

文章编号: 1673- 9620 (2007) 03- 0034- 03

碱化活性污泥吸附处理含重金属废水的实验研究^{*}

冯俊生¹, 朱 宏¹, 李 玲¹, 张志军¹, 袁根勤²

(1. 江苏工业学院 环境与安全工程系, 江苏 常州 213164; 2. 姜堰市环保局 苏陈监察中队, 江苏 泰州 225500)

摘要: 采用碱化活性污泥吸附去除 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 4 种重金属离子, 研究了 pH、污泥投加量、吸附时间、重金属离子质量浓度 4 种影响因素对碱化活性污泥吸附去除上述 4 种重金属离子的影响。实验结果表明: 经碱化的活性污泥的吸附量增大, 投加量相对减小, 且达到吸附饱和的时间明显缩短。在最佳试验条件下, 碱化活性污泥对 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 都能达到较好的去除效果, 去除率大小顺序为: $\text{Cu}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$, 碱化活性污泥对 Cu^{2+} 的去除率达到 90% 左右。

关键词: 碱化活性污泥; 重金属离子; 吸附

中图分类号: X 703. 1

文献标识码: A

Experimental Study of Treatment of Heavy Metal Wastewater by Adsorption of Alkalized Active Sludge

FENG Jun- sheng¹, ZHU Hong¹, LI Ling¹, ZHANG Zhi- jun¹, YUAN Geng- qin²

(1. Department of Environmental and Safety Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China; 2. Suchen Monitor Station, Jiangyan Environmental Protection Agency, Taizhou 225500)

Abstract: Treating wastewater containing copper ion (Cu^{2+}), zinc ion (Zn^{2+}), Cadmium ion (Cd^{2+}) and lead (Pb^{2+}) by adsorption of alkalized active sludge, the effects on heavy metal ion by adsorption of alkalized active sludge have been studied under different conditions of the value of pH, sludge amounts, adsorptive time, concentration of heavy metals. The results show that adsorptive capacity of alkalized active sludge increases, addition reduces relatively and adsorptive saturation time shortens. In optimum experimental condition, alkalized active sludge has the better removal rate for treating copper ion (Cu^{2+}), zinc ion (Zn^{2+}), Cadmium ion (Cd^{2+}) and lead (Pb^{2+}), the size order of removal rates is $\text{Cu}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$, alkalized active sludge has best removal rate which is up to about 90% and stability for treating copper ion (Cu^{2+}).

Key words: alkalized active sludge; heavy metal ion; adsorption

随着经济的快速发展, 含重金属离子的废水排放量越来越大, 致使土壤和水源中重金属积累加剧且污染日趋严重, 如何有效地治理重金属污染已成为人类共同关注的问题。

生物吸附具有吸附材料来源广、价格低、吸附

能力强、易于分离和回收重金属等优点越来越受到人们的关注。为进一步提高活性污泥的吸附性能, 本文将活性污泥碱化, 一方面去除杂质, 破坏细胞膜, 使活性污泥出现新的结合位置, 同时去除掩盖活性污泥吸附重金属离子的脂肪和蛋白质, 提高吸

* 收稿日期: 2007- 04- 18

作者简介: 冯俊生 (1963-), 男, 内蒙古呼和浩特人, 硕士, 副教授, 研究方向: 水污染控制理论与工程技术。

附量; 另一方面使氨基 $[-NH_3]^+$ 转变为 $[NH_2]$, 引起氨基和供电子基相互协调与重金属离子相结合^[3]。利用碱化的活性污泥吸附处理 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 等重金属离子, 并研究了 pH、污泥投加量、重金属离子浓度、吸附时间对碱化活性污泥吸附去除 4 种重金属离子的影响。

1 实验部分

1.1 模拟重金属废水

模拟废水: 称取分析纯金属 (铜片、锌粒、铜片、铅丝) 1 g, 用少量硝酸溶解, 分别移至 1 000 mL 容量瓶, 用蒸馏水定容。

1.2 仪器与药剂

仪器与器皿: 50 mL 滴定管, 500 mL 三角瓶, 百灵 LA-204 型电子天平, PHB-9901 型 PH/ORP 测试仪, JB-2 型恒温磁力搅拌器, 生化振荡培养箱, 原子吸收分光光度计。

药剂: 0.1 mol/L NaOH 和 HCl 溶液, 蒸馏水。

1.3 吸附材料

活性污泥的碱化: 活性污泥取自南京浦口污水处理, pH=6.7, MLSS=243mg/L。将取回的活性污泥中加入 2 倍体积的 NaOH 溶液浸泡 15 min 后洗涤过滤, 然后测定其 MLSS 值, $\rho(MLSS) = 55.24\text{ g/L}$, 保藏备用。

1.4 吸附实验设计

在常温下, 取一定量的碱化活性污泥和某种重金属离子废水于 500 mL 的三角瓶中, 置于生化振荡培养箱中振荡 (130 r/min), 按所需的 pH、吸附时间进行吸附实验, 吸附完毕后以 2 000 r/min 的转速离心 15 min, 然后取上清液进行测定。

1.5 测定方法

Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 4 种重金属离子均采用原子吸收分光光度法测定。

2 结果与分析

2.1 pH 的影响

取碱化活性污泥 30 mL, 吸附时间为 20 min, 分别在 pH 3~7 范围内, 考察碱化活性污泥对

Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 4 种重金属离子的吸附去除效果, 结果见图 1。

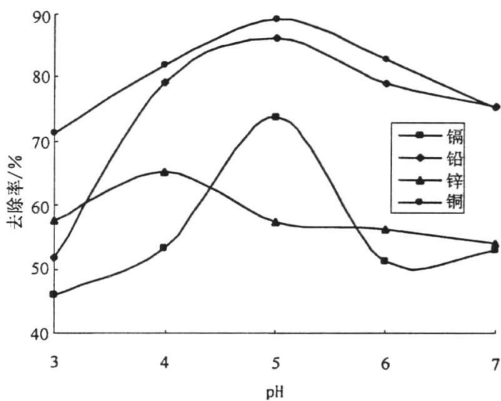


图 1 pH 对重金属离子去除率的影响

Fig. 1 Influence of pH on heavy metal ion removal

由图 1 可以看出, pH 为 4 时, 碱化活性污泥对 Zn^{2+} 吸附去除率最大, 达到 60% 左右, pH 为 5 时, 碱化活性污泥对 Cu^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 吸附去除率均达到最大, 分别为 90%、75% 和 80%。实验结果表明, 碱化活性污泥对 Cu^{2+} 的吸附受 pH 的影响较小, 对 pH 的适应性较强。

2.2 污泥投加量的影响

取碱化活性污泥 10、20、30、40、50 mL, 吸附时间为 20 min, 分别在各自最佳的 pH 条件下, 考察碱化活性污泥对 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 4 种重金属离子的吸附去除效果, 结果见图 2。

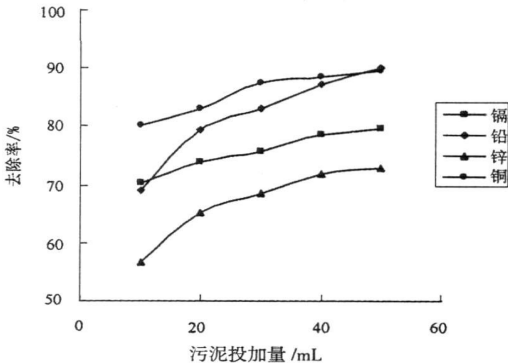


图 2 污泥投加量对重金属离子去除率的影响

Fig. 2 Influence of sludge amounts on heavy metal ion removal

由图 2 可以看出, 增大污泥的投加量, 碱性活性污泥对各重金属离子的去除率都有所提高, 当污泥投加量在 30 mL 左右, 增加的速率就趋于平稳, 速率下降。与普通活性污泥相比, 在对各重金属离子达到同一去除效果上, 经碱化的活性污泥由于吸

附量增大而使污泥用量相对减少。考虑到减少污泥的排放量,实验选择 30 mL 为最佳污泥投加量。

3 吸附时间的影响

取碱化活性污泥 30 mL, 吸附时间为 5、10、15、20、25 min, 分别在各自最佳的 pH 条件下, 考察碱化活性污泥对 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 4 种重金属离子的吸附去除效果, 结果见图 3。

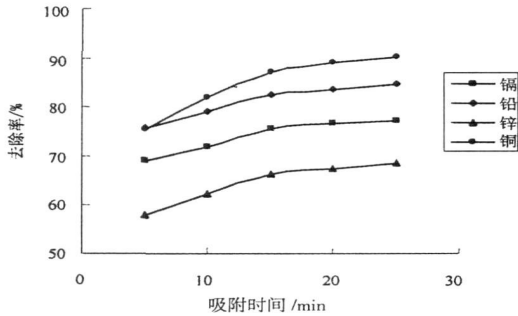


图 3 吸附时间对重金属离子去除率的关系

Fig 3 Influence of adsorptive time on heavy metal ion removal

由图 3 可以看出, 吸附时间越长, 碱化活性污泥对各重金属离子的去除率越高, 当吸附时间到达 15 min 以后, 碱化活性污泥对各重金属离子的去除率趋于稳定, 主要是由于碱化活性污泥的吸附容量接近饱和所致。

3.4 重金属离子质量浓度的影响

取碱化活性污泥 30 mL, 吸附时间为 15 min, 重金属离子质量浓度分别为 60、75、100、150、300 mg/L, 分别在各自最佳的 pH 条件下, 考察碱化活性污泥对 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 4 种重金属离子的吸附去除效果, 结果见图 4、图 5。

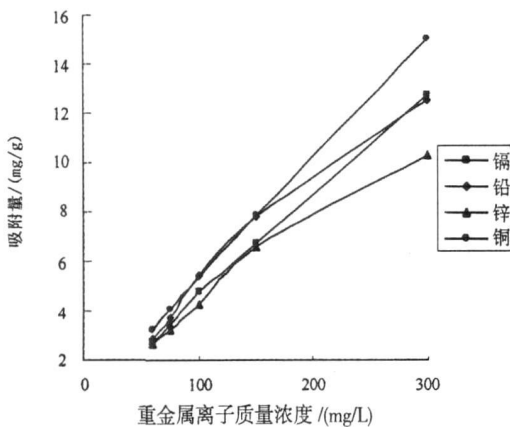


图 4 重金属离子质量浓度与吸附量的关系

Fig. 4 Relation of heavy metal ion concentration and adsorptive capacity

由图 4 和图 5 可以看出, 随着重金属离子浓度的增加, 碱化活性污泥的吸附量也随之增加, 但对

各重金属离子的去除率却都随之降低。这主要是由于碱化活性污泥吸附固定重金属离子的位点是有限的, 且各位点能力也有差别。在离子浓度较低时, 固定能力差的位点无法吸附溶液中的重金属离子, 而在较高浓度时, 那些能力差的位点也会吸附重金属离子, 但此时溶液中金属离子的增加量远大于发挥作用的吸附位点的增加量。实验结果表明, 重金属离子浓度在 50~300 mg/L 范围内, 碱化活性污泥对 Cu^{2+} 去除效果及稳定性较好。

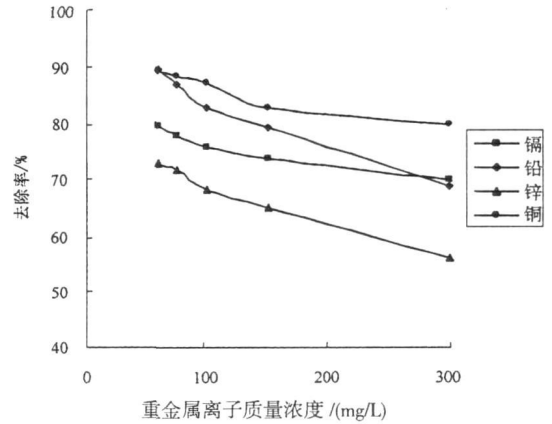


图 5 重金属离子质量浓度与去除率的关系

Fig 5 Relation of heavy metal ion concentration and removal

4 结 论

¹ 利用碱化活性污泥分别吸附去除 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 4 种重金属离子, 在它们各自的最佳实验条件下, 去除率大小顺序为: $\text{Cu}^{2+} > \text{Pb}^{2+} > \text{Cd}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$, 碱化活性污泥对 Cu^{2+} 的去除效果及稳定性最好, 达到 90% 左右。④与普通活性污泥相比, 经过碱化的活性污泥对 Cu^{2+} 、 Zn^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Pb^{2+} 4 种重金属离子的吸附量增大、投加量相对减小、吸附速度变快、且污泥达到吸附饱和的时间明显缩短。

参考文献:

- [1] 况金蓉. 生物吸附技术处理重金属废水的应用 [J]. 武汉理工大学学报 (交通科学与工程版), 2002, 26 (3): 400-403.
- [2] Kim D S. The removal by crab shell of mixed heavy metal ions in aqueous solution [J]. Bioresource Technology, 2003, 87: 355-357.
- [3] Al-Qodah Z. Biosorption of heavy metal ions from aqueous solutions by activated sludge [J]. Desalination, 2006, 196: 164-176.
- [4] 魏复盛, 齐文启. 水和废水监测分析方法 [M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.