自动熄灭阳极效应在铝电解生产中的应用

Application of automatic quenching anodic effect in aluminum electrolysis production

牛红波 李本现

Hongbo Niu Benxian Li

河南中孚铝业有限公司 中国·河南 巩义 451200

Henan Zhongfu Aluminum Co., LTD., Gongyi, Henan, 451200, China

摘要: 本篇文章主要对于自动熄灭阳极效应的成功率因素、自动熄灭阳极效应的实际参数对铝电解生产的影响以及自动熄灭阳极效应在铝电解生产当中的具体应用等实施详细的介绍, 希望可以给大家带去一些启发。

Abstract: In this paper, several factors affecting the success rate of automatic quenching anode effect, the application of automatic quenching anode effect in aluminum electrolysis production, and the influence of parameters of automatic quenching anode effect on aluminum electrolysis production are mainly described.

关键词: 铝电解; 自动熄灭; 成功率

Key words: automatic control; automatic quenching anode effect; success rate

DOI: 10.36012/etr.v2i9.2706

在世界范围内, 电解铝的生产一直在持续的发展以及变革, 与此同时, 电解槽在容量方面也在持续增大, 但是纵观国外非常多的电解铝厂都使得阳极效应的自动熄灭得到实现, 其自动熄灭存在非常高的成功率, 几乎接近 100%。而国内电解铝厂截止目前实现在电解铝生产过程中自动熄灭阳极效应的企业却寥寥无几。究其具体原因, 在自动控制系统当中没有完成自动熄灭软件包的设置, 因此长期以来, 在国内, 自动熄灭阳极效应在应用的过程中也不具备广泛性。近年来, 木棒熄灭效应的方法面临保护生态植被的严峻挑战, 进货越来越难, 进货质量越来越差, 所以采用自动熄灭阳极效应显得尤为重要。

1 阳极效应的特征及机理

1.1 阳极效应的特征

在电解过程中, 阳极效应属于阳极上非常特殊的一种现象。当其在发生的过程中, 阳极上会存在非常多的电弧, 并且会存在比较轻微的噼啪声, 这时候, 电解槽电压会从前面的正常值逐渐的升高, 进而升到数十伏。

1.2 阳极效应的机理

1.2.1 湿润性理论

出现阳极效应主要是因为: 电解液对炭阳极湿润性出现一定的改变(湿润角 θ 可以表示湿润性)。如果 θ 超过 90° 时, 可以说明对该固体存在湿润不良的情况, 如果 θ 角非常大, 那么就会存在较差的湿润性; 如果 θ 小于 90° 时, 那么可以说明液体对该固体相存在良好的湿润性, θ 角越小, 那么就会呈现出较好的湿润性(见图 1)。而当氧化铝含量低时, 电解质对炭的湿润性变得不良, 阳极气体便能够长时间地停留在阳极上, 并以大气泡的形式从阳极表面脱离, 当电解质中氧化铝浓度减小到一定程度时, 电解质对炭的湿润性变得更差一致气泡不宜从阳极脱离, 最终连成一片而发生阳极效应。

图 1 湿润角

1.2.2 氟离子放电理论

电解质当中, 如果氧化铝存在较低的浓度, 那么氟离子就会存在非常大的比例, 这样氟离子以及氧离子可能存在

共同放电的情况,这样阳极过程会非常迟滞,阳极会从之前的活化状态转变为钝化状态,阳极气体会出现非常大的积聚现象,进而出现一定的阳极效应;

1.2.3 静电引力理论

阳极效应和阳极—气体之间的具体静电引力存在非常大的关系。在含氧化合物当中,其电解质当中的气泡属于正电荷,可以从阳极上进行排出,当电解质当中氧化物处于缺乏状态时,那么气泡还属于负电荷,会被阳极吸引,进而出现效应。

1.2.4 综合理论

电解质对阳极的具体湿润性存在一定的变化,另一方面主要是由于氟离子在放电的过程中使得阳极气体组成发生了一定的变化,或者使得碳阳极的表面性质出现了改变,最终出现相应的阳极效应。

2 我公司对于自动熄灭阳极效应程序的具体使用

我公司在 2010 年与奥克兰大技术中心进行合作研究了 400KA 电解槽的阳极自动熄灭效应程序。主要程序是:当计算机判断出阳极效应后 3 秒内,计算机进入自动熄灭阳极效应程序,同时进行快速加料 3 次,然后下压阳极 1—2 次,每次下压 4 秒,当效应熄灭后,计算机进行抬电压 2 次,每次抬 3 秒。若两次下压阳极而阳极效应没有熄灭,就需要进行人工熄灭。

3 自动熄灭阳极效应当中的原理以及具体步骤

3.1 具体原理

当电解质中 $Al_2O_3\%$ 降至 1.0% 以下,电解质的性质会出现非常大的变化,关于碳素阳极的湿润性也会变得非常差,进而出现阳极效应。在自动熄灭程序当中,首先会使得电解槽的加料提速,然后氧化铝会逐渐的溶解,电解质对碳素阳极的实际湿润性同样会出现一定的变化,之后下压阳极,在增加静压力的基础上赶走气泡,最终出现熄灭效应。

3.2 实际步骤

3.2.1 检测效应,并完成自动熄灭效应程序的启动;

3.2.2 对电解槽进行快速加料;

3.2.3 等待氧化铝的溶解;

3.2.4 下压阳极(主要包含 1-2 个下压处理循环,每步下压花费的时间为 4 秒,如果在实施第一步下压效应时,不存在熄灭的情况,那么需要实施第二次下压)如果还没有熄灭,那么需要对其实施一定的人工熄灭。

3.2.5 效应之后的实际电压调整,(实施熄灭后,电压处于 3.6—3.7v 之间,需提升至值 3.85 左右,然而在程序中设定的是抬两次电压,每次抬 3 秒,这样就会出现效应熄灭后电压不能够自动抬至设定电压,需要持续 5 分钟才能抬到设定电压,或进行人工操作)自动熄灭效应过程见(图 2)。

图 2 自动熄灭阳极效应过程曲线

4 自动熄灭阳极效应应用及要求

4.1 快速加料的加料量

由于非常多的效应都属于缺料效应,因此效应之后实施快速加料量是非常重要的。

4.2 如果电解槽没有出现一定的沉淀

那么其最大供料速度不可以大于 $3\text{g}/(\text{kg 电解质})$,快速加料3次,所需要花费的时间属于10秒钟,这些情况可以讲明:这种快速加料速度会出现成沉情况,因此在实施自动熄灭效应当中,需要花费一定的时间实施等待,进而促使其得到溶解。

4.3 下压阳极的幅度与速度

如果下压阳极的幅度非常大,那么就会出现非常大的静压力,这时候自动熄灭机会获取较高的成功率。但是一定要控制好这种幅度,如果太大,电解质会出现压流的情况,因此需要对下压阳极的幅度进行控制。

4.4 阳极效应自动熄灭在我公司的应用

4.4.1 2010年5月,我公司和奥克兰大技术中心合作开发的阳极效应自动熄灭程序,先是在2台电解槽上进行试验,试验成功后,2010年8月在400KA电解系列的进行推广使用。

4.4.2 自动熄效应执行初期,由于员工作业习惯没有及时得到改变,使得员工在来效应时进行人工干预。造成阳极效应自动熄灭程序没有得到很好的应用,通过车间加强宣传督导,后期人工干预明显减少。自动熄灭效应成功率也大有提高。通过改变员工的操作习惯,使自动熄回效应成功率达到98%以上,最终达到了预期目的。

4.5.3 技术条件要求:

4.5.3.1 由于阳极效应自动熄灭程序对电解槽的要求较高,通过实践,电解槽内液体总高不宜过高保持,一般应保持在48cm以下。避免自动熄效应时压极距造成液体溢出槽外;

4.5.3.2 电解质水平不宜保持太高,一般18—20cm;

4.5.3.3 铝水平应偏高保持,一般在25—27cm,避免自动熄效应时,阳极接触沉底能、伸腿造成长包;炉底要求干净,避免沉淀、结壳;炉面特别是边部面壳完整,不塌壳、不冒火,以免电解质溢出。

4.5.3.4 槽温一般应控制在935—945℃。

4.5.3.5 分子比控制在2.3—2.5之间。

4.5.3.6 炉膛规整:伸腿不能过大,炉底沉淀少量,不能有结壳,防止炉膛变浅,在自动熄灭效应是电解质溢出。

5 节约能源

5.1 电能

效应系数和效应时间的控制直接影响到电能的消耗,我公司的效应系数为0.1,原来采用人工熄灭效应需要3分钟,而采用自动熄灭效应后,熄灭效应的时间缩短到了1分钟,如果效应电压按30v,槽电压按3.86计算,自动熄灭效应缩短2分钟所产生效应分摊电压为: $0.1 \times (30 - 3.86) \times 2 \div 1440 = 0.0036\text{v}$ 。吨铝节电11.88度。我公司400KA电解系列的产能为25万吨,电价按0.55元计算,每年可节约费用为: $250000 \times 11.88 \times 0.55 = 1633500$ 元。

5.2 环保和降低成本

目前,随着环保要求的提高,效应棒进货紧张,自动熄灭阳极效应显得尤为重要。电解槽的效应系数按照0.1计算,我公司400KA电解槽系列有216台,每年可节约效应棒 $216 \times 0.1 \times 365 = 7884$ 根,每根效应棒按1.5元计算,还可节约资金 $7884 \times 1.5 = 11826$ 元,同时达到了保护环境的目的。

6 结论

6.1 通过技术改进

在自动熄灭阳极效应程序的基础上可以实施熄灭阳极效应。

6.2 在应用当中

需要按照电解槽的具体情况完成技术参数组合的选择,进而实现降耗以及节能的目的。

6.3 自动熄灭阳极效应

对铝的二次氧化损失非常小,同时可以保障电解槽生产的平稳性,并且可以使得电流效率得到提升。

6.4 通过自动熄灭阳极效应的应用,不但提高自动控制水平,减轻工人劳动强度,节省电能,同时也降低了木棒(效应棒)消耗,有效保证了环境保护和生态平衡。

参考文献

- [1] 邱竹贤、《预备槽炼铝》第3版、冶金工业出版社、2005
- [2] 殷恩生、《160KA中心下料预焙铝电解槽生产工艺及管理》,中南工业大学出版社,1997