

文章编号: 1671-1513(2010)05-0045-03

分子筛对水中氨氮的吸附性能研究

王琦, 田媛, 马昆伦, 刘效兰

(北京工商大学 化学与环境工程学院, 北京 100048)

摘要: 利用复合分子筛对模拟含氨氮废水进行研究, 分析了吸附过程中粒径, 温度, pH 值, 停留时间等影响因素对氨氮去除效率的影响. 结果表明: 氨氮去除效果随着分子筛粒径的减小而增加, 4 g 粒径小于 2 mm 分子筛对 100 mL 浓度为 5 mg/L 的模拟氨氮水的去除效果达到了 80%, 停留时间与去除率呈正相关, 当 40 min 时反应基本达到了平衡, 在弱酸性和碱性条件下氨氮去除率有所增加, 氨氮的去除效果随着温度的升高而上升.

关键词: 复合分子筛; 氨氮; 水处理; 吸附

中图分类号: TS209 X131.2

文献标志码: A

由于世界人口增长和社会经济的发展, 大量生活污水和工业废水排入天然水体, 污染了水源地, 导致水体富营养化, 使可使用的水资源日益减少. 目前, 去除水中氨氮的方法主要有物理化学法和生物法. 其中物理化学法包括吹脱法、电吸附法、超声波法等, 而生物脱氮法主要是利用微生物的硝化、反硝化作用去除多种含氮化合物^[1]. 吹脱法适合处理高浓度氨氮废水, 但去除率受温度的影响^[2]; 生物法工艺较复杂, 运行麻烦, 费用较高, 受温度和有毒物质的影响较大^[3]; 膜生物反应器处理效果好, 流程简单, 设备少, 占地小, 但处理量较小^[4]; F.F 复合分子筛是一种新型的材料, 有很好的氨氮去除效果, 并且价格便宜, 使用方便, 可重复使用^[5-10]. 本研究通过实验室的模拟, 研究了分子筛对水中氨氮的去除效果及其影响因素, 并对吸附机理进行了初步探讨, 为分子筛除氨氮的可行性和实用性提供了一定的依据.

1 材料与方法

1.1 试验材料

新型 F.F 复活分子筛, 以下简称分子筛, 比表面积大于 800 m², 粒径一般为 0.4~2.0 mm, 堆积密度为 0.8~1.0 g/cm³. 通过 x 衍射测定, 这种分子筛是一种铝硅酸盐矿物, 主要含有 Si, Al, Na, Ca 等

元素以及少量的 Sr, Ba, K, Mg 等金属.

1.2 试验方法

采用静态试验的方法, 利用恒温振荡器对分子筛的吸附性能和影响因素进行分析.

处理水: 由氯化铵与去离子水配置;

测定方法: 纳氏试剂比色法 (GB7479-87).

2 结果与分析

2.1 分子筛粒径大小对氨氮去除效果的影响

分别选取 3 种粒径的分子筛各 4 g 向其中加入 100 mL 氨氮浓度为 5 mg/L 的模拟污水, 然后放置在恒温振荡器内, 在室温、转速为 120 r/min 的条件下进行震荡, 得到的静态吸附试验结果见图 1.

由图 1 可知, 分子筛对水中氨氮的去除效果, 随粒径的增大而减少. 粒径小于 0.9 mm 时, 去除率达 80%; 当粒径为 0.9~2.0 mm 时, 去除率为 78%; 当粒径大于 2 mm 时, 去除率仅为 70%. 分子筛去除氨氮主要是依靠分子间色散力和大量的孔道, 当粒径较小时, 相同质量分子筛比表面积越大, 孔径也更多, 所以去除率同使用较大粒径时相比要高.

2.2 分子筛质量对氨氮去除效果的影响

将不同质量分子筛沸石加入 100 mL, 5 mg/L 模拟含氨氮水中, 放入恒温振荡器内, 结果见图 2.

由图 2 可知, 分子筛对水中氨氮去除效果随着

收稿日期: 2009-11-06

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目 (2009BADC2B00-04).

作者简介: 王琦 (1984-), 男, 黑龙江哈尔滨人, 硕士研究生, 研究方向为水污控制;

田媛 (1961-), 女, 甘肃兰州人, 教授, 博士, 主要从事城市生态学方面的研究.

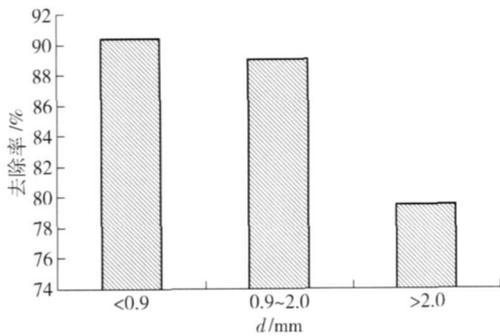


图1 分子筛粒径对氨氮去除效果的影响

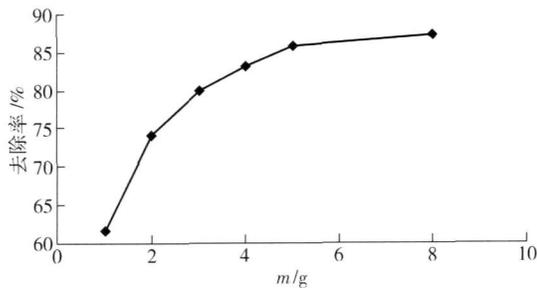
Fig 1 Effect of diameter on $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency

图2 分子筛质量对氨氮去除效果的影响

Fig 2 Effect of mass on $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency

分子筛质量的增加而增加,初始变化较快,但投加量越大,去除率的变化率越小。分子筛质量较小时,分子筛所包含的孔隙和含有的 Na^+ 是有限的,虽然吸附了大量的 NH_4^+ ,但分子筛也达到饱和,并和溶液中的 NH_4^+ 达到吸附平衡。当分子筛质量达到4g时,去除率为80%,去除效果基本稳定,此时再添加分子筛,去除率虽然略有增加,但已经不能对剩余的 NH_4^+ 形成有效吸附。

2.3 停留时间对氨氮去除效果的影响

在100 mL, 5 mg/L的模拟污水中加入4 g分子筛,测定停留时间对氨氮去除率的影响,结果如图

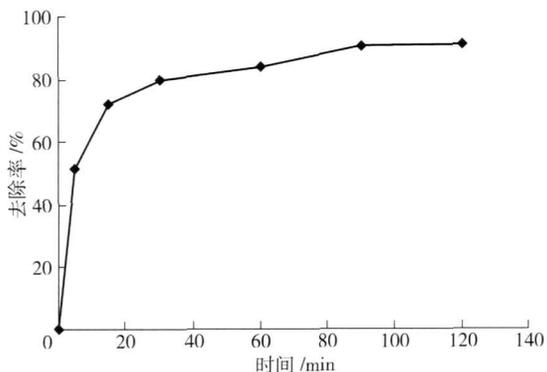


图3 停留时间对氨氮去除效果的影响

Fig 3 Effect of time on $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency

3 从图3可知,氨氮的去除率初始变化较大,在10

min左右时达到52%,停留时间长,去除率随之升高,但变化幅度开始变小,到60 min时达到80%,此后虽然略有增加,但变化较小。分子筛与 NH_4^+ 的吸附过程需要一定时间来完成,反应初始,水中 NH_4^+ 的含量较高,更容易进入分子筛的孔隙,随着反应时间的增加,溶液中 NH_4^+ 的数量和分子筛吸附位逐渐减少,从剩余的 NH_4^+ 被吸附的几率有所下降,直至反应达到平衡。

2.4 pH值对氨氮去除效果的影响

配置若干份浓度为5 mg/L的模拟污水,用稀盐酸和氢氧化钠调节pH值,分别加入4 g分子筛,测定不同pH值对氨氮去除效果的影响,结果如图4

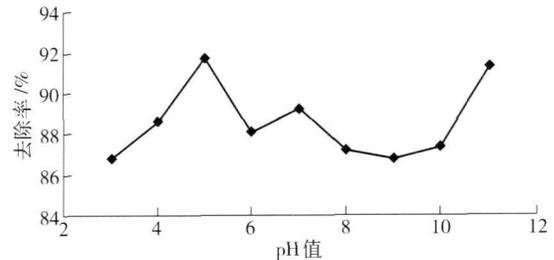


图4 pH值对氨氮去除效果的影响

Fig 4 Effect of pH on $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency

图4中,氨氮去除率随溶液pH值的改变而变化,弱酸和碱性条件下,氨氮的去除效果最佳,都达到了90%以上。在弱酸性条件下,分子筛孔径和通道中的杂质被溶解,提高了氨氮的吸收效果,但酸性增强后,分子筛的孔径结构被破坏,导致吸附量下降。而在碱性条件下,由于存在大量的 OH^- , NH_4^+ 易与 OH^- 形成 NH_4OH ,最后形成 NH_3 挥发出去。

2.5 温度对氨氮去除效果的影响

配置若干份100 mL, 5 mg/L的模拟污水,分别加入4 g分子筛,在不同的温度下进行恒温振荡,测定温度对氨氮去除效果的影响,结果如图5

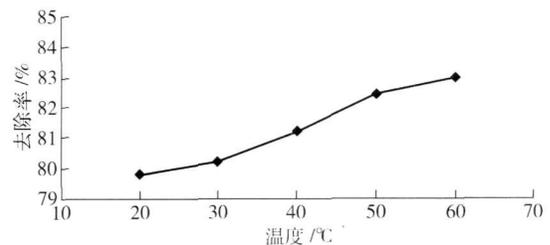


图5 温度对氨氮去除效果的影响

Fig 5 Effect of temperature on $\text{NH}_3\text{-N}$ removal efficiency

图5显示了氨氮的去除效果随温度变化趋势。随温度增加,氨氮的去除率逐渐上升,当温度为20℃时,分子筛对氨氮的去除率为80%;当温度升高到60℃时,氨氮的去除率达到84%。温度升高后溶

液中布朗运动增大, 氨离子活度增强, 更利于进入分子筛表面的孔径和通道, 同时温度升高, 水中氨更易挥发, 导致氨氮去除率的上升。

3 分子筛机理分析

分子筛表面具有色散力和负电荷, 通过色散力吸附溶液中的 NH_4^+ , 降低 NH_4^+ 和分子筛的表面距离, 然后表面负电荷与 NH_4^+ 产生静电吸附力, 吸引阳离子前来中和负电性。并且分子筛有大量的孔隙和孔道, 比表面积大, 活性高, 在毛细力作用下, NH_4^+ 进入分子筛的孔道内, 并与 Na^+ 发生离子交换作用, 从而达到去除水中氨氮的目的^[5]。

4 结 论

分子筛对水中氨氮的去除率随着分子筛粒径的减小而增加; 分子筛质量与氨氮的去除率呈正相关, 当分子筛质量为 4 g 时, 对 100 mL, 5 mg/L 的模拟氨氮水的去除率达到了 80%, 质量超过 4 g 后随质量的增加去除率变化较小; 氨氮去除率随停留时间的增加而增加, 反应到 40 min 时基本达到了吸附平衡; 在弱酸性和碱性条件下氨氮去除率有所增加, 均超过 90%; 氨氮的去除效果随温度的升高而上升。

参考文献:

- [1] 郭文倩, 宋运学, 杜海声, 等. 常用焦水废水中氨氮去除方法的比较 [J]. 工业用水与废水, 2007(1): 64-67.
- [2] 付婉霞, 聂正武, 高杰, 等. 饮用水氨氮的去除方法综述 [J]. 能源环境保护, 2006, 20(3): 15-17
- [3] 常为民, 王荟, 王瑛. 沸石对水中氨氮的吸附性能初探 [J]. 能源环境保护, 2008, 22(1): 39-40.
- [4] 莫罹, 黄霞. 膜生物反应器处理微污染水源水的运行特性 [J]. 中国环境科学, 2003, 23(2): 196-200.
- [5] 佟晓薇, 朱义年. 沸石改性及其去除水中氨氮的实验研究 [J]. 环境工程学报, 2009, 3(4): 635-638
- [6] 王晓颖, 金伟, 陈艳. 粉末状沸石去除微污染水中氨氮的研究 [J]. 城市给水, 2002, 26(2): 20-22
- [7] 杨胜科, 王文科, 李翔, 等. 沸石去除地下水中氨氮的影响因素分析及作用机理探讨 [J]. 西安工程学院学报, 2000, 22(3): 69-72
- [8] 江喆, 宁平. 改性沸石去除水中低浓度氨氮的研究 [J]. 安全与环境学报, 2004, 14(2): 40-42
- [9] Mitali Sarkar Use of laterite for the removal of $\text{NH}_3 - \text{N}$ from contaminated drinking water [J]. Journal of Colloid and Interface Science, 2006, 302 432-441.
- [10] Iesan C.M. Characterization of hybrid inorganic/organic polymer-type materials used for arsenic removal from drinking water [J]. Reactive & Functional Polymers, 2008, 68 1578-1586

ABILITY OF COMPOSITE MOLECULAR SIEVE TO REMOVE $\text{NH}_3 - \text{N}$ FROM WATER

WANG Qi, TIAN Yuan, MA Kun-lin, LU Xiao-lan

(College of Chemical and Environmental Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China)

Abstract The ability of composite molecular sieve to remove $\text{NH}_3 - \text{N}$ from water through static adsorption was studied. The effects of various factors, such as temperature, pH value, contact time consistency on the removal efficiency during the adsorption of molecular sieve were analyzed. The results showed that by using the composite molecular sieve with the amount of 4 g and the size of less than 0.9 mm to treat 100 mL $\text{NH}_3 - \text{N}$ water with the concentration of 5 mg/L, the $\text{NH}_3 - \text{N}$ removal efficiency of molecular sieve is up to more than 80%. The contact time was proportional to the $\text{NH}_3 - \text{N}$ efficiency at the initial stage and reached the equilibrium state in 40 min. The removal of $\text{NH}_3 - \text{N}$ was higher in weak acidic and alkali condition. The removal of $\text{NH}_3 - \text{N}$ raised with the temperature.

Key words composite molecular sieve; $\text{NH}_3 - \text{N}$; water purified; absorption

(责任编辑: 叶红波)