

文章编号: 1000-6524(2001)04-0555-04

累托石层孔材料处理含铬废水的研究

孙家寿, 张泽强, 刘羽, 鲍世聪, 沈静, 卢沈艳

(武汉化工学院, 湖北 武汉 430073)

汪昌秀, 赵连强, 姚琦

(湖北名流累托石科技股份有限公司, 湖北 武汉 430071)

摘要: 以累托石层孔材料为吸附剂, 以 FO2 为添加剂对含铬电镀废水进行处理, 并对其吸附性能做了初步的探讨。实验结果表明, 在不改变原水 pH 值的条件下, 吸附剂用量为 2.5 g/L, 还原剂用量为 0.5 g/L, 处理后水中残留铬浓度为 0.2 mg/L, 远低于国标 GB8978-1996 一级排放标准; 累托石吸附铬的反应符合 Freundlich 吸附经验式: $\lg Q = -1.9102 + 0.3545 \lg C$ 。

关键词: 累托石; 吸附剂; 含铬废水; 达标排放

中图分类号: P578; X703.1

文献标识码: A

电镀、石化、制药是当今全球三大污染工业。就电镀废水而言, 全国电镀厂、点约有 1 万家, 每年排放出的废水达 40 亿 m^3 ^[1]。电镀废水污染环境主要有 2 个途径: 一是排放量少浓度高的电镀废液; 二是排放量大浓度相对较低的电镀废水^[2]。铬化电镀所带来的环境污染两者兼而有之。通常认为金属铬和二价铬无毒, 三价铬毒性很小, 危害最大的是六价铬的化合物, 经呼吸道吸入的不溶性铬盐长期停留在肺组织内, 是导致肺癌的主要因素之一^[3]。国家明文规定工厂排出废水含铬及其化合物最高排放浓度为 0.5 mg/L^[4]。目前化学法处理电镀含铬废水是国内使用较为广泛的方法之一, 一般常用的有铁氧体处理法、槽内处理法、钡盐法、铅盐法、铁粉处理法等。除此之外, 逐渐开发了离子交换处理法、电解处理法, 但这些方法有些目前在生产上使用尚不普遍, 有些还存在着某些问题尚待进一步解决^[3]。本文系在含铬电镀废水中加入 FO2 添加剂、累托石吸附剂来降低含铬量的实验研究成果。

1 实验原料和方法

实验方法为: 在一定量的含铬电镀废水中加入 FO2 添加剂, 再用累托石吸附。静置过滤, 取滤液用分光光度法测其残留 Cr^{6+} 含量, 并计算 Cr^{6+} 的去除率。

实验用电镀废水取自湖北省荆州某电镀厂实际废水, 测其 pH 值为 7.65, $Cr(VI)$ 含量为 61.4 mg/L。实验用累托石取自湖北钟祥矿, 是一种规则间层粘土矿物, 含水铝硅酸盐。天然产出的累托石, 大多呈土状、皮壳状、细片状、席草状, 质地松软, 有滑感, 遇水膨胀, 解离成泥糊状, 一般粒度细小, 小于 5 μm 的占多数, 少数结晶好的粗颗粒可达 0.1~0.01 mm。外表颜色随渲染矿物而不同, 有灰白、灰绿、褐黄等。纯净的累托石为白色, 有的略带微红、微绿或微黄色。密度变化大, 随含水量不同而变化: 无水累托石密度为 2.8, 含水多的可低到 1.3。它具有耐高温特点, 其耐火度达 1660 $^{\circ}C$ 。晶体结构中含有膨胀性的蒙皂石晶层, 具有较大的亲水表面, 在水溶液中显示出良好的亲水性、分散性和膨胀性。累托石粘土的胶质价一般为 50

收稿日期: 2001-05-07; 修订日期: 2001-09-20

基金项目: 湖北省科技厅资助项目 (20002P1813)

作者简介: 孙家寿 (1946-), 男, 侗族, 教授, 主要从事环境矿物材料的研制与应用。

~ 60 mL/15mg。蒙皂石具有层负电荷,显示电负性。当把它结构中的水分和可交换阳离子排除以后,它能吸附各种无机离子、有机极性分子,特别是对各种金属离子,如铬、铅、锌、铜等离子有很好的吸附效果^[4,5]。根据矿样,其化学成分($w_B/\%$)为 SiO₂ 44.96, Al₂O₃ 35.69, FeO 0.40, MgO 0.23, CaO 2.73, Na₂O 1.52, K₂O 1.13, H₂O⁺ 6.90, H₂O⁻ 6.15。

2 实验结果与分析

经对粘土矿物材料多年的实验研究可知^[6-12],影响累托石层孔材料对铬吸附效果的因素有:累托石层孔材料用量、FO2用量、废水的pH值和搅拌时间。

2.1 累托石层孔材料用量对吸附效果的影响

取100 mL废水,固定废水中FO2添加剂用量为0.1 g/L,改变累托石层孔材料用量,进行常温搅拌吸附60 min。结果表明,累托石层孔材料用量小于2.5 g/L时吸附效果随着用量的增加而增加,当累托石层孔材料用量大于2.5 g/L时,吸附效果暂时下降(图1),故暂选定累托石用量为2.5 g/L。

2.2 FO2用量对累托石吸附效果的影响

固定累托石层孔材料用量为2.5 g/L,改变FO2添加剂用量,按2.1条件进行实验,结果表明:废水的处理效果随FO2用量的增加而增加,当其用量达到0.8 g/L时,铬残留量已达到国家排放标准(图2)。

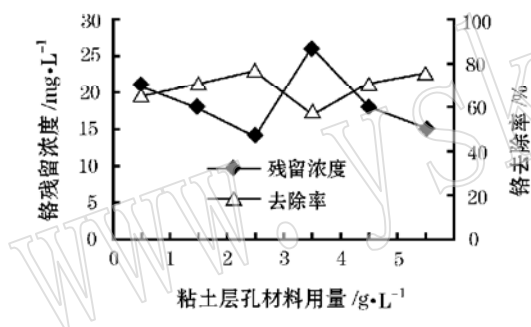


图1 粘土层孔材料用量对吸附效果的影响
Fig. 1 Effect of rectorie dosage on adsorption

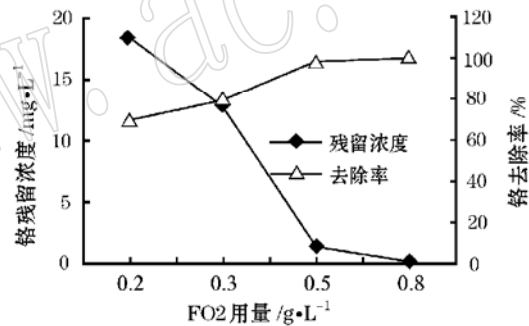


图2 FO2用量对吸附效果的影响
Fig. 2 Effect of FO2 dosage on adsorption

2.3 确定累托石层孔材料与FO2试剂最佳用量的实验

FO2用量为0.8 g/L时,残留铬含量已达到国家排放标准,但考虑成本问题,欲通过增加累托石用量、减少FO2用量达到预期目的,于是进行了正交实验。该二因素的水平取值如表1,实验结果如表2所示。对表2中数据进行统计分析,可得出下列结论:3项效应中以FO2用量的主效应最为显著,A主效应及AB交互效应都不明显,表明决定铬去除率高低的关键是FO2添加剂的用量,愈多愈好,最优用量为B3(0.5 g/L);累托石层孔材料最优用量为A1—A2(2.5~4.0 g/L)。故最优条件组合为A1B3,即累托石层孔材料2.5 g/L、FO2 0.5 g/L为最佳用量。

2.4 pH值对累托石层孔材料吸附效果的影响

固定累托石层孔材料用量2.5 g/L,FO2用量为0.5 g/L,改变处理水的pH值,实验结果表明累托石层孔材料在中性及偏碱性条件下有较好的吸附效果(图3)。由于原水的pH值为7.65,故不需再调。

表1 正交实验水平取值

Table 1 Perpendicularity test level

水平	累托石层孔材料(A)	FO2添加剂(B)
1	2.5	0.3
2	4.0	0.4
3	5.0	0.5

表2 正交实验结果
Table 2 Perpendicularity test results

试点号 j	因素 A 水平列号 1	因素 B 水平列号 2	因素 AB 水平列号 3	Cr ⁶⁺ 去除率 E/ %
①	1	1	1	94.46
②	1	2	2	98.53
③	1	3	3	100
④	2	1	2	96.42
⑤	2	2	3	98.37
⑥	2	3	1	100
⑦	3	1	3	93.00
⑧	3	2	1	97.72
⑨	3	3	2	99.51
E_I	292.99	283.88	292.18	$E_T = \sum_{j=1}^9 E_j = 878.01$
E_{II}	294.79	294.62	294.46	
E_{III}	290.23	299.51	291.37	
$\bar{E}_I = \frac{1}{3} E_I$	97.66	94.63	97.39	$\bar{E} = \frac{1}{9} E_T = 96.56$
$\bar{E}_{II} = \frac{1}{3} E_{II}$	98.26	98.21	98.15	
$\bar{E}_{III} = \frac{1}{3} E_{III}$	96.74	99.84	97.12	
$r = \bar{E}_{\max} - \bar{E}_{\min}$	1.52	4.58	1.03	

* E_I 、 E_{II} 、 E_{III} 分别为水平 1、2、3 铬去除率之和, r 表示 E 平均值的极差。

2.5 搅拌时间对累托石层孔材料吸附效果的影响

在上述选定的条件下, 改变搅拌吸附时间。实验结果表明: 搅拌时间为 20~ 40 min, 铬的去除率最高 (图 4)。

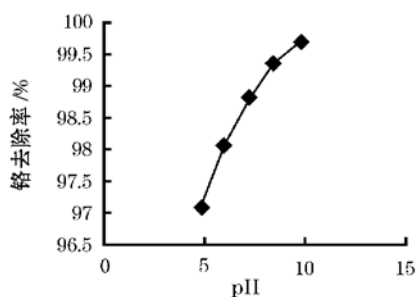


图3 pH值的改变对吸附效果的影响
Fig. 3 Influence of change of pH on the adsorption effect

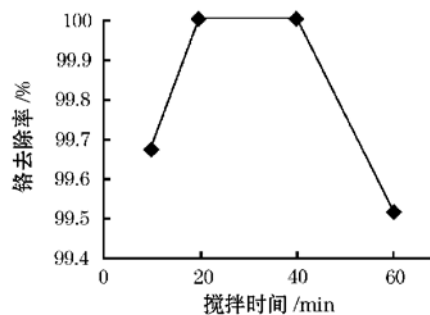


图4 搅拌时间对吸附效果影响
Fig. 4 Influence of stirring time on the adsorption effect

3 累托石层孔材料对铬 (VI) 的吸附性能

准确称取 0.2、0.4、0.6、0.8、1.0、1.5、2.0、3.0、4.0、5.0g 累托石层孔材料, 分别加入等量的含铬废水各 50 mL, 于振荡器上振荡 30 min, 测定水中铬的浓度 C, 计算相应累托石层孔材料的吸附量。实验结果 (表 3) 表明其符合 Freundlich 吸附等温式 $Q = KC^{1/n}$, 即 $\lg Q = \lg K + 1/n \lg C$ 。根据最小二乘法计算可得 $\lg Q = -1.9102 + 0.3545 \lg C$, 相关系数 0.8931 表示高度紧密相关, 大于 $r_{0.01}(8) = 0.765$ (由相关系数检验表

查得),说明上述回归线是有意义的。由此可知, n 值为 2~ 10, 累托石层孔材料吸附铬的反应易于进行。

表 3 累托石层孔材料对铬 (VI) 的吸附性能

Table 3 Rectories materials adsorption ability on Cr (VI)

累托石用量/g	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0
铬浓度/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	29	27	22	18	15	12	6	0.5	0.3	0.2
吸附容量/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	162	86	65.7	54.3	46.4	32.9	27.7	20.3	15.3	12.3

4 结 论

实验结果表明,在不改变原水 pH 值的条件下,累托石层孔材料用量为 2.5 g/L, FO2 用量为 0.5 g/L, 搅拌时间为 20~ 40 min, 处理后水中残留铬浓度为 0.2 mg/L, 远低于国标 GB8978- 1996 一级排放标准, 在工业上是实际可行的。实验结果还表明这一反应符合 Freundlich 吸附等温式: $\lg Q = - 1.9102 + 0.3545 \lg C$ 。

参考文献:

- [1] 黄维光. 五十年来我国电镀废水治理的回顾[J]. 电镀与精饰, 2000, 2: 6~ 7.
- [2] 涂锦葆. 电镀废水治理手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989, 3, 82.
- [3] 俞誉福, 毛家骏. 环境污染与人体保健[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1985, 123.
- [4] 国家环保局. 水和废水监测分析方法[M]. 北京: 中国环境科学技术出版社, 1989, 161, 587.
- [5] 江 涛, 刘源骏. 累托石[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 38~ 54.
- [6] 孙家寿, 刘 羽, 鲍世聪, 等. 粘土矿物吸附特性研究 (I) [J]. 武汉化工学院学报, 1996 (3): 31~ 34.
- [7] 孙家寿, 刘 羽, 鲍世聪, 等. 粘土矿物吸附特性研究 (II) [J]. 武汉化工学院学报, 1997(1): 34~ 37.
- [8] 孙家寿, 刘 羽, 鲍世聪, 等. 粘土矿物吸附特性研究 (III) [J]. 武汉化工学院学报, 1997(3): 27~ 31.
- [9] 孙家寿, 刘 羽, 鲍世聪, 等. 粘土矿物吸附特性研究 (IV) [J]. 武汉化工学院学报, 1998(2): 43~ 46.
- [10] 孙家寿, 刘 羽, 鲍世聪, 等. 粘土矿物吸附特性研究 (V) [J]. 武汉化工学院学报, 1999(1): 28~ 30.
- [11] 孙家寿, 刘 羽, 鲍世聪, 等. 粘土矿物吸附特性研究 (VI) [J]. 武汉化工学院学报, 2000(2): 33~ 35.
- [12] 孙家寿, 刘 羽, 鲍世聪, 等. 粘土矿物吸附特性研究 (VII) [J]. 武汉化工学院学报, 2000(4): 37~ 39.

Study on the Treatment of Chromium-containing Wastewater with Rectories

SUN Jia_shou, ZHANG Ze_qiang, LIU Yu, BAO Shi_cong, SHEN Jing, LU Shen_yan
(Wuhan Institute of Chemical Technology, Wuhan 430073, China)

WANG Chang_xiu, ZHAO Lian_qiang and YAO Qi
(Hubei Mingliu Rectorie Scientific Limited Company, Wuhan 430071, China)

Abstract: In this paper, the Chromium-containing wastewater treatment with rectorites as adsorption reagent and with FO2 as redacting reagent has been studied. The sorption behavior of rectorites for chromium (VI) also were investigated. The result of the experiment shows that under the condition without changing its pH, the amount of the rectorites in 2.5g/L, FO2 0.5 g/L, it can make the wastewater reach the standard and drain off. It's more economical. The sorption behavior of rectorities for chromium (VI) obeys the Freundlich, $\lg Q = - 1.9102 + 0.3545 \lg C$.

Key words: rectorie; adsorption reagent; chromium-containing wastewater; reach a standard and drain off