

帘线钢钢包渣线砖侵蚀分析和提高寿命的工艺措施

肖卫军

(武汉钢铁集团公司第一炼钢厂, 武汉 430083)

摘要 通过优化工艺:干砌砖缝 ≤ 0.5 mm, 镁碳砖 MgO 含量 $\geq 75\%$, 精炼渣中 MgO 含量 $\leq 20\%$, VD 处理时间由 45 min 降低到 30 min, 低粘度熔渣精炼时间由 45 min 降低至 15 min 以及用双渣线操作法, 生产 0.70 ~ 0.75C 帘线钢时, 100 t LF(VD) 的钢包渣线砖的使用寿命由 15 次提高到 27 次。

关键词 钢包炉 渣线砖 侵蚀 工艺措施

Analysis on Etching of Slag Line Brick of Ladle for Refining Steel Cord of Tyre and Technology Measure for Increasing Service Life

Xiao Weijun

(No. 1 Steelmaking Plant, Wuhan Iron and Steel Co, Wuhan 430083)

Abstract With optimized process such as dry masonry brickwork joint ≤ 0.5 mm, MgO content in magnesium-carbon brick $\geq 75\%$, MgO content in refining slag $\leq 20\%$, VD treating time decreasing from 45 min to 30 min and refining time with low viscosity slag decreasing from 45 min to 15min, the service life of slag line brick in an 100 t LF(VD) unit by using double slag line operation method for production of 0.70 ~ 0.75C steel cord of tyre increased from 15 heats to 27 heats.

Material Index Ladle Furnace, Slag Line Brick, Etching, Technology Measure

因帘线钢对其成分有严格的要求^[1], 必须采用独特的精炼工艺来加以控制。武钢帘线钢主要化学成分见表 1。精炼工艺产生的熔渣对钢包渣线砖侵蚀相当严重, 成为帘线钢大批量生产的限制性环节。

1 帘线钢钢包渣线砖在生产中的侵蚀状况

武钢一炼钢厂帘线钢生产采用 PB \rightarrow BOF \rightarrow BAr \rightarrow LF \rightarrow VD \rightarrow SF \rightarrow CCM 的工艺流程。其中, BAr 处理时间约 5 min, LF 处理时间约 50 min, VD 抽真空处理时间约 30 min, SF 软吹氩处理时间约 15 min, 钢水等待时间约 10 min。从上述工艺过程可见, 钢包渣线砖受熔渣侵蚀的时间大约为 110 min。其中, LF、VD、SF 三个阶段处理时间长, 并且这时的熔渣处在高温、真空、高流动性、低粘度的状况下, 对渣线镁碳砖的侵蚀尤为严重^[2]。

普通钢种的钢包渣线砖侵蚀速度为 2.3 ~ 3.0

表 2 LF 的主要技术参数
Table 2 Main parameters of LF

名称	参数
额定处理量/t	100
变压器额定容量/kVA	18 000
钢液升温速率/($^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$)	4.66
电极直径/mm	400

mm/炉, 而经过 LF 处理 50 min 的帘线钢钢包渣线砖侵蚀速度增加约 1 倍, 为 4.0 ~ 6.0 mm/炉。LF 的主要技术参数见表 2。

VD 处理完后, 钢水中 T[O] 降到 15×10^{-6} 以下, 渣线砖平均侵蚀速度为 3.0 ~ 5.0 mm/炉。SF 软吹处理时渣线砖平均侵蚀速度为 3.0 ~ 4.0 mm/炉。因此, 每生产一炉帘线钢, 钢包渣线砖平均侵蚀速度为 10.0 ~ 15.0 mm/炉。而实际生产中, 因为渣线砖的缺陷或工艺不均衡等因素的影响, 最大侵蚀速度达到 50 mm/炉。而渣线砖的厚度为 200 mm, 在帘线钢生产中渣线砖的寿命一般为 12 次左右, 最高达 15 次。

2 熔渣与渣线砖的侵蚀

2.1 熔渣对渣线砖的溶解

渣线砖溶解为液体时, 其接触部分发生溶解反应, 表面形成饱和溶解相。这种饱和溶液中的溶质

表 1 帘线钢的主要化学成分/%

Table 1 Main compositions of steel cord of tyre /%

项目	C	Si	Mn	P	S	Cr
协议	0.70 ~ 0.75	0.15 ~ 0.30	0.44 ~ 0.56	≤ 0.020	≤ 0.015	≤ 0.050
内控	0.70 ~ 0.73	0.18 ~ 0.25	0.48 ~ 0.52	≤ 0.015	≤ 0.015	≤ 0.030
目标	0.72	0.22	0.50	≤ 0.012	≤ 0.010	≤ 0.020

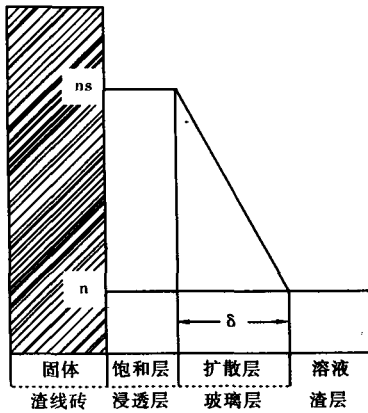


图 1 渣线砖的溶解模式图

Fig. 1 Diagram of fusing mode of slag line brick

会向溶液中扩散,饱和部分和溶液之间形成一个扩散层。图 1 表示这种溶解关系。另外,熔渣与渣线砖除在表面层反应外,还从气孔渗透到渣线砖内部,与渣线砖结构层发生溶解反应。

在实际生产中,如果渣线砖的气孔率高,表面质量差或砖缝灰浆不饱满,都会增加界面的接触面积,加快渣线砖的侵蚀。因此,使用气孔率小、表面质量好、高致密度的镁碳砖做渣线砖,砌筑时采用干砌法,砖缝 ≤ 0.5 mm,可以减轻渣线砖的侵蚀。

渣线砖中 MgO 与熔渣中 MgO 浓度差越大,侵蚀越严重。在实际生产中,为了保证帘线钢的质量,要求熔渣中 MgO 尽可能少,不能超过 20%。熔渣成分见表 3。而为了保证渣线砖的质量,要求镁碳砖中的 MgO 含量必须 $\geq 75\%$,使用的镁碳砖理化指标见表 4。

在 VD 处理钢水时,熔渣搅拌活动强烈,渣线砖侵蚀较严重。通过优化工艺,VD 处理时间由原来的 45 min 降低到 30 min,从而减轻熔渣对渣线砖的侵蚀。

表 3 精炼期熔渣的主要成分和碱度

Table 3 Main ingredient and basicity of refining slag

工序	主要成分/%				碱度
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	
LF	64.09	18.85	5.21	10.04	3.40
VD	62.10	19.11	5.03	12.32	3.25
SF	54.30	26.65	4.32	13.15	2.04

表 4 镁碳质渣线砖的理化指标

Table 4 Physical and chemical indexes of magnesium-carbon slag line brick

成分/%			气孔率/ %	体积密度/ (g·cm ⁻³)
MgO	C	Al ₂ O ₃		
78.27	17.03	-	2.8	3.10

通过采用优质镁碳砖和高精度的砌筑工艺(干砌法),可以有效地控制熔渣向组织内部的浸润;另外,加强红罐的周转,减小钢包的温度变化,可以有效地减少渣线砖的龟裂和剥落。

2.2 熔渣的粘度

低粘度的熔渣对渣线砖的侵蚀较大。为此,将原来在 LF 加放熟料造渣精炼,改为在 SF 软吹加入熟料造渣精炼,使得低粘度熔渣的精炼处理时间缩短到 15 min。通过采取此项措施,一次渣线砖的寿命平均提高了 3 次,即 15 次。

2.3 改变熔渣与渣线砖接触的部位

帘线钢渣线砖的寿命短主要是因为与熔渣接触的部位,两层左右的渣线砖受严重侵蚀造成的。通过生产实践经验,每炉帘线钢产生的熔渣约 3.5 t,钢包一层渣线砖(厚 100 mm)能盛渣约 2.0 t。考虑到生产工艺条件的稳定,制定了分浇次,按转炉高、低装入量来组织帘线钢的生产工艺。在不同的浇次,变化转炉装入量,使渣线砖被侵蚀形成上下两道渣线(即双渣线操作法)。在采取此项措施后,渣线砖的平均寿命提高到了 27 次。优化工艺和原工艺渣线砖寿命对比见表 5。

表 5 原工艺和优化工艺渣线砖寿命对比

Table 5 Comparison of service life of slag line brick with original technology and optimized technology

工艺	VD 处理 时间/min	低粘度熔渣 精炼时间/ min	渣线砖 寿命/次	双渣线操作法 渣线砖寿命/ 次
原工艺	45	45	12	15
优化工艺	30	15	15	27

3 结论

采用气孔率小、表面质量好、高致密度的优质镁碳砖做钢包渣线砖;采用干砌法砌筑;减少 VD 处理时间;加强红罐周转;减少低粘度熔渣的精炼处理时间;以及采用分浇次,按转炉高、低装入量的双渣线操作法,组织帘线钢的生产,可使 100 t 钢包渣线砖平均寿命由 15 次提高到 27 次。

参考文献

- 余 蓉,吴 玮,郭永铭,等. 钢帘线钢的生产与发展. 特殊钢, 2005,26(6):1
- 任昌华,蔡仲儒,李 江. 武钢第三炼钢厂钢包用耐火材料的现状与发展. 武钢技术,1998(9):57

肖卫军(1975-),男,工程师,1997 年包头钢铁学院毕业,从事炼钢连铸工艺技术的研究与开发。

收稿日期:2006-07-21