

DOI: 10.3969/j.issn/1671-6841.2012.01.024

复合高铁酸盐片剂的制备及对印染废水的处理研究

高玉梅¹, 宋慧君¹, 王非¹, 李国亭²

(1. 河南工程学院 材料与化学工程系 河南 郑州 450007; 2. 华北水利水电学院
环境与市政工程学院 河南 郑州 450011)

摘要: 在黏糊状的高铁酸盐中加入不同比例的稳定剂制备复合高铁酸盐, 并将其压成片剂, 然后用复合高铁酸盐片剂对不同染料的印染配水进行脱色实验. 实验结果表明复合高铁酸盐片剂对不同染料印染配水的脱色率最高可达90%以上, 可用于印染废水处理.

关键词: 复合高铁酸盐; 片剂; 制备; 废水处理

中图分类号: X 791 文献标志码: A 文章编号: 1671-6841(2012)01-0107-04

0 引言

高铁酸盐是绿色环保的水处理剂, 其标准氧化还原电位在酸性条件下高达 2.20 V, 具有很强的氧化杀菌作用, 同时它还具有良好的混凝作用. 在水处理中可同时发挥氧化、絮凝、吸附、共沉、杀菌、消毒等协同作用, 且不产生有毒、有害副产物, 具有很大的应用潜力. 但高铁酸盐的不稳定性使其工业化应用受到限制^[1-3]. 鉴于此, 本文通过加入不同比例的无水硫酸钠和黏土, 将初级高铁酸盐(未经纯化处理)制成固体复合高铁酸盐, 研究了高铁酸盐、无水硫酸钠和黏土的用量比对复合高铁酸盐稳定性的影响, 获得最佳制备处方. 按最佳制备处方制备复合高铁酸盐, 并将其压成片剂, 分析其稳定性. 用复合高铁酸盐片剂对不同染料的印染配水进行脱色处理, 其对活性红和分散蓝配水的脱色率达90%以上. 采用该方法不但简化了高铁酸盐的制备工艺, 避免了有机溶剂的污染, 而且运输方便; 同时复合高铁酸盐片剂对印染配水的脱色处理使其在印染行业的工业化应用具有指导意义.

1 实验部分

1.1 试剂与仪器

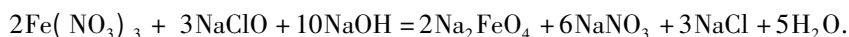
试剂: Na_2FeO_4 (自制), NaOH (AR), KOH (AR), 黏土, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (AR).

仪器: HP-8453 型紫外可见分光光度计(安捷伦公司), JJ-4 六联电动搅拌器(常州国华电器有限公司), 高速离心机等.

1.2 实验步骤

1.2.1 高铁酸盐的制备

实验采用湿法制备高铁酸盐, 即在强碱性条件下, 用 NaClO 将 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ 氧化成高铁酸钠 Na_2FeO_4 , 反应式为



将 KOH 加入该高铁酸钠溶液中, 析出 K_2FeO_4 晶体, 过滤分离得粗产品, 重结晶得到黏糊状的 K_2FeO_4 , 然后加入不同比例的无水硫酸钠和黏土制备成复合高铁酸盐.

1.2.2 复合高铁酸盐片剂的制备

收稿日期: 2011-01-02

基金项目: 河南省教育厅基础科研项目, 编号 2010B610010.

(C) 作者简介: 高玉梅(1974-), 女, 讲师, 硕士, 主要从事无机物的制备与应用研究. E-mail: zzu_gym@sohu.com. http://www.cnki.net

按高铁酸盐、无水硫酸钠和黏土的最佳用量比制备复合高铁酸盐^[4],然后用压片机将其压成片剂,通过测定不同时间片剂中高铁酸盐的分解率,确定复合高铁酸盐片剂的稳定效果。

1.2.3 复合高铁酸盐片剂对活性红配水的脱色作用

用活性红染料配成浓度为 10 mg/L 的染液,取 1 000 mL,分别加入不同量的复合高铁酸盐片剂,搅拌,在最大吸收波长处测定复合高铁酸盐片剂脱色前后染料溶液的吸光度 A_0 和 A ,计算脱色率。

1.2.4 复合高铁酸盐片剂对分散蓝配水的脱色作用

用分散蓝染料配成浓度为 10 mg/L 的染液,取 1 000 mL,分别加入不同量的复合高铁酸盐片剂,搅拌,在最大吸收波长处测定复合高铁酸盐片剂脱色前后染料溶液的吸光度 A_0 和 A ,计算脱色率。

1.2.5 不同 pH 值条件下复合高铁酸盐片剂对印染配水的脱色作用

用活性红、分散蓝、偶氮蓝、酸性铬蓝 K 和偶氮砷 III 5 种染料分别配制成浓度为 10 mg/L 的染料溶液,各取 1 000 mL,加入一定量的复合高铁酸盐片剂,搅拌,加稀 H_2SO_4 或 NaOH 调不同的 pH 值,在最大吸收波长处测定复合高铁酸盐片剂脱色前后染料溶液的吸光度 A_0 和 A ,计算脱色率,以确定最佳脱色效果的 pH 值。

1.3 脱色率的计算

$$T = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\% ,$$

式中 T 为脱色率, A_0 为施药前染料配水的吸光度值, A 为施药后染料配水的吸光度值。

2 结果与讨论

2.1 复合高铁酸盐的制备

溶液态高铁酸盐极不稳定,为了在实际生产中直接应用,必须制得相对稳定的复合高铁酸盐。用次氯酸盐氧化法制备出黏糊状的高铁酸钾,然后与不同量的无水硫酸钠和黏土混合制备不同比例的复合高铁酸盐,隔一定时间对浸出液中的高铁酸盐浓度用直接分光光度法进行测定,所得结果见图 1。

从图 1 可以看出当高铁酸盐:无水硫酸钠:黏土质量比为 1:4:1 时,所制得的复合高铁酸盐具有较好的稳定性,3 个月分解了 50%,其他比例的复合高铁酸盐最多的分解了 60%。由此来看,这种方法对高铁酸盐的稳定具有较好的效果。

2.2 复合高铁酸盐片剂的制备

高铁酸盐中按一定比例加入黏土和无水硫酸钠制成复合高铁酸盐,对高铁酸盐具有稳定作用,为进一步提高复合高铁酸盐的稳定性,把复合高铁酸盐用压片机压成片剂,其分解曲线如图 2 所示。

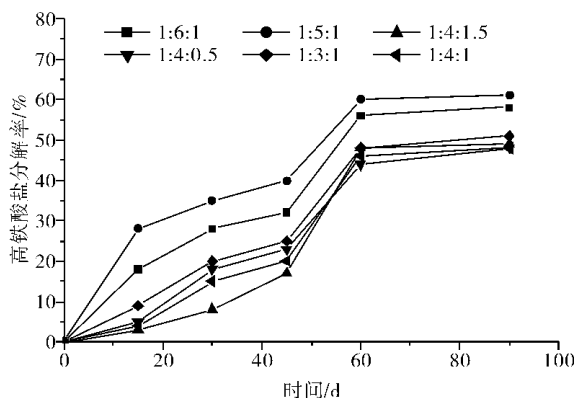


图 1 不同比例的复合高铁酸盐的分解曲线

Fig. 1 The decomposition curve of compound ferrate with different proportion

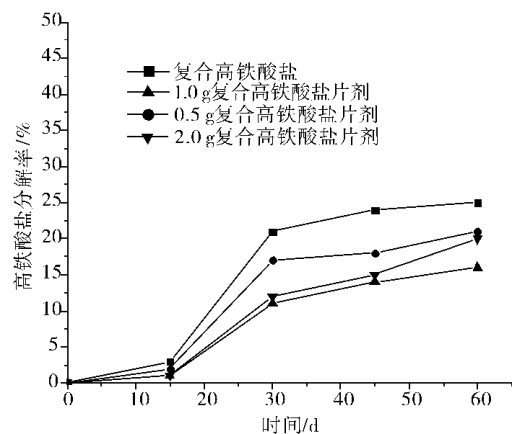


图 2 复合高铁酸盐片剂的分解曲线

Fig. 2 The decomposition curve of compound ferrate tablets

由图 2 可知,压成片剂的复合高铁酸盐的稳定性好于未压成片剂的,且 1.0 g 片剂的稳定性最好。说明

压成片剂后, 高铁酸盐的分解减慢。0.5 g 的片剂由于包裹的高铁酸盐量较少, 导致其稳定性较差, 而 2.0 g 的片剂由于外表面增加, 加快了它的分解。

2.3 复合高铁酸盐片剂对活性红印染配水的脱色处理

用活性红染料配成浓度为 10 mg/L 的染液, 取 1 000 ml, 分别加入不同量的复合高铁酸盐片剂, 搅拌, 在最大吸收波长处测定复合高铁酸盐片剂脱色前后染料溶液的吸光度 A_0 和 A , 计算脱色率, 确定复合高铁酸盐片剂对活性红印染配水的脱色处理效果。以脱色率 T 对时间作图, 则得图 3。

从图 3 可看出, 复合高铁酸盐片剂对活性红印染配水的脱色有以下特点: 0~5 min 之内, 脱色率增加较快, 5~10 min 脱色率增加变慢, 20 min 后脱色率趋于稳定, 最高达 90% 以上。

2.4 复合高铁酸盐片剂对分散蓝印染配水的脱色处理

用分散蓝染料配成浓度为 10 mg/L 的染液, 取 1 000 mL, 分别加入不同量的复合高铁酸盐片剂, 搅拌, 在最大吸收波长处测定复合高铁酸盐片剂脱色前后染料溶液的吸光度 A_0 和 A , 计算脱色率, 确定复合高铁酸盐片剂对分散蓝印染配水的脱色处理效果。以脱色率对时间作图, 则得图 4。

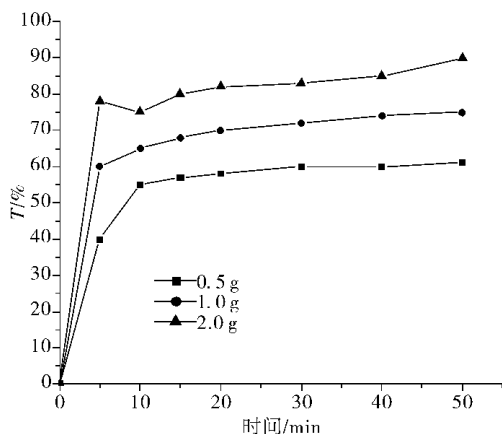


图 3 不同量的复合高铁酸盐片剂对活性红印染配水的脱色效果

Fig. 3 The different weight of compound ferrate tablets effect on the decolorizing efficiencies of reactive red

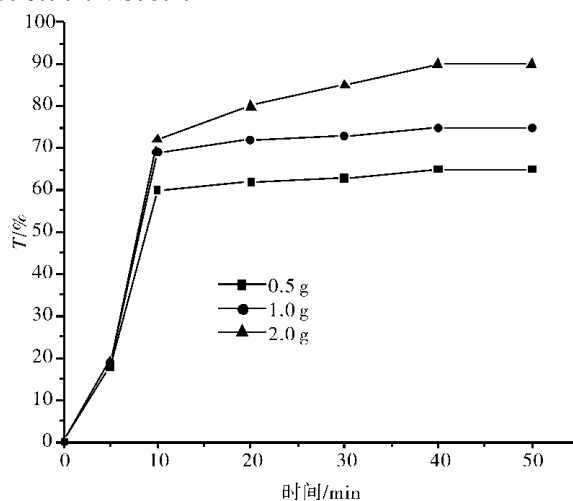


图 4 不同量的复合高铁酸盐片剂对分散蓝印染配水的脱色效果

Fig. 4 The different weight of compound ferrate tablets effect on the decolorizing efficiencies of disperse blue

从图 4 可看出, 分散蓝印染配水的脱色效果随复合高铁酸盐片剂质量的增加而提高, 2.0 g 复合高铁酸盐片剂的脱色率达 90% 以上。在投加的 0~5 min, 脱色率仅为 20%, 5~10 min 提高到 75% 左右, 30 min 后脱色率趋于稳定, 最高达 90%。这是由于高铁酸盐片剂的质量越大其所含的高铁酸盐就越多, 因此脱色率最好。

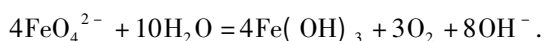
2.5 pH 值对复合高铁酸盐片剂脱色效果的影响

以复合高铁酸盐片剂的最佳用量对各体系投放后, 改变 pH 值, 测定相应 T 值, 以脱色率对时间作图, 则得图 5。

由图 5 可看出, 活性红和分散蓝的脱色率受 pH 值影响较大, 但 pH 在 6~8 时能达到较好的脱色效果。其他几种染料的脱色率受 pH 值影响不大, 这显示了复合高铁酸盐片剂在脱色处理上有较宽的 pH 值范围, 使其对印染配水的脱色处理具有实际应用价值。

2.6 复合高铁酸盐片剂稳定性的原因分析

高铁酸盐发生分解的反应一般为:



该反应生成的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 对高铁酸盐有强烈催化作

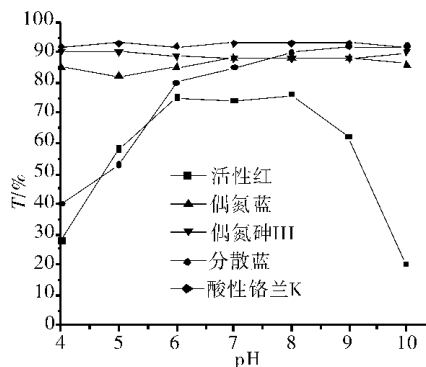


图 5 不同 pH 时复合高铁酸盐片剂对印染配水脱色效果

Fig. 5 The decolorizing efficiencies of dyes with different pH

用,而加入的黏土表面电位呈负值,可以中和由于高铁酸根自身分解产生的氢氧化铁胶体的正电,同时黏土中硅对高铁酸盐具有稳定作用;另一方面,加入的无水硫酸钠吸收了黏糊状高铁酸盐中的大量水分,进一步减慢了高铁酸盐的分解速率,从而使高铁酸盐的稳定性增强。

3 结论

用一定比例的黏土、无水硫酸钠和高铁酸盐制成复合高铁酸盐,然后压成片剂,使高铁酸盐获得了较好的稳定性,且制备的复合高铁酸盐片剂为固体,方便贮存和运输,为高铁酸盐的工业化应用指明了方向。

复合高铁酸盐片剂对几种染料的最大脱色率达90%,可以有效地去除印染废水色度。并且高铁酸盐在废水处理中不产生有毒、有害副产物,是一种绿色环保的净水剂,具有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 曲久辉,王立立,田宝珍,等. 高铁酸盐氧化絮凝去除饮用水中氨氮的研究[J]. 环境科学学报, 2000, 20(3): 280-283.
- [2] Ma J, Liu W. Effectiveness and mechanism of potassium ferrate(VI) preoxidation for algae removal coagulation[J]. Water Research, 2002, 36(4): 871-878.
- [3] Murshed M, Rockstraw D A, Hanson A T, et al. Rapid oxidation of sulfide mine tailings by reaction with potassium ferrate[J]. Environmental Pollution, 2003, 125(2): 245-253.
- [4] 高玉梅,刘帅霞. 复合高铁酸盐的制备研究[J]. 针织工业, 2010, 37(5): 49-51.

Preparation of Compound Ferrate Tablets and the Dyeing Wastewater Treatment

GAO Yu-mei¹, SONG Hui-jun¹, WANG Fei¹, LI Guo-ting²

(1. Department of Material and Chemical Engineering, Henan Institute of Engineering, Zhengzhou 450007, China;

2. Institute of Environment and Municipal Engineering, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou 450011, China)

Abstract: The potassium ferrate was prepared by adding different proportions stabilizers, and the compound was pressed into tablets. The potassium ferrate tablets were used to treat the dyeing wastewater. The results showed the best discoloration rate of the potassium ferrate tablet was 90% above.

Key words: compound ferrate; tablets; preparation; wastewater treatment