

拜耳法氧化铝生产过程中晶种分解的优化研究^{*}

赵宏利, 王怀德

(中国长城铝业公司, 郑州, 450041)

摘 要 :晶种分解是拜耳法生产氧化铝过程中一个十分重要的工序,且直接影响氧化铝的产量和质量。本文介绍一种晶体循环量很小的分解工艺,根据试验研究,利用特殊结构的分解槽自身保留晶种,在较高的固含条件下分解。流程中取消专用分级设备,并将晶种过滤、输送设备减少 90% 以上。文中讨论物料停留时间、粒度平衡等关键问题。

关 键 词 :减少;晶种分解;晶种;循环量

中图分类号:TF821.03.22 文献标识码:B 文章编号:1001-0076(2001)04-0036-05

Research on Optimization of Solution with Seed Crystal in Alumina Production by Bayer Process

ZHAO Hong-li, WANG Huai-de

(China Great Wall Aluminium Corporation, Zhengzhou 450041, China)

Abstract :Solution with seed crystal is a important process in alumina production by bayer method. It has a direct effect on the yield and quality of alumina. Based on experimental research, the solution technology introduced in this paper has a little crystal circulating rate by utilizing the remain crystal seed in solution tank with special structure and under the solution condition of high solids content. In the flowsheet, transportation equipments can be reduced over 90% by canceling classification, and filtrating srystal seed. The key problems such as staying time of materials and size balance are also discussed.

Key words :reduction; solution with seed crystal; seed crystal; circulating rate

0 前 言

铝酸钠溶液晶种分解是拜耳法生产氧化铝过程中的关键工序之一,也是耗时最长的一道工序(一般为 30~75h),需加入大量晶种诱导才能使过饱和的铝酸钠溶快速分解。

在通常的晶种分解工艺中,晶种随时同

铝酸钠溶液一起加入分解首槽,然后逐槽通过,最终与分解产品一起从未槽出料。因此有大量的晶种在流程中循环,一方面耗费大量的人力、财力和物力,另一方面,由于晶种未洗涤,添加的晶种也会导致晶种附液的增加,影响晶种分解的速度和分解率。因此,如何减少晶种分解过程中的晶种循环量,是一

^{*} 收稿日期:2001-05-12

作者简介:赵宏利(1965-),陕西泾阳人,工程师,冶金专业学士,现从事氧化铝生产技术与管理工作。

个值得研究的课题。

为了探索减少晶种循环量的途径及其效果,我们自制了特殊结构分解槽,在试验室条件下稳定运行了22d。试验结果表明,自制分解槽能够自身保留晶种以达到减少晶种循环量的目的。在晶种比仅为0~0.1、温度制度62~50℃、平均固含为500g/L的条件下,连续种分分解率达到46.86%,产品氢氧化铝粒度-320目<20%。根据本文介绍的种分工艺,采用特殊结构分解槽,可以大量地减少晶种的循环量,不需使用专门的分级设备,可使普通流程应用的晶种过滤、输送等设备减少90%以上,具有较高的经济价值,试验情况分述于后。

1 试验设备与工艺路线

本工艺的特点是利用分解槽自身保留晶种,以减少其循环量。因此,我们要解决的问题是用分解槽自身的特性把晶种保留在分解槽中,而不随母液排出。为达到这一目的,我们试验了多种类型的分解设备。分解槽内浆液分为高固含区(底流)和低固含区(溢流),使用特制装置可控制高、低固含的分布。采用双液流出料,可控制高、低固含的出料比例,从而达到稳定分解槽内固含。随母液排出的氢氧化铝仅仅是精液的分解析出量,试验槽满足了新工艺的要求,详细结构见图1。

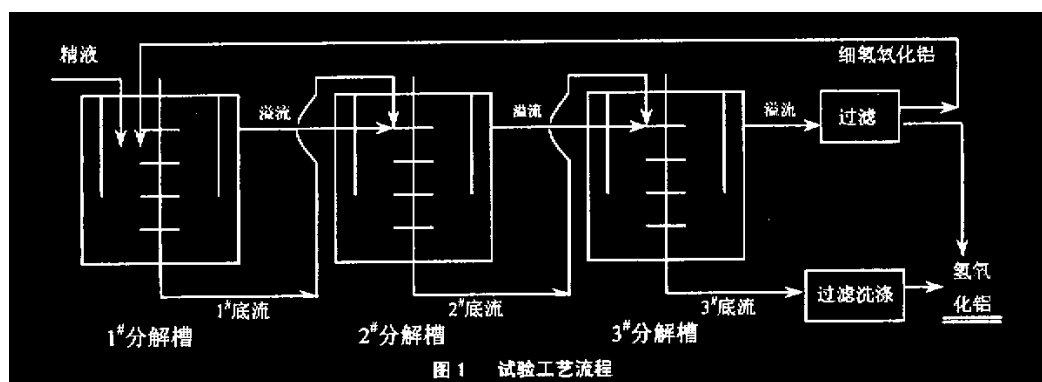


图1 试验工艺流程

本工艺利用特制的分解槽自身保留晶种,采用较高的固含操作,晶种循环的设备可减少90%以上,具有较高的经济价值,详细流程图见图1。

分解原液加入1#分解槽,由底流和溢流依次通过各个分解槽。由于特制的装置可使

$$\text{第 } n \text{ 槽底流过料量 (kg/h)} = (1.53AO \cdot V_{\text{精}} \cdot \eta_n + 1.53i \cdot AO \cdot V_{\text{精}} - V_{\text{溢}n} \cdot b_{\text{溢}n}) / b_{\text{底}n}$$

式中:AO—精液 Al_2O_3 的浓度(kg/m^3); $V_{\text{精}}$ 、 $V_{\text{溢}}$ —精液、溢流体积流量(m^3/h); η —液分解率(%); b —固含(kg/m^3); i —晶种系数;下标 n 、溢、底—分别代表槽号、溢流和底流。

2 试验条件及方法

研制好分解槽并确定了固含后,我们进

氢氧化铝晶种保留在分解槽内,分解析出的氢氧化铝产品加到下一个分解槽,最终从3#槽底排出,经过滤、洗涤得到分解产品。溢流浮游物滤出,作为细种子加入首槽,各分解槽内的底流过料量按下式计算:

行了三槽串联分解的连续模拟试验。

2.1 试验条件

分解原液根据试验要求由现场一精液及二精液进行调配 $A = 130\text{g/L} \pm$, $\alpha K = 1.65 \pm$ 种子为现场碳分 $\text{Al}(\text{OH})_3$,固含为 $500\text{g/L} \pm$;温度制度:首槽62℃,中槽55℃,末槽

50℃ 晶种比 0~0.1 分解时间 72h 精液流量 $13(1-500/22424) \times 3/72 = 0.43\text{L/h}$ (考虑到搅拌及湿种子含水的影响,实际添加量仅为 0.36L/h) 分解槽自制,有效容积 13 L, 不锈钢材质 水浴恒温 自动控温 三台串联。

2.2 试验方法

按试验要求配制分解原液。以自动控温水浴保温,每隔半 h 加料一次,量筒计量,加入首槽搅拌区。上清液自然溢流到下槽搅拌区,底流按 AH 分解析出量同样加到下一槽

搅拌区。最终从 3# 槽底排出,经过滤、洗涤得到分解产品。在本试验条件下,考察自制分解槽能否自身保留晶种并探讨在晶种比仅为 0~0.1 的情况下,该连续种分试验的分解率及产品粒度情况,进而讨论减少晶种量的途径及其效果。

3 试验结果与分析

按给定的工艺条件稳定运行了 22d,试验结果参见表 1。

表 1 试验结果

运转 天数	各槽固含(g/L)						各槽分解率(%)			出料产品粒度(目)分布(%)						
	1#溢流	2#溢流	3#溢流	1#底流	2#底流	3#底流	1#	2#	3#	+100	-100 +160	-160 +200	-200 +275	-275 +325	-325	
1	84.00	14.00	2.50	425.00	824.80	611.70	29.92	40.10	45.08							
2	49.28	5.37	5.93	426.00	663.00	596.30	26.94	35.91	42.33							
3	1.60	1.70	11.70	497.20	708.90	656.90	27.78	41.46	46.21	4.6	84.6	7.6	2.1	0.7	0.4	
4	5.30	15.08	17.60	773.30	708.30	954.00	30.65	43.98	48.00	3.0	78.4	11.2	4.8	1.4	1.2	
5	4.43	10.87	13.22	510.96	631.43	612.79	28.97	43.30	47.74	3.5	76.8	13.0	4.5	1.2	1.0	
6	20.44	11.69	3.70	478.60	638.70	635.14	31.34	41.55	47.28	2.6	81.7	9.8	3.3	1.2	1.0	
7	2.66	4.09	4.72	469.50	643.60	601.70	33.24	42.82	47.55	2.5	65.6	18.8	7.3	1.3	4.0	
8	1.13	1.15	4.73	438.40	664.40	606.30	31.04	43.80	48.02	3.4	79.7	10.8	3.5	1.0	1.5	
9	2.05	1.83	8.95	432.70	643.30	623.00	30.85	43.15	48.12	2.2	80.3	9.6	3.5	1.8	2.5	
10	89.11	5.67	11.42	433.70	635.80	618.00	27.77	41.72	46.39	0.1	75.1	16.6	4.5	1.6	2.0	
11	1.29	3.40	7.08	464.60	675.00	572.40	30.29	41.52	47.49	0.1	65.9	31.4	2.0	0.4	0.1	
12	2.04	2.12	2.91	516.40	661.00	595.90	27.58	41.39	47.55	0.1	75.2	16.5	4.7	2.2	1.3	
13	1.06	1.27	3.49	491.70	656.90	636.80	28.88	40.43	45.72	1.5	75.3	9.4	8.1	3.5	2.2	
14	2.10	21.25	20.44	466.40	559.80	570.70	30.78	40.57	46.66	2.0	72.0	9.1	5.8	4.2	6.0	
15	3.23	14.00	17.50	468.80	587.60	541.70	28.00	40.57	44.76	0.2	69.5	10.6	6.2	3.3	10.1	
16	6.07	3.08	4.79	519.80	617.00	590.60	27.95	40.28	45.20	0.7	51.8	10.6	11.4	9.7	15.7	
17	2.62	15.22	17.10	521.00	631.00	581.00	29.33	40.70	45.48	1.0	63.0	9.6	6.6	5.1	14.7	
18	5.15	4.79	11.77	491.00	647.10	606.50	30.17	42.92	46.87	0.9	58.1	8.6	9.1	8.0	15.4	
19	4.05	5.31	6.38	556.30	629.20	593.30	32.87	44.98	48.19	0.6	50.9	9.8	7.4	5.0	17.5	
20	7.39	1.20	5.99	556.00	618.00	646.00	31.85	44.46	48.93	0.1	51.0	9.9	7.0	9.1	22.7	
21	3.70	15.14	8.04	566.70	610.40	678.20	30.61	43.04	48.06	1.9	56.3	16.1	6.0	2.2	17.5	
22	4.53	8.04	1.13	541.99	634.67	612.92	28.76	42.66	49.14	1.4	57.9	15.1	5.0	1.9	18.7	

注:前 13 天添加极微量的细晶种,其后按 0.1 晶种比添加晶种。

3.1 自制分解槽的分级效果

本工艺所用的试验分解槽都是平底型,三叶片式四层结构搅拌器,并在搅拌器与分

解槽筒体之间加一空心套筒。此种结构,实质上已具有一定的分级效果。从底流出料,可以把长粗了的粒子尽量排出,分解槽底部不会沉积粗料,而溢流的细粒子排出量则根

据系统的粒度平衡来控制,可多可少。由表1结果可以看出,在125r/min的搅拌强度下,三个试验槽的溢流固含分别在20g/L左右(除个别样由于取样或其它原因造成波动外)底流固含基本都在450g/L以上,试验槽的分级效果较好。但是该试验的三个分解槽的搅拌系统由于共用一个传动轴(为了便于制作),各槽的溢流固含不便于调整(由于三槽搅拌强度相同)。而在实际生产中,各槽的搅拌应是单独调控的,以便于根据系统的粒度平衡来控制溢流的细粒子排出量。在末槽适当增加溢流的固含,过滤取得细晶种,让其回到首槽,补充晶核数量。这部分循环晶种只为普通流程的5%左右。因此,本流程取消了专用分级设备,并使晶种过滤、输送等设备减少90%以上,具有可观的经济效益。

3.2 物料停留时间

在通常的分解流程中,溶液的平均停留时间、固体的平均停留时间、浆液的平均停留时间三者是相等的。而在本流程中,三个停留时间不等,固体的停留时间远远大于溶液的停留时间。各分解槽的停留时间,可用下式计算:

浆液停留时间 $T_{\text{浆}} = V / (V_{\text{精}} + m/r)$

液体停留时间 $T_{\text{液}} = V(1 - b/r) / V_{\text{精}}$

固体停留时间 $T_{\text{固}} = V \cdot b / (1.53V_{\text{精}} \cdot \text{AO} \cdot \eta + m)$

式中: r — $\text{Al}(\text{OH})_3$ 密度(kg/m^3),我们取2424g/L; V —分解槽有效容积13L; $V_{\text{精}}$ —精液流量,0.43L/h; i —晶种系数0.1; AO —精液 Al_2O_3 浓度130g/L; b —固含500g/L; η —分解率,各槽取定 $\eta_1 = 29.8\%$, $\eta_2 = 41.88\%$, $\eta_3 = 46.86\%$ 。

当不加晶种时, $T_{\text{固}} = T_{\text{固}1} + T_{\text{固}2} + T_{\text{固}3}$
 $= 13 \times 500 / (1.53 \times 130 \times 0.43 \times 29.8\%) + 13 \times 500 / (1.53 \times 130 \times 0.43 \times 41.88\%) + 13 \times 500 / (1.53 \times 130 \times 0.43 \times 46.68\%) = 599\text{h}$
 $T_{\text{液}} = 13 \times (1 - 500/2424) / 0.43 =$

72h。

依此类推,当 $i = 0.1$ 时, $T_{\text{固}} = 471\text{h}$, $T_{\text{液}} = 71.5\text{h}$,计算可知,试验中不加晶种时,液体平均总停留时间为72h,而固体平均总停留时间为599h。按0.1的晶种比添加晶种时,溶液平均总停留时间为71.5h,固体的平均总停留时间为471h,固体停留时间分别是液体停留时间的8.3倍和6.6倍。可见,固体有充分的时间结晶长大,同时采用底流出料的措施,可把粗粒及时排出,因此本流程较易获得砂状氧化铝产品。

3.3 粒度平衡

本流程采用的分解方式是少加或“不加”新晶种。如何使各分解槽的总晶核数,即添加晶核(晶种)、新生晶核、外排晶核(产品)达到平衡是一个关键问题,否则系统中的粒子或者变粗,或者变细,试验中,我们首先按图1流程及给定的工艺条件,在添加极微量细晶种情况下进行。由表1可以看出,产品粒度较粗, $-100 \sim +160$ 目占65%~85%±,而 -325 目只占0.19%~4%±。当向首槽添加0.1%±晶种以后,产品粒度变细,此时产品中 $-100 \sim +160$ 目占50%~60%±, -325 目占10%~20%±。本试验由于三槽搅拌系统共用一个传动轴,各槽溢流固含不便于调整,为了兼顾三者物料平衡,溢流固含控制较低,所以添加的晶种主要来源于现场取回的碳分 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。

3.4 分解与产品质量

由表1可知,在晶种比仅为0~0.1,温度制度62~50℃,平均固含为500g/L的条件下,连续种分24h分解率为29.8%,48h分解率为41.88%,72h分解率为46.86%。模拟试验结果证明,本流程可获得质量较好的砂状氧化铝产品,产品氢氧化铝粒度 -325 目>20%,煅烧 Al_2O_3 后,磨损指数<15%。

3.5 减少晶种附液的影响

在通常的种分流程中,如果要使分解槽

处于高固含状态,需要添加大量的晶种。由于种子未经洗涤,添加晶种势必会带入大量的种分母液,从而导致分解原液的 α_k 升高,另外添加晶种也会导致精液停留时间缩短,二者对分解都极为不利。而本流程虽是高固含分解,但无大量的晶种在首槽加入,克服了这一不利的影响。

4 结 论

(1)根据本文介绍的种分工艺,采用特殊结构分解槽,可以大量地减少晶种循环量。不需使用专门的分级设备,可使普通流程应用的晶种过滤、输送等设备减少90%以上,具有较高的经济价值。

(2)在晶种比仅为0~0.1、温度制度62~50℃、平均固含为500g/L的条件下,连续种分72h,分解率达到46.86%,产品氢氧化铝粒度-325目<20%,氧化铝磨损指数<15%。

(3)本流程虽是高固含分解,但无大量的晶种在首槽加入,从而使晶种附液量大为减少,精液停留时间相对延长,克服了普通流程中晶种附液对种分分解产生的不利影响。

(4)本流程采用的分解方式是少加或“不加”新晶种,如何使各分解槽的总晶核数,即添加晶核(晶种)、新生晶核、外排晶核(产品)达到平衡是一个关键问题,否则系统中的粒子或者变粗,或者变细。

参考文献:

- [1] 杨重愚. 氧化铝生产工艺学[M]. 北京:冶金工业出版社,1993.
- [2] 甘国耀. 强化种分过程及降种分能耗的技措[J]. 轻金属,1990(7):7.
- [3] 李殿锋,等. 铝酸钠溶液分解用活性晶种的研制[A]. 第八届全国氧化铝学术会论文集[C]. 1996.10.
- [4] 赵继华,等. 强化过饱和铝酸钠溶液种分过程的研究进展[J]. 轻金属,2000(4).

浮选柱浮选的应用进展

这是欧洲研究课题 Impex Flotcol 的结果。

欧洲研究机构和工业公司的一个研究小组得到了欧盟的支持,进行了3年研究和发展计划,目的是改进并充分应用浮选柱,在实验室型、半工业型和工业型工厂进行的研究和开发工作包括:在浮选柱浮选中使用气体而不是空气;泡沫及其对浮选的影响;

可供选择的气泡发生器;用试验和模拟法设计并分析浮选柱、常规浮选槽和竖式磨机回路;浮选柱在离子浮选中的应用。该课题的成果已应用于科研和生产。

许孙曲 供稿

控制矿浆电位改善铅铜浮选

墨西哥进行工厂试验,以研究借助 H_2O_2 将矿浆电位提高至0.3V时,在还原环境中研磨并与非常规捕收剂(即与黄药不同)混合物调和的细粒黄铁矿基体复杂矿石中所含方铅矿和黄铜矿的选择性浮选。结果表明,方铅矿和黄铜矿的回收率(即可浮性)最大,分别处于接近于0.32V和0.27V。比较此类矿

物,伴生的方铅矿和黄铁矿的回收率是相近的。银、金、方铅矿和黄铁矿的回收率与黄铜矿类似,说明这些矿物的富集与浮选的黄铜矿颗粒有关,而不是独立的。

许孙曲 供稿