/L 的范围内波动,去除率均在 70% 左右,最低的为 60.72%,最高去除率为 76.39%,由图 6 可看出固定化生物累托石对有机负荷有一定的抗冲击能力。

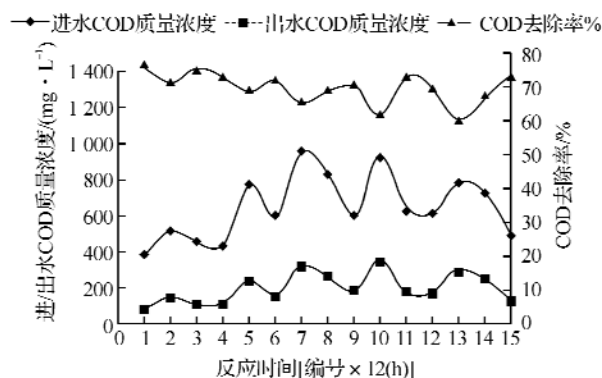


图 6 连续降解模拟废水 COD 试验结果

Fig. 6 The result of continuous degradation of COD of simulation sewage

2.7 固定化生物累托石连续处理生活废水的效果

模拟生活废水的成分相对较为单一,为考察固定化生物累托石处理生活废水的稳定性,以生活废水代替模拟废水进行试验,水样为混合水样,(取自食堂旁下水道和 9 号宿舍楼下水道,废水 COD 在 200~800 mg/L, NH_4-N 在 20~100 mg/L, pH 值在 6.2~6.7 之间,室温 30~35 $^{\circ}$ C, DO 为 5 mg/L),呈淡暗黄色,静置后悬浮物较少,略臭,表层可见油花。取固定化生物累托石 20 g,置于 400 mL 生活废水中,连续反应一个星期,每 12 h 换水一次。试验结果如图 7、图 8 所示。

由图 7 可知,在试验过程中,进水 COD 浓度在 200~800 mg/L 的范围内波动,去除率均在 67% 左右,最低的为 58.36%,最高去除率为 73.88%,可看出固定化生物累托石对有机负荷有一定的抗冲击能力,出水平均 COD 为 155 mg/L,

比模拟生活废水的处理效果略差.图8表明, $\text{NH}_4\text{-N}$ 的去除效果也较好,这说明固定化生物累托石内同时完成硝化与反硝化的效果较好,达到脱氮的目的.这与文献报道^[6,7]生物脱氮是在微生物的作用下,通过硝化和反硝化两个反应过程,将有机氮和氨态氮转化为 N_2 和 N_2O 气体是相符的.

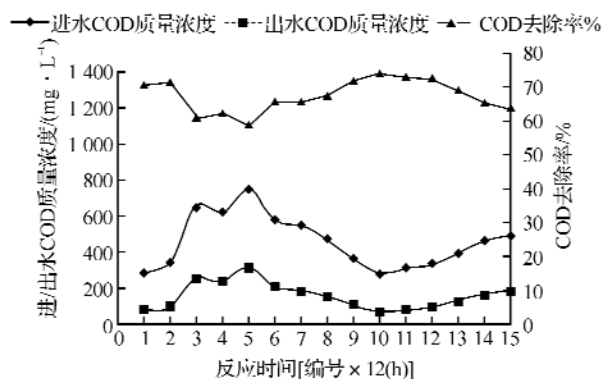


图7 连续降解废水COD试验结果

Fig. 7 The result of continuous degradation of COD

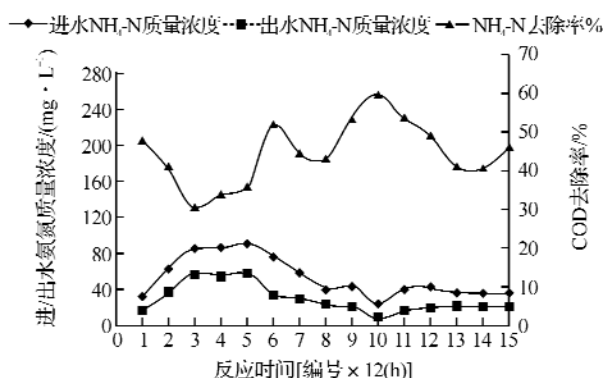


图8 连续降解废水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 试验结果

Fig. 8 The result of continuous degradation of $\text{NH}_4\text{-N}$

3 结 语

活性污泥经固定化后,环境因素如温度,进水浓度,pH值的变化对其影响较小,这说明该体系

对环境的适应能力更强,固定化生物累托石技术处理生活废水是可行的.在试验条件下,包埋体系处理生活废水的最佳运行条件是:COD浓度为400 mg/L,曝气时间为12 h,温度为20~35℃,pH值为6.5~7.5,废水与固定化生物累托石的质量比为20:1,此时COD去除率达80.57%.

在固定化生物累托石连续处理的2个星期中,反应容器壁上出现少许乳白色塑料膜,可能为微生物分解的少量PVA膜,底部有少许排出絮状土黄色污泥,固定化颗粒强度未见下降,表面光滑,不粘连,不溶解.固定化活性污泥技术处理生活废水是可行的,尤其适合于水量不大的情况,可保证出水水质稳定.

参考文献:

- [1] Chen Jin-ming. 美国管理分散污水处理系统的政策和经验[J]. 中国给水排水, 2004, 20(6): 104-106.
- [2] 孙家寿,张蕾,陈伟亚,等. 固定化生物累托石处理分散生活污水的研究[J]. 武汉工程大学学报, 2008, 30(3): 51-56.
- [3] 孙家寿,张泽强,刘羽,等. CTMAB交联累托石吸附苯胺废水的研究[J]. 离子交换吸附, 2002, 18(3): 229-232.
- [4] 孙家寿,张泽强,沈静,等. 累托石层孔材料在废水处理中的应用研究(III)——含硝基苯废水处理[J]. 武汉化工学院学报, 2004, 25(1): 43-45.
- [5] 徐亚同,史家梁,张明. 污染控制微生物工程[M]. 北京:化学工业出版社, 55-57.
- [6] 汤琪. 生物脱氮除磷新技术[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2006, 29(9): 138-142.
- [7] Than Khin, Ajit P Annach hatre. Novel microbial nitrogen removal processes [J]. Biotechnology Advances 22(2004): 519-532.

Treating dispersing sewage of living by immobilized pillared clay mineral materials: the treatment of sewage by immobilized biological rectorite

SUN Jia-shou, ZHANG Lei, CHEN Wei-ya, WANG Jin, CHEN Mao-rong

(School of Environment and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: After immobilization, there is little effect of environmental factors such as temperature, influent concentration, pH value on sewage. The results of the experiment shows under the condition the concentration of COD is 400 mg/L, the time of aeration is 12 h, the temperature is 20~35℃, pH=6.5~7.5, the amount of immobilized biological rectorite to the COD is 1:20, which indicated that the eliminating efficiency of COD is 80.57%.

Key words: immobilized; biological rectorite; decentralized; sewage