

处理铝型材厂污水用复合聚硅酸铝铁的制备与絮凝效果的分析

张小琴

广东省工业技术研究院(广州有色金属研究院)分析检测中心, 广东 广州 510650

摘要:采用聚硅酸铝铁(PSAF)处理铝型材生产过程中产生的废水,考察了铝铁摩尔比、碱化度、 SiO_2 含量、反应温度以及溶液pH值对聚硅酸铝铁絮凝效果的影响;比较了聚硅酸铝铁与其他絮凝剂的絮凝性能,结果表明,采用聚硅酸铝铁处理铝型材厂废水具有制备方法简单、无毒、用量少、原料来源广泛、适用pH值范围较宽以及絮凝效果好等特点。

关键词:絮凝剂;铝型材;污水;制备

中图分类号: TQ9

文献标识码: A

聚硅酸铝铁(PSAF)是在聚硅酸和传统铝盐、铁盐絮凝剂的基础上发展起来的复合型多核无机高分子絮凝剂。该絮凝剂兼具聚硅酸的粘结聚集性,吸附架桥效能强以及铝盐、铁盐的电中和能力强、絮凝剂絮体大、脱色性能好等优点^[1-3],较目前在水处理中广泛使用的单核聚合氯化铝(PAC)絮凝剂在除浊、脱色、去除COD和除油等方面都有更好的效果。本文首次尝试应用聚硅酸铝铁处理铝型材生产过程中产生的废水,试图提高污水的除浊度,降低絮团的含水量,大幅度减少处理废渣的能耗。采用电子显微镜观察了聚硅酸铝铁的形貌,并考察了铝和铁的摩尔比、碱化度、 SiO_2 含量、反应温度以及溶液pH值对PSAF絮凝效果的影响;比较了聚硅酸铝铁与其他絮凝剂在处理铝型材厂废水的絮凝性能。

1 实验部分

1.1 主要仪器及试剂

DHSJ 3F型pH计(上海),JB90-D型自动控制搅拌仪(上海标本),NDH-20型光散射浊度仪,硫酸胍,硅酸钠($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$), $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , NaClO_3 ,

H_2SO_4 均为分析纯试剂,实验用水为去离子水。

1.2 制备聚硅酸铝铁

将水玻璃稀释至7%,在高速搅拌条件下缓慢加入到一定体积20%的 H_2SO_4 溶液中,控制pH值为3.5,室温下聚合2 h,制得半成品活化硅酸(PS)。按比例分别称取一定量的硫酸铝与硫酸铁,加水溶解,在快速搅拌、Al/Fe摩尔比一定的条件下,先后将硫酸铁溶液和硫酸铝溶液加入到聚合体系中,在30~50℃下使之混合,然后在快速搅拌的条件下,向混和液中滴加10%的NaOH溶液,调节溶液的pH值。然后依次加入少量 NaClO_3 及稳定剂,制得聚合产品聚硅酸铝铁(PSAF)。

1.3 絮凝实验

试验装置为三口烧瓶和台式电动搅拌器。实验水样为500 mL铝型材厂污水,用0.1 mol/L稀盐酸或氢氧化钠调节水样的pH值,加入一定量的絮凝剂,在40~60 r/min的转速下恒速搅拌10 min,静置沉降10 min,于液面下2~3 cm处取上清液,根据文献[6]的方法测定残余浊度。

1.4 碱化度

碱化度是PSAF中羟基含量与铝铁的总含量的

收稿日期:2012-03-16

作者简介:张小琴(1980-),女,江苏溧水人,工程师,硕士。

摩尔比,即 $B = \frac{[\text{OH}]}{[\text{Al} + \text{Fe}]_T}$, 计算公式为:

$$B = \frac{10^{-\text{pH}} + C_A - C_B}{\text{Al}_T + \text{Fe}_T} \tag{1}$$

式(1)中,pH为铝、铁盐溶液固有的pH值; C_A 为向溶液中加入的碱的浓度(mol/L); C_B 为溶液中加入的酸或盐类试剂中含有的游离酸的浓度(mol/L); Al_T 和 Fe_T 分别为溶液中铝和铁的总浓度(mol/L)^[7].

2 实验结果与讨论

2.1 聚硅酸铝铁(PSAF)的最佳制备条件及投加量

采用正交实验法,以残余浊度为絮凝性能指标,考察铝和铁的摩尔比(A)、碱化度(B)、 SiO_2 含量(C)、反应温度(D)对PSAF絮凝效果的影响,实验中每个因子取4个水平,试验数据及处理结果分别列于表1和表2.

表1 正交试验因素与水平
Table 1 Factors and Tables orthogonal experiments

水平	因素			
	$n(\text{Al}):n(\text{Fe})$ A	碱化度 B	SiO_2 含量/(mol·L ⁻¹) C	温度/℃ D
1	3:7	0.6	0.16	30
2	4:6	0.8	0.18	35
3	5:5	1.0	0.20	40
4	6:4	1.2	0.22	45

表2 聚硅酸铝铁最佳制备条件正交试验L16(4⁴)
Table 2 Optimal preparation conditions of orthogonal test of polysilicate aluminum ferric

试验序号	$n(\text{Al}):n(\text{Fe})$ A	碱化度 B	SiO_2 含量/(mol·L ⁻¹) C	温度/℃ D	除浊率/%
1	5:5	0.6	0.18	30	94.5
2	6:4	1.2	0.20	30	78.2
3	4:6	1.0	0.16	30	81.7
4	3:7	0.8	0.22	30	88.5
5	3:7	0.6	0.20	35	85.4
6	4:6	1.2	0.18	35	75.3
7	6:4	1.0	0.22	35	73.4
8	5:5	0.8	0.16	35	98.2
9	6:4	0.6	0.16	40	92.7
10	5:5	1.2	0.22	40	76.5
11	3:7	1.0	0.18	40	75.5
12	4:6	0.8	0.20	40	87.2
13	4:6	0.6	0.22	45	88.3
14	3:7	1.2	0.16	45	81.6
15	5:5	1.0	0.20	45	86.4
16	6:4	0.8	0.18	45	89.7
t_1	82.75	90.22	88.55	85.72	
t_2	83.12	90.85	83.75	83.08	
t_3	88.9	79.25	84.3	82.98	
t_4	83.5	77.9	81.67	86.50	
极差R	6.15	12.95	6.88	3.52	

由表2可知,各因素对PSAF絮凝剂除浊率的影响大小顺序为: $B > C > A > D$,合成聚硅酸铝铁的最优化条件为 $A_3B_2C_3D_4$,即在铝和铁的摩尔比为5:5、碱化度为0.8、 SiO_2 含量为0.16 mol/L及反应温度为45℃的条件下合成的聚硅酸铝铁的絮凝效果最优。

2.2 pH值的影响

固定PSAF絮凝剂的投加量为0.16 mol/L(以 SiO_2 浓度计量),在 $n(Al):n(Fe):n(Si)=1:1:1$ 、碱化度为0.8的条件下,PSAF的除浊效果与水样pH值的关系如图1所示。由图1可见,PSAF在水样的pH为6~10的范围内,均有很好的絮凝除浊效果,当pH=6时效果最佳。

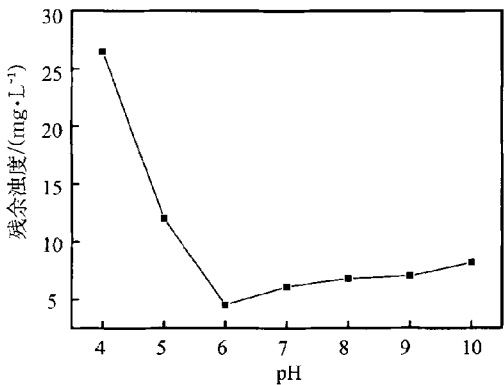


图1 pH值对PSAF絮凝性能的影响

Fig.1 pH value on PSAF flocculation performance

2.3 聚硅酸铝铁的絮凝效果与其它絮凝剂的比较

聚合氯化铝铁(PAFC)是由铝盐和铁盐混凝水解而成的一种无机高分子混凝剂,它是依据协同增效原理,由聚合氯化铝铁单质铁离子或三氧化铁和其它含铁化合物复合而制得的一种高效混凝剂。

铁盐混凝剂具有较好的除有机物性能^[4],聚硅铁类是20世纪90年代初最先由日本开发的一种混凝剂^[5]。聚硅酸铁混凝剂(PSF)在近中性及碱性范围内具有优异的除磷、除有机物性能。它的混凝机理是以电中和脱稳为前提条件,以架桥为必要条件,以卷扫网捕为补充条件。

2.3.1 絮凝剂用量的比较

在其它条件相同的情况下,不同用量的PSAF、PAFC和PSF的絮凝除浊效果如图2所示。由图2可知,絮凝剂用量相同时,PSAF的除浊效果最好,

PAFC次之,PSF的除浊效果最差。PSAF在较低投加量时所表现出来的高效除浊性能,主要是由于絮凝剂与胶体颗粒表面发生的电中和吸附脱稳和粘附架桥综合作用所致。由图2还可见,絮凝剂的添加量不是越大越好,当添加量大于40 mL/L时,除浊效果不会随添加量的增加而变好。

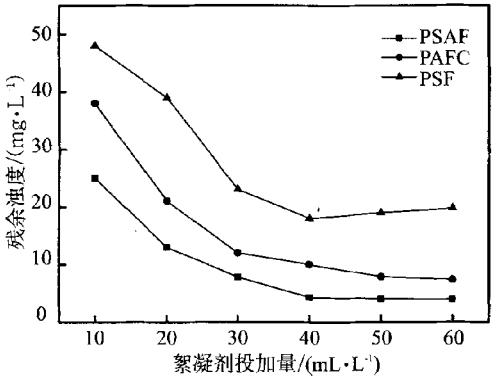


图2 絮凝剂投加量对絮凝效果的影响

Fig.2 The effect of flocculant dosage on the flocculation

2.3.2 沉降性能的比较

在絮凝剂的投加量都为30 mL/L,其它条件相同的情况下,PSAF、PAFC和PSF的絮凝沉降性能如图3所示。

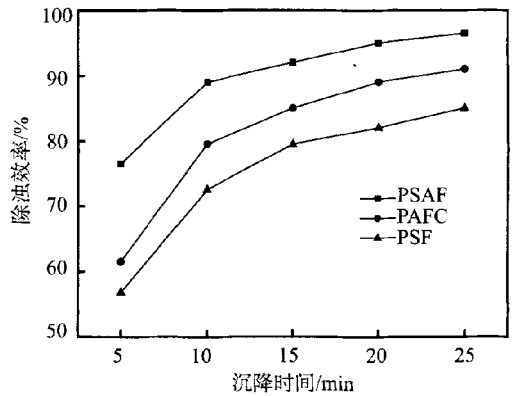


图3 不同絮凝剂性能的比较

Fig.3 Performance comparison of different flocculants

由图3可见,PSAF的沉降性能优于PAFC和PSF。实验发现,用PSAF处理水样时,絮体形成速度最快,絮体体积大,下沉速度快;而PAFC和PSF絮体形成的速度较慢,絮体体积小,下沉的速度较慢。

3 结 论

本研究采用独特的共聚工艺,向聚硅酸中引入铝盐和铁盐,制得聚硅酸铝铁(PSAF)复合絮凝剂,考察了制备参数对聚硅酸铝铁絮凝剂性能的影响,并对其处理铝型材厂污水的絮凝性能进行了考察。结论如下:

(1) 采用正交实验法,以残余浊度为评价絮凝剂性能的指标,考察了铝和铁的摩尔比、碱化度、 SiO_2 含量和反应温度对PSAF絮凝效果的影响。絮凝试验结果表明,当 $n(\text{Al}):n(\text{Fe})=1:1$,碱化度为0.8, $\text{SiO}_2=0.16 \text{ mol/L}$,反应温度为 45°C 时,制得的聚硅酸铝铁复合絮凝剂对铝型材厂污水的除浊率最高。

(2) PSAF适宜的pH范围较宽,在pH为6~10时均有较好的絮凝效果,当pH=6时,絮凝效果最佳。

(3) 聚硅酸铝铁(PSAF)的絮凝性能优于聚合氯化铝铁(PAFC)和聚硅酸铁(PSF)。

由于聚硅酸铝铁复合絮凝剂具有制备方法简单、无毒、用量少、原料来源广泛、适用pH值范围较

宽以及絮凝效果好等特点,这种絮凝剂值得在处理铝型材污水方面推广应用。

参考文献:

- [1] 吴敦虎,熊琼,林辉,等.有机高分子絮凝剂在污泥脱水中的应用研究[J].水处理技术,2004,30(2):116-118.
- [2] 陈小明,孙鹏,林蔓.絮凝剂对污泥脱水性能的改善[J].环境保护科学,2005,31(4):18-20.
- [3] SAGAR P, MAL D, SINGH R P. Synthesis characterization and flocculation characteristics of cationic glycogen: A novel polymeric flocculant[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2006, 289 (123): 193-199.
- [4] 王冬光,付英,丁水利,等.聚硅酸铁混凝剂净水效能及机理[J].环境工程学报,2007,1(6):6-11.
- [5] 高立新,陈权,张大权.聚硅酸锌的絮凝作用研究[J].工业水处理,2006,26(7):50-53.
- [6] 水与废水监测分析方法编委会.水与废水监测分析法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002:98.
- [7] 时文中,李灵芝,余国忠.聚合硅酸铝铁的制备与絮凝性能研究[J].重庆环境科学,2003,25(4):29-32.

Preparation and performance of composite coagulant polysilicate aluminum ferric (PSAF) in water treatment of aluminum processing

ZHANG Xiaoqin

Analytical & Testing Centre Guangdong General Research Institute of Industrial Technology (Guangzhou Research Institute of Nonferrous Metals), Guangzhou 510650, China

Abstract: The paper studied composite flocculant polysilicate aluminum ferric in water treatment of aluminum processing. The effect of molar rate of Al and Fe, alkalinity, content of SiO_2 , dosage of PSAF, pH value on the performance of PSAF was investigated as well as the flocculation effect compared with other coagulants. The result showed that the coagulation performance of PSAT was the best in water treatment of aluminum processing with easy producing, no toxicity, high efficiency, raw materials abundantly available, a large range of pH value etc.

Key words: flocculant; aluminum processing; sullage; preparation