

生产应用

中频炉炉衬工艺方法探讨

Discussion About Technology of Induction Furnace Lining

付海波¹, 王学政², 李兴文¹, 宋晓瑞²

(1. 济南二机床集团有限公司 铸造厂, 山东 济南 250061; 2. 泰山医学院放射学院, 山东 泰安 271016)

摘要: 简述了酸性炉衬的特性及失效机理, 介绍了炉衬材料的配比、捣固方法的选择、烘炉、烧结的操作要领。实践表明, 严格遵守感应电炉炉衬的筑炉工艺要求, 可带来显著的技术效果和经济效益。

关键词: 感应电炉; 炉衬材料的配比; 捣固; 烘烤; 烧结

中图分类号: TG232.3

文献标识码: B

文章编号: 1001-3814(2008)11-0111-02

感应电炉已越来越多地用于熔炼各种钢铁材料, 特别是在铸造车间的合金熔炼中, 感应电炉已被广泛应用。济南二机床集团有限公司铸造厂, 根据感应电炉工作的特点^[1-7], 结合本公司生产的实际, 改进了筑炉工艺, 提高了炉衬寿命。该厂 500kg 中频感应炉过去炉衬寿命最高 50 次, 最低只有几次, 并且经常出现侵蚀及裂纹等情况, 严重影响了生产及经济效益。经过对炉衬的捣制工艺、炉衬混合料的配比、捣固方法和烧结工艺的改进, 炉衬寿命提高到 120 次以上, 并且简化了捣制工艺, 从而减少了打炉、烘炉次数, 大大减少了炉衬材料和电能的消耗, 降低了生产成本, 缩短了生产周期, 具有显著的经济效益。

1 感应电炉炉衬的失效机理^[8]

感应电炉的坩埚炉衬是在一系列物理、化学交织的条件下进行工作, 要承受熔炼过程 1550 以上的高温作用, 加料时炉料对炉衬的剧烈冲击与碰撞, 熔炼时电磁搅拌引起的金属液对炉衬的强烈冲刷作用, 炉渣对炉衬的化学侵蚀作用, 间断作业使炉衬温度产生急冷急热变化等, 从而使炉衬出现裂纹、局部侵蚀、剥落等, 引起金属液穿透而导致炉衬失效。

感应电炉炉衬的失效主要是熔融金属、金属氧化物、熔渣的浸透和温度应力的作用造成的。

感应电炉的炉衬较薄, 衬体中存在着较大的温度梯度, 极易导致炉衬开裂和剥落, 当熔融金属、金属氧化物或熔渣沿着衬体的裂纹渗透到纵身内部时, 则发生: 熔融金属发生氧化、还原或生成低熔点物质, 致使炉衬遭到浸蚀或产生龟裂、剥落; 熔融金属与耐火材料发生氧化反应, 并伴随着体积膨胀, 造成炉衬膨胀而塌落; 熔融金属或熔渣对炉衬的冲刷浸蚀。

2 炉衬工艺

2.1 炉衬绝缘层的改进

捣制炉衬时, 一般用 5mm 石棉板隔开感应圈和耐火坩埚, 以保证炉衬有良好的隔热及绝缘性能。但在烘烤烧结过程中, 石英砂及硼酸中的水分很难排出, 往往造成炉衬绝缘性能下降及烘炉时间延长。经过研究, 采用在石棉板上钻 $\phi 2\sim 4$ mm 的小孔, 这样既能加快石英砂及硼酸中水分的及时排出, 又能很好地固定散装炉衬料。感应电炉炉衬结构如图 1 所示。

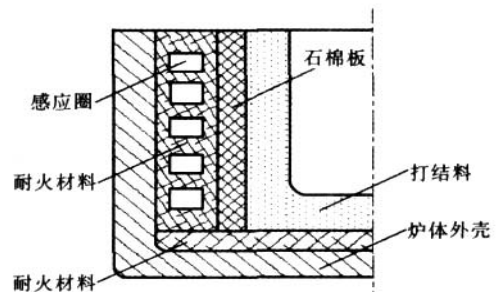


图 1 感应炉炉衬结构示意图
Fig.1 Schematic diagram of induction furnace lining

2.2 炉衬材料的配比和捣固方法的选择

石英砂的粒度配比及捣固方法影响炉衬的使用寿命, 其主要影响炉衬的耐蚀性能和抗高温冲击性能。经试验, 炉衬的抗侵蚀能力与其基体密度

收稿日期: 2007-12-28

作者简介: 付海波 (1972-), 男, 辽宁锦州人, 工程师, 主要从事铸造耐磨材料的制作及其性能的研究; 电话: 13954198209; E-mail: huangmei0708@163.com。王学政 (1972-), 男, 山东烟台人, 硕士研究生, 副教授, 主要从事铸造耐磨材料的制作及其性能的研究; 电话: 0538-6773109; E-mail: fsxy@tsmc.edu.cn

成正比,密度越大,基体组织越密,炉衬的抗侵蚀能力越强。在结合济南二机床集团有限公司实际生产的基础上,采用表1所示的石英砂配方。

表1 炉体炉衬石英砂配方表
Tab.1 Table of quartzsand used in furnacelining

石英砂粒度/目	8-10	10-20	20-40	270
新工艺(质量分数,%)	10	30	30	30
旧工艺(质量分数,%)	10	35	25	30

炉口石英砂采用表2所示的改进配方。

表2 炉口石英砂配方表
Tab.2 Table of quartz sand used in furnace mouth

石英砂粒度/目	10-20	20-40	270	硼酸	水玻璃
新工艺(质量分数,%)	20	40	40	2.5	5

炉衬坩埚分炉底、炉壁、炉口。炉底承受全部铁水的静压力,特别是和坩埚壁交界处是整个坩埚的薄弱环节,此处厚度大,散热不均匀,烧结时易产生裂纹;炉壁部位温度高,铁水静压力、冲刷力及铁水的化学侵蚀严重;炉口部分内外温差大,烧结时温度不易达到规定温度,易产生裂纹,同时使用过程中由于石英砂的过热膨胀,使炉衬整体上移,降低了炉衬的紧实度。针对这种情况,采用在炉口上方安放铝质压板防止膨胀。

捣制炉衬时,一般由4人操作,采用4人轮换位置的方法捣制炉衬,可以是捣制的炉衬紧实度比较均匀。

2.3 硼酸加入量的选择

硼酸(H₂BO₃)在石英砂混合料中主要起粘结作用。硼酸的加入量在2%~2.5%之间比较合适,但在生产过程中发现,当炉衬中硼酸的含量大于2.5%时,随硼酸加入量的增加,炉龄显著下降,且在熔炼后,炉壁表面有液体晶体向下流动,其侵蚀速度随硼酸含量的增加而增大。因此,在烧制炉衬过程中硼酸的加入量选择2%~2.5%。

2.4 炉衬烧结方法的选择

在熔化铁水的过程中,炉衬要承受1550左右的高温,要求炉衬在高温下不熔化开裂,同时要抵抗高温铁水的冲刷和腐蚀。因此,除了合理选择石英砂的粒度配比、硼酸的加入量和炉衬的捣固方法外,还要适当地选择炉衬的烧结方法。在过去,采用的是连续送电烘烤工艺,烘炉时间达10h,消耗能源严重,生产效率低。

由于石英砂在各种不同的温度、升温速度条

件下,有不同的状态转变,经试验后采用初期烘烤、一次烧结、二次烧结的烘炉工艺,既节省了能源,又提高了生产率。

初期烘烤升温在550以下,烘烤时用木材,目的主要是在排出炉衬中的水分。

一次烧结在550~1200进行,让硼酸处于熔融状态,使石英砂由石英转变为石英。

二次烧结在1200~1450进行,使石英充分转变为磷石英,炉衬内壁烧结成整体熔化欣水时,当炉料化完后,保温3~4h后出铁,然后连续熔化2~3炉。表3为炉衬的烧结工艺。

表3 炉衬的烧结工艺
Tab.3 Sintering process of the lining

烧结工艺	初期烘烤	一次烧结			
		20	30	40	50
功率/kW	-	20	30	40	50
时间/min	木材 120~180	60	60	60	120

3 结论

(1) 石棉板上钻小孔,可以加速烘烤炉衬过程中水分的排出。

(2) 炉衬基体组织密度越大,炉衬寿命越长,选择粒度配比、捣制方法时可以用密度做参考。

(3) 炉衬的使用寿命与硼酸加入量及炉衬的烧结工艺有关。

(4) 炉口上方加压板,可以防止在烘炉和熔化时炉衬的膨胀,提高炉衬的使用寿命。

参考文献:

- [1] 何剑雄. 提高碱性炉衬寿命的实践[J]. 特种铸造及有色合金, 1993, (6): 38.
- [2] 程家然. 中频感应电炉的两项改进[J]. 中国铸机, 1994, (5): 34.
- [3] 许朋真. 中频感应电炉炉衬的改进[J]. 机械工人(热加工), 2004, (4): 67-68.
- [4] 鲁靖国. 影响感应电炉坩埚使用寿命的因素分析[J]. 现代铸铁, 2004, (3): 32-34.
- [5] 张申涛. 感应电炉炉衬使用寿命探讨[J]. 中国铸造装备与技术, 2006, (2): 56-57.
- [6] 周立刚, 承明泽, 王贺, 等. 中频感应电炉中性炉衬湿法筑炉经验[J]. 铸造, 2006, 55(12): 1302-1304.
- [7] 陈文戎, 赵国清. 试论酸性感应电炉炉衬侵蚀机理及提高炉衬寿命的工艺措施[J]. 铸造技术, 2006(12): 1410-1413.
- [8] 陈淑英, 王献丽, 付强, 等. 提高酸性感应电炉炉衬寿命的实践[J]. 铸造技术, 2007(6): 872-874. ■