

活化—酸浸法提取粉煤灰中氧化铝的溶出规律研究

孙秀君

(唐山学院 环境与化学工程系, 河北 唐山 063000)

摘要:介绍了用活化—酸浸法提取粉煤灰中氧化铝的方法,考察了粉煤灰煅烧活化和硫酸浸出条件对粉煤灰中铝溶出率的影响。通过实验得出最佳工艺条件为:煅烧活化处理温度为 750 ℃,碳酸钠和碳酸钾的混合物与粉煤灰的比例为 2 : 1,煅烧活化保温时间为 45 min,硫酸浓度为 0.6 mol/L,水浴溶出温度为 80 ℃,氧化铝的最终溶出率为 98.36%。

关键词:活化—酸浸法;粉煤灰;氧化铝;溶出率

中图分类号:X784 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-349X(2015)03-0080-03

DOI:10.16160/j.cnki.tsxyxb.2015.03.026

On the Law of the Extraction of Aluminum Oxide from Fly Ash Through Activation-Acid-Leaching

SUN Xiu-jun

(Department of Environmental and Chemical Engineering, Tangshan College, Tangshan 063000, China)

Abstract: The author of this paper have studied the activation-acid-leaching method in extracting aluminum oxide from fly ash and examined the influence of fly ash calcined activation and sulfuric acid leaching condition on the aluminum leaching rate. The obtained optimum conditions are as follows: the temperature of calcined activation is 750 ℃, the proportion of the mixture sodium carbonate and potassium carbonate to fly ash is 2 : 1, the calcination holding time is 45 min, the concentration of sulfuric acid is 0.6 mol/L, the temperature of water bath is 80 ℃, and the ultimate alumina dissolution rate is 98.36%.

Key Words: activation-acid-leaching; fly ash; aluminum oxide; dissolution rate

粉煤灰又称飞灰,是燃煤电厂产生的一种工业废弃物。目前,粉煤灰主要应用在建材^[1]、建筑、交通和土壤改良等方面,只有少部分用于环保^[2]和化工^[3-4]工业。这些对粉煤灰的利用属于低附加值的利用。粉煤灰中富含二氧化硅(SiO₂)和氧化铝(Al₂O₃),其中 Al₂O₃ 含量可以达到 30%~40%,将粉煤灰中的 Al₂O₃ 加以回收利用,可代替铝土矿成为一种很好的氧化铝资源^[5]。国内外从粉煤灰中提取氧化铝的工艺主要有活化烧结法和酸浸取法^[6-7]。本文拟应用活化—酸浸法从粉煤灰中提取 Al₂O₃,对其溶出规律进行研究。

1 样品及实验方法

1.1 药剂、样品及仪器

药剂:碳酸钠(Na₂CO₃)、碳酸钾(K₂CO₃)和硫酸

(H₂SO₄)均为分析纯。

实验所用样品为内蒙古某燃煤电厂粉煤灰,粉煤灰样品属于高铝低钙粉煤灰,活性较小。其化学组成见表 1。

表 1 高铝粉煤灰样品的化学成分分析结果 %

成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	总量
含量	42.28	47.85	5.77	1.30	1.12	0.70	99.02

主要仪器: SX2-2.5-10 马弗炉、DHG-9070A 电热恒温鼓风干燥箱、722 型可见光光度计、PHS-25 精密数显酸度计、MettlerAE/100 分析天平、HH-4 型数显恒温水浴锅、SHB-3 型循环水真空泵。

1.2 实验原理

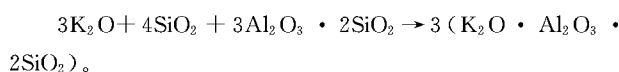
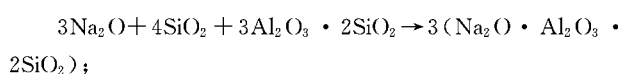
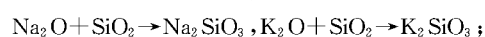
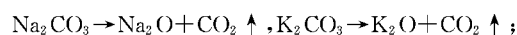
1.2.1 煅烧活化工艺

收稿日期: 2015-01-20

基金项目: 唐山市科学技术研究与发展指导计划项目(14130288a); 唐山市精细化工重点实验室项目(140080109)

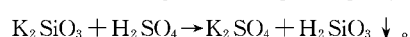
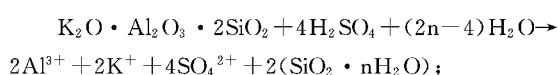
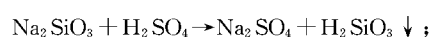
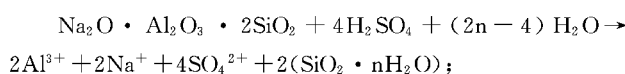
作者简介: 孙秀君(1982-),女,河北衡水人,讲师,硕士,主要从事环境污染治理技术研究。

Na_2CO_3 与 K_2CO_3 按比例 1 : 1 混合,其主要反应为:



1.2.2 酸溶出工艺

选用 H_2SO_4 为活性铝盐的溶出剂,在一定温度下溶出铝盐,使活化后粉煤灰中的 Al_2O_3 以液相形式溶出。主要反应为:



1.3 分析方法

粉煤灰中各成分的测定采用 GB/T1574-2007 煤灰成分分析方法。

2 实验结果及分析

2.1 煅烧活化温度对 Al_2O_3 溶出率的影响

实验条件: Na_2CO_3 与 K_2CO_3 混合物:粉煤灰=2:1, H_2SO_4 浓度为 0.6 mol/L,保温时间为 45 min,水浴温度为 80 °C。

采用 5 个煅烧活化温度水平进行实验,所得的 Al_2O_3 溶出率结果见图 1。

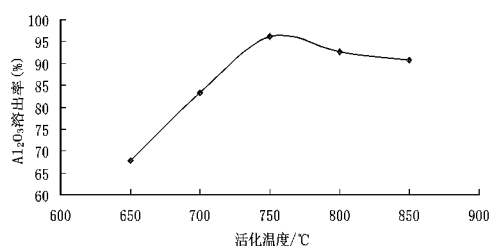


图 1 Al_2O_3 溶出率随活化温度的变化情况

由图 1 可知, Al_2O_3 溶出率在一定温度范围内随着煅烧活化温度的升高而增大。但煅烧活化温度为 750 °C 时 Al_2O_3 溶出率达到最大,超过 750 °C 后 Al_2O_3 溶出率会有所下降,这是因为温度过高会发生烧结反应,影响粉煤灰的活化,所以最佳活化温度为 750 °C,此时 Al_2O_3 溶出率为 96.22%。

2.2 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 混合物与粉煤灰的比例对 Al_2O_3 溶出率的影响

实验条件:煅烧活化温度 750 °C,硫酸浓度为 0.6 mol/L,保温时间为 45 min,水浴温度为 80 °C。

采用 6 种不同的 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 混合物与粉煤灰的比例进行水平实验,所得的 Al_2O_3 溶出率结果见图 2。

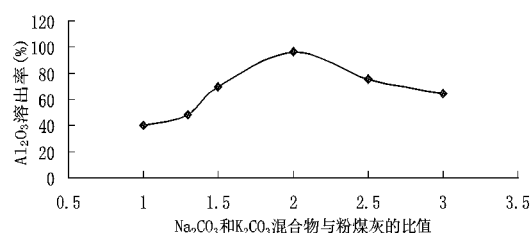


图 2 Al_2O_3 溶出率随 $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$: 粉煤灰的变化情况

由图 2 可知, Al_2O_3 溶出率随着 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 混合物与粉煤灰比例的增加先增大后减小,在比例为 2 : 1 时达到最大,超过 2 : 1 时 Al_2O_3 溶出率有所下降。这是因为随着碱液浓度的增大使得粉煤灰的反应活性变大,反应比较充分, Al_2O_3 溶出率逐渐变大,但当 $\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$ 的含量进一步增大时, Al_2O_3 引发二次沉淀生成水合硅铝酸钠,使得 Al_2O_3 溶出率有所降低,所以 Na_2CO_3 和 K_2CO_3 混合物与粉煤灰的比例选取 2 : 1。

2.3 保温时间对 Al_2O_3 溶出率的影响

实验条件:煅烧活化温度为 750 °C, Na_2CO_3 和 K_2CO_3 与粉煤灰的比例为 2 : 1, H_2SO_4 浓度为 0.6 mol/L,水浴温度为 80 °C。

马弗炉内达到活化温度后采用 5 种不同的保温时间进行水平实验,所得的 Al_2O_3 溶出率结果见图 3。

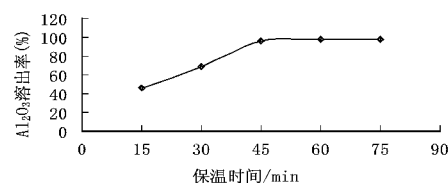


图 3 不同保温时间对 Al_2O_3 溶出率的影响

由图 3 可知, Al_2O_3 溶出率随着保温时间增长会有所提高,当保温时间超过 45 min 时, Al_2O_3 溶出率基本不再提高。这是因为随着保温时间的延长,体系中 Al_2O_3 溶出反应处于平衡, Al_2O_3 的溶出与生成硅铝酸钠的量基本相当,所以 Al_2O_3 的溶出率不会随着保温时间的延长有明显的增加。

2.4 H_2SO_4 浓度对 Al_2O_3 溶出率的影响

实验条件:煅烧活化温度 750 °C, Na_2CO_3 和 K_2CO_3 与粉煤灰的比例为 2 : 1,达到活化温度后保温时间为 45 min,水浴温度为 80 °C。

采用 5 种不同的 H_2SO_4 浓度进行水平实验,所得的 Al_2O_3 溶出率结果见图 4。

由图 4 可知, Al_2O_3 溶出率随着 H_2SO_4 浓度的增大而逐渐增大, H_2SO_4 浓度为 0.6 mol/L 时, Al_2O_3 溶出率最大,当 H_2SO_4 浓度继续增大时 Al_2O_3 溶出率变化不大。这是因为粉煤灰的活化主要发生在加碱煅烧阶段, H_2SO_4 浓度对于粉煤灰的活化作用不大。所以溶出剂 H_2SO_4 的最佳浓度为 0.6 mol/L。

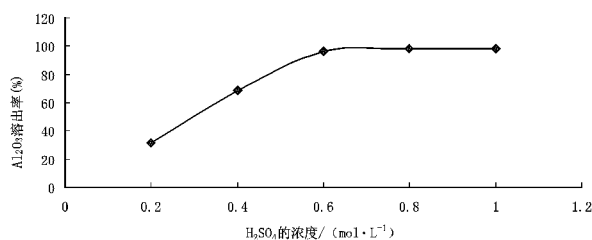


图 4 H₂SO₄ 浓度对 Al₂O₃ 溶出率的影响

2.5 酸浸水浴温度对 Al₂O₃ 溶出率的影响

实验条件:煅烧活化温度 750 ℃, Na₂CO₃ 和 K₂CO₃ 混合物与粉煤灰的比例为 2 : 1, 达到活化温度后保温时间为 45 min, H₂SO₄ 浓度为 0.6 mol/L。

采用 5 种不同的酸浸水浴温度进行水平实验, 所得的 Al₂O₃ 溶出率结果见图 5。

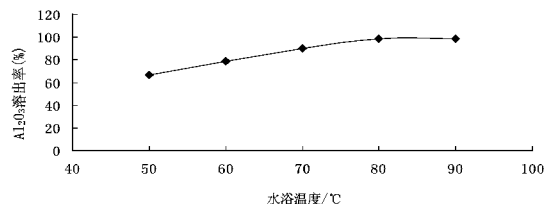


图 5 酸浸水浴温度对 Al₂O₃ 溶出率的影响

由图 5 可知, 酸浸水浴温度为 80 ℃ 时, Al₂O₃ 溶出率最大, 当超过 80 ℃ 时 Al₂O₃ 溶出率增加变缓, 本着节能环保的原则, 选择最佳水浴温度为 80 ℃, 此时 Al₂O₃ 溶出率为 98.36%。

3 结论

(1) 粉煤灰高附加值利用是当前粉煤灰资源化研究的新方向。

(2) 采用活化-酸浸工艺对粉煤灰中的 Al₂O₃ 溶出规律进行研究, 得出最佳工艺条件为: 热处理温度为 750 ℃, Na₂CO₃ 和 K₂CO₃ 混合物与粉煤灰的比例为 2 : 1, 热处理保温时间为 45 min, H₂SO₄ 浓度为 0.6 mol/L, 酸浸水浴溶出温度为 80 ℃, Al₂O₃ 的溶出率为 98.36%。

(3) 活化-酸浸法提取粉煤灰中的 Al₂O₃ 为提高粉煤灰的附加值开辟了一条新的技术途径, 该方法技术理论成熟、工艺简单易行、溶出率较高, 具有较好的应用前景。

参考文献:

- [1] Blanco F, Gacía M P, Ayala J. Variation in fly ash properties with milling and acid leaching [J]. Fuel, 2005, 84(1): 89-96.
- [2] 石磊. 粉煤灰的综合利用现状与展望 [J]. 再生资源研究, 2006(2): 41-44.
- [3] 刘云颖. 粉煤灰提取氧化铝研究现状 [J]. 无机盐工业, 2007, 39(10): 16-18.
- [4] 余超, 方荣利. 精细化利用粉煤灰制备超细氧化铝 [J]. 无机盐工业, 2005, 37(12): 47-49.
- [5] 孙秀君, 舒新前. 酸浸法提取粉煤灰中氧化铝溶出规律的研究 [J]. 无机盐工业, 2013, 45(11): 44-46.
- [6] 赵俊梅, 张金山, 李小雪. 粉煤灰硫酸化焙烧提取硫酸铝的试验研究 [J]. 轻金属, 2014(1): 14-16.
- [7] 李思琼, 陈杰. 粉煤灰提氧化铝工艺研究进展 [J]. 轻金属, 2013(11): 25-26.

(责任编辑: 李秀荣)

(上接第 79 页)

- [9] 白逢彦, 陆惠中, 王启明, 等. 秦岭地区子囊菌酵母物种多样性研究 [J]. 菌物学报, 2004, 23(2): 183-187.
- [10] 白逢彦, 贾建华, 梁慧燕. 假丝酵母属疑难菌株大亚基 rDNA D1/D2 区域序列分析及其分类学意义 [J]. 菌物系统, 2002, 21(1): 27-32.
- [11] 杨艳艳, 易霞, 木合塔尔·阿不都克力木, 等. 一株分离于工业污水池的耐碱酵母 [J]. 生物技术, 2006, 16(4): 25-27.
- [12] 王梅, 张澎湃, 帅桂兰, 等. TTC 在黄酒酵母选育中的

应用 [J]. 酿酒, 2001, 28(5): 62-64.

- [13] 萨姆布鲁克 J, 拉塞尔 D W. 分子克隆实验指南 [M]. 3 版. 北京: 科学出版社, 2002.
- [14] Kurtzman C P, Robnett C J. Identification of clinically important ascomycetous yeasts based on nucleotide divergence in 5' end of the large-subunit (26S) ribosomal DNA gene [J]. J Clin Microbiol, 1997, 35(5): 1216-1223.

(责任编辑: 李秀荣)