

·设备研究·

中频炉如何保持较高炉龄

易致达

(柳州五菱柳机动力有限公司铸造车间,广西 柳州 545000)

摘要:提高感应电炉坩埚的使用寿命是每一个铸造工作者追求的目标,对企业也将有重大意义。文章分别介绍了筑炉材料、筑炉工艺、烘炉工艺、用炉工艺对电炉坩埚使用寿命的影响,并探讨了如何提高炉子的使用寿命。

关键词:筑炉材料和工艺;烘炉工艺;用炉工艺;

中图分类号: TG232.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-6178(2009)02-0009-03

How To Maintain High Service Life Of Furnace

YI Zhi-da

(Foundry Factory of Liuzhou Wuling Liuji Power CO.,LTD, Liuzhou Guangxi 545000, China)

Abstract: Improving service life of induction furnace crucible is the goal each foundry worker pursues and is of great significance for enterprise. This paper introduces the furnace building materials and technique, drying technique and employing technique, discusses methods of improving service life of surface.

Key words: furnace building material and technique, drying technique, employing technique

柳州五菱柳机动力有限公司铸造车间配置的两台中频炉容量为3 t;熔炼材质为HT250铸件,原铁水 $\omega(\text{C})=3.2\%\sim 3.3\%$, $\omega(\text{Si})=1.65\%\sim 1.75\%$;为两班制工作,出水温度为 $1\ 490\ ^\circ\text{C}\sim 1\ 540\ ^\circ\text{C}$;使用的炉衬砂为普通国产砂;在高温、高碳量、低硅量、频繁停炉以及炉衬砂为普通国产砂的工作条件下,中频炉的使用寿命一直保持着较高的炉龄,平均使用寿命为205炉,且绝大多数为正常侵蚀而造成的拆炉。

1 影响电炉坩埚拆炉的一些缺陷

1.1 坩埚的正常侵蚀

在高温状态下,炉衬将与铁液进行坩埚反应,如下式: $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$,温度越高,C越高、Si越低,炉衬的蚀损将加剧,随这炉衬的不断地侵蚀,炉衬变薄,从而导致拆炉。

1.2 坩埚的异常侵蚀

1) 裂纹

裂纹分为垂直裂纹和横向裂纹。垂直裂纹在炉冷的过程由于炉衬的收缩将不可避免的产生,在冷炉启动熔化时,只要控制好升温速度,一般均可弥合,因此垂直裂纹危害较小。横向裂纹由于在冲炉过程

中炉衬产生分层或者在使用过程中产生上下较大的温差而产生的,容易使铁液渗入,且在使用过程不断的扩展,容易造成漏炉,因此横向裂纹的危害很大。

2) 孔洞

孔洞主要是局部筑炉质量不好或者在冲炉过程中落入异物或者烘炉过程排气不良所致。穿透性的孔洞会造成直接漏炉,未穿透的孔洞也大大降低了电炉坩埚的使用寿命。

3) 其他原因

有时为了维修电炉设备等原因,不得不拆炉,从而造成了电炉坩埚使用寿命的结束。

2 提高电炉坩埚的使用寿命的措施

以下从炉衬耐火材料、铺炉工艺、筑炉工艺、烘炉工艺和使用工艺等方面介绍如何防止缺陷的产生,从而提高电炉坩埚的使用寿命。

2.1 炉衬耐火材料

炉衬耐火材料质量及其性能的好坏对炉子的使用寿命起到根本的作用。

1) 筑炉耐火材料要有良好的性能

要求耐火材料具有相当高的耐火度,抵抗高温热负荷作用,不软化,不熔融;具有高的体积稳定性,抵抗高温热负荷作用,体积不收缩和仅有均匀膨胀;具有相当高的常温强度和高温热态强度,高

收稿日期:2009-01-20

作者简介:易致达(1985-)男,学士,助理工程师,主要从事铸造熔炼及其控制工作的研究。

的荷重软化温度,在高温热负荷和重负荷的共同作用下,不丧失强度,不发生蠕变和坍塌;具有好的耐热震性,抵抗温度急剧变化,不开裂,不剥落;具有良好的抗渣性。

2) 耐火材料的成分

耐火材料中的杂质,在高温下能形成低熔点的化合物,从而降低了耐火材料的耐火度。随着耐火材料中杂质含量的增加,耐火度降低,坩埚的使用寿命下降。因此,炉衬砂中要保证石英含量,严格控制杂质成分,车间对炉衬砂成分控制如下:

$$\omega(\text{SiO}_2) \geq 98.0\%; \omega(\text{Al}_2\text{O}_3) \leq 0.5\%; \omega(\text{Fe}_2\text{O}_3) \leq 0.5\%; \omega(\text{TiO}_2) \leq 0.05\%; \omega(\text{H}_2\text{O}) \leq 0.5\%。$$

3) 耐火材料粒度配比

耐火材料合理的粒度配比,可以在筑炉过程中容易形成密度高的耐火层,在使用过程不易出现缺陷。

耐火材料粗、中、细3种粒度配比不当将会降低使用寿命,车间使用的耐火材料为专业厂家提供,粗细配比如下:3.35 mm~5 mm、0.85 mm~1.70 mm、0.1 mm~0.85 mm、0.1 mm以下的比例分别为17%、33%、20%、30%。

2.2 铺炉工艺

铺炉质量对炉子的寿命和安全有着重要的意义。铺炉时先检查线圈是否有损伤,如有,则在损伤部位涂刷绝缘漆,将其修复;再用水玻璃拌耐火泥修平炉墙,并将炉墙及炉底清理干净;依次铺设事先按尺寸剪好的云母板、报警不锈钢网、石棉布;用铜芯线接好报警不锈钢网穿出炉子线圈外,再用三个涨圈在铺好石棉布的炉子炉墙下、中、顶部涨紧;铺好的炉子,应盖好,避免杂物落入其中。

2.3 筑炉工艺

1) 筑炉工具

①筑炉机选取是否得当也影响到筑炉质量。车间使用的是电动振动机。就以电动振动机而论,筑炉机的功率、频率、重量均要达到车间的具体要求,要保证在筑炉过程中避免分层现象,同时要保证得到密度高的炉衬。

②车间的筑炉工具有捣固叉、平锤等,捣固叉用于舂炉底、炉墙,平锤用于在炉底舂好后将其舂平。

③坩埚模的制作有几点注意事项:要合理设计排气孔以利于在烘炉过程水汽的排出;转角处应为圆弧,避免出现锐角;焊缝必须打磨光滑;坩埚模壁厚应保障其刚度,可在模内焊上加强筋,以防止在舂炉过程中出现变形。

2) 筑炉前工作准备

在筑炉之前要做好工作准备。检查线圈是否损坏,若有则采取措施进行处理;准备好各种筑炉工具,并检查好筑炉机是否有螺钉松动、捣固叉叉子是否有牢固等以防止异物落入炉衬中;准备好筑炉材料,并将袋子剪开,要求对开平剪,以避免在加料过程中,包装纸落入炉衬中;准备好照明工具,以观察筑炉过程中的具体情况;准备好坩埚模,检查其各种尺寸看其是否变形,如有变形可更换坩埚模,将坩埚模表面的铁锈用砂布磨光,并用扫把扫干净,用小木柴将排气孔堵住但坩埚模表面要光滑,防止其在舂炉时炉衬砂从排气孔排出,准备好后可待用。

3) 筑炉过程

炉底和炉墙的质量好坏直接影响到炉子的使用寿命,因此这个环节至关重要。中频炉炉底厚为300 mm,炉墙厚为110 mm。筑炉底时加入料为16包25 kg装的炉衬砂,由三台筑炉机进行捣固,时间为50 min左右,以保证其获得结实的炉底;筑好炉底后放入坩埚模,用定位尺校正壁厚,要求各方向误差小于5 mm,然后用木契紧固,并放入压炉铁块以防止坩埚在冲炉过程中的移动,再用平铲铲松坩埚和石棉布之间的石英砂;由于坩埚模的倾斜处不容易捣实,因此,炉墙第1层加料需少些,以避免出现局部不紧实或者分层现象,第1层加料为4包炉衬砂;第2层至第6层每层加料为6包,捣固时间均为30 min左右,加料量要保证筑炉机能捣固到前1层,以避免分层现象,加料量要根据具体情况来确定加料量;由于在冲炉过程中不可避免的出现粗粒上浮现象,每弄好1层后,要把浮在上面的粗粒分开,以避免出现分层现象;炉子封顶后,用石英砂拌水玻璃铺在炉子顶部和出水槽,将其捣紧,修平;炉子修筑好后,盖上石棉板,插入热电偶并定好位,做好烘炉准备。

2.4 烘炉工艺

烘炉是为了获得烧结层的过程,烧结层的好坏直接影响到了炉子的使用寿命,烘炉是一个重要的环节。炉腔筑好后,应立即进行烘炉;烘炉前,检查电气设备、冷却水系统是否正常;烘炉时要严格按烘炉工艺进行,烘炉曲线如图1。

烘炉工艺是烘炉过程中的关键因素,具体要点:①要控制好加热速度,特别是烘炉早期,如果加热速度过快,炉衬中的水分排出过快则容易形成裂纹,使炉子的寿命大大缩短。②当炉衬被加热到573℃时,炉衬中的 β -石英快速转化为 α -石英,体积膨胀0.82%。温度继续升高, α -石英在870℃转

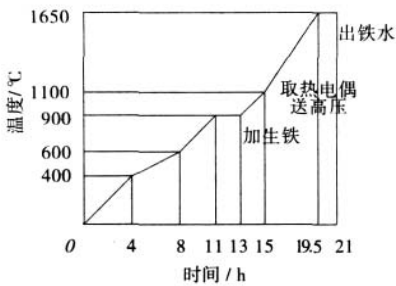


图1 烘炉曲线

而在 870 °C 时应保温 1 h~2 h, 使其能缓慢且完全的相变。③烘炉最后阶段为烧结保温, 烧结温度根据具体耐火材料而定, 一般希望能得到厚度为炉衬厚 30% 的烧结层, 因此, 一般烧结温度高于出铁温度 50 °C~100 °C。

2.5 用炉工艺

炉子使用过程的各种工艺对炉子的使用寿命也相当重要, 各种操作不当均可能会降低炉子的使用寿命。因此在使用过程中应注意以下几点。

1) 由于新炉的烧结层较薄, 因此新炉的使用工艺很重要。新炉出水的第 1 炉应出 50% 即加料熔化, 这样可避免全部出水后加料使炉衬骤冷而出现裂纹等缺陷; 新炉尽可能地进行连续熔炼, 避免间断熔炼忽冷忽热而造成的裂纹, 一般应连续熔化 1 个星期; 新炉使用时, 下料时尽量避免强烈冲击炉底和炉墙, 避免在强烈冲击下出现的炉衬剥落、裂纹等。因此要获得高炉龄, 炉子早期用炉工艺要做好。

2) 熔炼过程中尽量避免高温熔炼。在高温状态下, 炉衬将与铁液进行坩埚反应, 如下式:

$\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$, 温度越高、C 越高、Si 越低, 炉衬的蚀损将加剧, 尤其在新炉时更为明显, 因此熔化时在保证出水温度下尽量避免高温, 出水温度为 1 490 °C~1 540 °C, 但在熔炼过程中一般控制在 1 490 °C~1 520 °C; 值得一提的是, 在出水后断电使处于较低温度保温, 准备出水时再根据上一包水的温度进行升温, 这可减少高温铁液对炉衬的侵蚀, 延长炉衬使用寿命, 降低电耗, 是提高炉龄、降低电耗的好方法。

3) 避免炉衬过热。由于中频炉升温速度相当快, 当熔炼工不注意时, 使炉料出现“架桥”现象而使炉衬出现局部高温甚至超过炉衬的耐火度, 这样有可能使炉衬熔融而蚀损; 或者当炉前工不注意时, 熔化温度太高时也可能使炉衬熔融而蚀损; 这样将大大降低炉衬的使用寿命, 因此, 在熔化过程中一定要随时注意, 比如熔化工要勤捅料、炉前工

化为 α -磷石英, 体积膨胀 16%。在石英相变过程中膨胀过快将容易引起裂纹甚至剥落, 因此在 400 °C 加热到 600 °C 时, 加热速度应减慢,

而在 870 °C 时应保温 1 h~2 h, 使其能缓慢且完全的相变。

③烘炉最后阶段为烧结保温, 烧结温度根据具体耐火材料而定, 一般希望能得到厚度为炉衬厚 30% 的烧结层, 因此, 一般烧结温度高于出铁温度 50 °C~100 °C。

2.5 用炉工艺

炉子使用过程的各种工艺对炉子的使用寿命也相当重要, 各种操作不当均可能会降低炉子的使用寿命。因此在使用过程中应注意以下几点。

1) 由于新炉的烧结层较薄, 因此新炉的使用工艺很重要。新炉出水的第 1 炉应出 50% 即加料熔化, 这样可避免全部出水后加料使炉衬骤冷而出现裂纹等缺陷; 新炉尽可能地进行连续熔炼, 避免间断熔炼忽冷忽热而造成的裂纹, 一般应连续熔化 1 个星期; 新炉使用时, 下料时尽量避免强烈冲击炉底和炉墙, 避免在强烈冲击下出现的炉衬剥落、裂纹等。因此要获得高炉龄, 炉子早期用炉工艺要做好。

2) 熔炼过程中尽量避免高温熔炼。在高温状态下, 炉衬将与铁液进行坩埚反应, 如下式:

$\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$, 温度越高、C 越高、Si 越低, 炉衬的蚀损将加剧, 尤其在新炉时更为明显, 因此熔化时在保证出水温度下尽量避免高温, 出水温度为 1 490 °C~1 540 °C, 但在熔炼过程中一般控制在 1 490 °C~1 520 °C; 值得一提的是, 在出水后断电使处于较低温度保温, 准备出水时再根据上一包水的温度进行升温, 这可减少高温铁液对炉衬的侵蚀, 延长炉衬使用寿命, 降低电耗, 是提高炉龄、降低电耗的好方法。

3) 避免炉衬过热。由于中频炉升温速度相当快, 当熔炼工不注意时, 使炉料出现“架桥”现象而使炉衬出现局部高温甚至超过炉衬的耐火度, 这样有可能使炉衬熔融而蚀损; 或者当炉前工不注意时, 熔化温度太高时也可能使炉衬熔融而蚀损; 这样将大大降低炉衬的使用寿命, 因此, 在熔化过程中一定要随时注意, 比如熔化工要勤捅料、炉前工

根据铁水颜色随时掌握铁水温度以确保炉衬安全。

4) 在使用过程中, 由于故障等原因需要长时间停炉时, 应将炉内的铁液倒空, 避免铁水冷凝时对炉衬的拉裂而使炉衬损坏; 当无法倒清铁水时, 且铁水已经冷凝, 在无法判断炉衬是否完好时, 为了安全起见应进行拆炉。

5) 使用过程中尤其新炉时尽量使用干净的炉料。

6) 在停炉冷却时, 为了避免炉衬骤冷, 应进行空炉冷却, 同时为避免炉衬在冷却过程中上下温差过大而产生裂纹, 应盖炉盖, 使炉衬在冷却时上下均匀, 从而保证炉子的使用寿命。

7) 由于炉冷时不可避免的出现垂直裂纹, 因此, 冷炉启动时, 应先低温烘炉, 再进行熔化, 从而使裂纹能先弥合, 避免铁水熔化时渗入裂纹使裂纹进一步扩展。

8) 炉子使用过程中要注意观察炉况, 观察好炉况就是对炉子的一种保护, 每 3 日测量炉底, 每日每炉均要观察炉墙, 从而保障了炉衬的安全。

9) 对电炉设备进行维护和保养, 如经常进行清扫线圈, 清扫线圈上的杂物防止线圈击穿, 从而避免了由于设备故障而导致的拆炉, 有效的提高了坩埚使用寿命。

3 结 论

中频感应电炉要想获得较高的炉龄, 要做到以下几点:

1) 要选取性能较好、成分较纯、合理粒度配比的耐火材料。

2) 铺炉前要检查好线圈是否损伤, 铺炉时要铺好绝缘板、不锈钢网、绝热板等。

3) 要选取好筑炉工具, 并做好筑炉前的各项准备工作, 控制好每层的加料量及捣固时间, 筑炉时避免异物落入, 尽可能获得结实且洁净的坩埚。

4) 烘炉要注意加热速度, 保证炉衬砂水汽缓慢且完全排出; 在石英相变时应降低加热速度或者保温使其能缓慢相变直至完全相变。

5) 做好各项用炉工艺, 尽量避免其缺陷的产生。

参考文献:

- [1] 陶令桓. 铸造手册(第一卷, 铸铁, 2 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [2] 铸造工程师手册编写组. 铸造工程师手册(2 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [3] 黄天佑. 铸造手册(第四卷)造型材料(2 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.