

文章编号: 1000- 6524 (2001) 04- 0587- 03

羟基磷灰石吸附剂去除 铬黄工业废水中铅离子的研究

罗惠华 钟康年 刘羽
(武汉化工学院, 湖北 武汉 430073)

摘要: 羟基磷灰石吸附剂对铬黄废水中 Pb^{2+} 吸附的间歇实验结果表明: 当每吨废水中吸附剂用量为 200~ 400 g 时, 常温搅拌 60 min 后, 在弱酸性或中性废水中, 铅离子质量浓度由 2.74 mg/L 降至 0.5 mg/L 以下, 完全符合 GB8978- 1996 工业废水排放标准 1.0 mg/L。

关键词: 羟基磷灰石; 铅离子; 废水; 吸附

中图分类号: P619.25⁺9; X703

文献标识码: A

铅是生物毒性最强的重金属之一, 对人体健康, 尤其对儿童的生长发育有很大的危害^[1], 加之它又是一种蓄积性毒物, 因此, 对铅污染的治理迫在眉睫。为了解决这一问题, 笔者进行了多年研究, 开发出改性天然矿物材料吸附剂(羟基磷灰石吸附剂)、人工合成吸附剂。其中后者对 Pb^{2+} 的吸附容量高达 400 mg/g, 但其生产成本高, 很难用于实际废水的处理; 而羟基磷灰石吸附剂对废水中的 Pb^{2+} 也有较强的吸附能力, 吸附的 Pb^{2+} 非常稳定, 难以解吸, 不会造成再次污染。本文在上述研究的基础上主要探讨羟基磷灰石吸附剂对铬黄颜料废水中 Pb^{2+} 的吸附性能。

1 实验原料及废水

实验原料为采自某矿山的天然矿物材料, 经改性处理后制成羟基磷灰石吸附剂, 粉碎至小于 0.074 mm 备用。废水为河南某颜料公司生产铬黄颜料排出的含铅离子废水, 其 Pb^{2+} 质量浓度大于 2 mg/L, 并且含有大量其他的无机离子和少量有机物。

2 实验方法

在初始浓度为 C_0 、体积为 V 的废水中, 加入一定质量(m)的羟基磷灰石吸附剂, 常温搅拌一定时间(t)后过滤。然后用双硫脲分光光度法测定滤液中 Pb^{2+} 的残余浓度 C , 并计算吸附率 η 。

3 结果与讨论

3.1 影响羟基磷灰石吸附剂吸附 Pb^{2+} 的主要因素

实验考察了吸附剂用量、废水中 Pb^{2+} 的初始浓度和搅拌时间对吸附效果的影响(表 1)。结果表明, 在中性范围内 pH 值对吸附的影响不大, 但在弱酸性条件下对吸附有利, 可用来处理较高浓度废水; 随着搅拌

收稿日期: 2001- 05- 07; 修订日期: 2001- 09- 14

基金项目: 湖北省重点科技资助项目(981P0213)

作者简介: 罗惠华(1968-), 男, 汉族, 学士, 工程师, 环境工程专业。

表1 羟基磷灰石吸附剂吸附 Pb^{2+} 实验结果Table 1 Experimental result of removal of Pb^{2+} by hydroxylapatite adsorbent

吸附剂用量/ $kg \cdot t^{-1}$	t/h	pH	V/L	$C_0/mg \cdot L^{-1}$	$C/mg \cdot L^{-1}$	$\eta/\%$
0.2	0.5	7.5	3	2.04	0.666	67.35
	1.0	7.5		2.04	0.624	69.41
	2.0	7.5		2.04	0.540	73.59
	6.0	5.5		4.80	0.370	92.29
0.3	0.5	7.5	3	2.04	0.497	75.64
	1.0	7.5		2.04	0.483	76.32
	2.0	7.5		2.04	0.469	77.01
0.37	0.5	7.6	3	2.74	0.49	88.12
	1.0	7.6		2.74	0.29	89.42
	2.0	7.6		2.74	0.28	89.78
10	2.0	5.0	0.1	4.80	0.043	99.10

时间的延长,吸附率增加,但当吸附时间大于 60 min 后,吸附率增加趋于变缓;随着吸附剂用量的增加,吸附率增大,当每吨废水的吸附剂用量由 0.2 kg 增至 10 kg 时,废水中残余 Pb^{2+} 由 0.666 mg/L 降至 0.043 mg/L,其吸附率由 67.35% 增至 99.10%。因此,为了测定处理较低浓度废水中吸附容量是否达到羟基磷灰石吸附剂的饱和值,将吸附铅离子之后的羟基磷灰石吸附剂进行了再吸附试验,结果见表 2。实验结果说明,吸附剂有很强的再吸附能力,去除率可达 76.67%,采用多次吸附的方法可以大大降低吸附剂用量。综合各种因素可得最优吸附条件:处理弱酸性或中性铬黄颜料废水,羟基磷灰石吸附剂用量 200~400(g/t),常温搅拌 60 min,可使废水中残留 Pb^{2+} 浓度低于 GB8978-1996 工业废水排放标准,效果大大超过未经改性的天然磷矿石。

表2 再吸附试验结果

Table 2 Experimental result of resorption

吸附剂用量/ $g \cdot t^{-1}$	t/h	pH	V/L	$C_0/mg \cdot L^{-1}$	$C/mg \cdot L^{-1}$	$\eta/\%$
200	0.5	7.5	3	2.04	0.575	71.81
	1.0	7.5		2.04	0.476	76.67

2.2 羟基磷灰石吸附剂吸附 Pb^{2+} 的机理

羟基磷灰石吸附剂是天然矿物材料制成的无机吸附剂,有资料报道,这种天然矿物材料对 Pb^{2+} 的吸附主要是离子交换吸附与溶解-沉淀反应^[2-4]。离子交换吸附是指羟基磷灰石晶格中阳离子与 Pb^{2+} 发生离子交换, Pb^{2+} 进入羟基磷灰石晶格形成新的物相;而溶解-沉淀反应是指羟基磷灰石有表面溶出现象,溶解出的络阴离子与 Pb^{2+} 相互作用形成了铅的新相矿物沉淀。由天然矿物改性后制成的羟基磷灰石吸附剂去除 Pb^{2+} 的机理与未改性前的相似,改性的作用可能使天然矿物表面活化,提高了矿物材料表面的活性,更有利于离子交换或溶解-沉淀反应。

3 结论

羟基磷灰石吸附剂能有效去除废水中的 Pb^{2+} 。当废水中含 Pb^{2+} 大于 2 mg/L、吸附剂用量为 370 g/t 时,在弱酸性或中性条件下搅拌 60 min 后, Pb^{2+} 去除率可达 90%,此时废水中残留 Pb^{2+} 含量已达到工业废水排放标准。实验证明羟基磷灰石吸附剂不仅可以应用于处理铬黄颜料废水中的 Pb^{2+} ,而且还可以去

除其他工业废水中的 Pb^{2+} 。

参考文献:

- [1] 俞苏蒙, 王振刚. 铅污染地区儿童血浆氨基酸水平的研究[J]. 环境保护, 1995, (2): 44~ 47.
- [2] 刘羽, 钟康年, 胡文云. 用水热羟基磷灰石去除溶液中铅离子的研究[J]. 武汉化工学院学报, 1998, (1): 39~ 42.
- [3] Ma Qiying, Traina S T, Logon T J, *et al.* In situ lead immobilization by apatite[J]. Environmental Science and Technology, 1993, 27: 1 803~ 1 810.
- [4] Lower S T, Maurice P A, Traina S J, *et al.* Aqueous Pb sorption by hydroxylapatite: Application of atomic force microscopy to dissolution, nucleation, and growth studies[J]. American Mineralogist, 1998, 83: 147~ 158.

An Experimental Study on the Removal of Pb Ion from Chrome Yellow Wastewater by Hydroxylapatite Adsorbent

LUO Hui_hua, ZHONG Kang_nian and LIU Yu
(Wuhan Institute of Chemical Technology, Wuhan 430073, China)

Abstract: The removal of Pb^{2+} from chrome yellow wastewater by hydroxylapatite adsorbent has been investigated with the batch method. The experimental result shows that, when 200~ 400 g/t hydroxylapatite adsorbent is used and the stirring time is longer than 60 minutes at normal temperature, the mass density of Pb^{2+} in chrome yellow wastewater is reduced to lower than 0.5 mg/L, which comes up to the standard of industrial drain water (1.0 mg/L).

Key words: hydroxylapatite; Pb ion; wastewater; adsorption