

苏联电爐煉鋼 先進經驗

И.Ф.皮丘林 А.Н.索科洛夫 著

楊惠華 譯

冶金工業出版社



苏联电爐煉鋼先进經驗

И. Ф. 皮丘林 著
А. Н. 索科洛夫

楊惠華 譯

冶金工業出版社

参 考 文 献

1. Соколов, А. Н. — Скоростные плавки стали в дуговых электропечах, Машгиз, Л., 1952.
2. Хайров К. Х. — Дефосфорация стали в кислой электропечи, «Вестник машиностроения», 1949, № 6.
3. Ладыженский Б. Н. и Тунков В. П. — Выплавка стали для фасовного литья, Машгиз, 1954.

苏联电爐炼鋼先进經驗

杨惠华 譯

編輯: 陈略 設計: 魯芝芳、童煦菴 責任校對: 陈一平

1957年8月第一版 1958年5月北京第二次印刷 800册 (累計 1,450册)

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{32} \cdot 26,000$ 字 · 印張 $1 \frac{16}{32}$ · 定價(10) 0.24 元

冶金工業出版社印刷厂印 新华書店發行 書号 0666

冶金工業出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 号

目 录

I 怎样提高电爐爐襯寿命

И. Ф. 皮丘林 著

序言	4
第一章	6
1. 电爐新补爐法是怎样产生的	6
2. 怎样过渡到新的补爐法	9
3. 鹼性电爐新补爐法	10
4. 經驗的推广	12
第二章	14
1. 新方法的技术实质	14
2. 电爐爐牆的旧砌筑法	14
3. 爐襯维护制度的分析	17
4. 新筑爐法特点	20
5. 酸性电爐的使用制度	23
6. 鹼性电爐的新补爐制度	27
7. 簡短的結論	29

II 电爐滿装熔煉

A. H. 索科洛夫 著

序言	31
1. 电爐滿装熔煉	31
2. 怎样从一次熔煉中同时获得两种鋼	41
3. 酸性电爐的除磷	41
4. 高錳鋼的冶煉	43
結論	46

I 怎样提高电爐爐襯寿命

序 言

党和政府对重工業的發展給予很大的注意，重工業，它是我国国防力量和国民經济各部門的巩固的基础，是苏联人民福利不断增長的源泉。重工業的心臟是机器制造業，而它的根本的准备基础是鑄造業。鋼、生鉄、有色金屬及其合金的鑄件制造在不断的增長。現在，鑄件已平均佔机器重量的70—80%，机器价值的40%。

为了增加鑄造車間中金屬的生产，最大限度地利用現有熔煉設備的能力具有特別的意义。同时，充分利用熔煉爐的能力的重要方法，是提高爐襯的寿命和改善熔煉的技术操作方法，在这一方面，值得全面推广烏拉尔車輛制造厂的經驗。

在烏拉尔車輛制造厂的小型鋼鑄件車間中，掌握了使用酸性和鹼性煉鋼电弧爐的新方法。这个方法的新穎之处，是根据爐襯的状态在每次熔煉之后补充修补爐牆。在很多工厂中通常仅限于在有些时候修补爐牆，然而在每次熔煉后修补爐牆能使爐襯的寿命增大很多倍。

为了大大地增大电爐爐牆內襯的寿命，同样也对爐子的構造作了某些改变。其中，現时的爐子和爐頂間的接合处的沙封，採用石棉和耐火粘土磚制的密封环来代替。爐頂环用槽鋼制成，並用水冷却。爐門的磚拱現在以用水冷却的金屬拱代替。

筑爐襯的新方法的主要优点，是消除了因修理爐牆而引

第 一 章

1. 电爐新补爐法是怎样产生的

为了爭取煉鋼电爐爐底和爐牆的高寿命，烏拉尔車輛制造厂的煉鋼工們走过了艰苦的斗争道路。現在，酸性和鹼性电爐的爐底和爐牆已經工作了三年以上不要修理，每个爐子煉出了 8000 爐鋼，現在真不能相信，不久以前的时期，这些爐子在每个爐齡期內仅煉出 30—40 爐鋼或更少。

烏拉尔車輛制造厂煉鋼工集体以創造性的活动、不屈不撓的精神、向目的銳近的意向来創造砌筑爐底和爐牆的新方法的历史是大可借鏡的。

在偉大的衛國战争以前，电爐鋼仅在 ДСТ-5 式酸性电爐中冶煉。电爐安裝在車間地平面上，用功率为 2250 千伏安的变压器进行工作。金屬料用手工裝爐。出鋼量为 5—7 吨。借桥式吊車將金屬液出到安放在爐前坑中的 8 吨盛鋼桶內。那时仅冶煉小型型鑄件用的低碳鋼。

为了得到重量小的（小於 1 公斤）和外形复杂的优質鑄件，要求鋼液有大的流动性，以及因而高的澆注溫度（达 1500°C）。鑄件的重量小以及从一次熔煉得到的鑄件数量大，这就使得要採用經過盛鋼桶流嘴澆注鋼液，以代替普遍採用的具有塞桿機構的盛鋼桶澆注。同时，为了防止渣落入鑄型中，盛鋼桶襯砌有茶壺式的隔板。

从这时起确定了一定的注鋼制度。鋼水从爐中出到 8 吨的茶壺式分批注鋼桶中，金屬液从这个注鋼桶注入半吨的茶

壺式注鋼桶中（后者沿軌道上空的單軌移動）。然后鋼液从盛鋼桶注入安放在軌道上的鑄型中。

由於金屬液的三次傾注以及由於盛鋼桶中隔板的存在，在澆注过程中鋼液失去了很多的热量。它的溫度通常降低了 $180-200^{\circ}\text{C}$ 。为了补充上述的热量損失以及造成正常的澆注条件，金屬液出爐时必须达到 1700°C （根据光学高溫計，不加校正），这就比其它工厂的出鋼溫度大約高 $100-150^{\circ}\text{C}$ 。要求这样高溫的鋼水出爐迫使过度的提高冶煉的溫度制度。这又引起了工作的严重复杂化。第一，爐襯很迅速地被侵蚀，第二，由於金屬液加热到高溫时的气体饱和度增高，金屬質量惡化，第三，增高电能的消耗，因为金屬液要求較高的加热。

由於生产特点所引起的上述困难，在动員集体意志寻求电爐鋼生产較合理的新制度方面，起着它的良好作用。由於这样，首先在苏联研究制定了酸性电爐在單渣下（不放氧化渣）用矽还原法煉鋼的新穎方法。这个方法表明自己是高生产率的和經濟的。但在寻求增高爐襯寿命的方法方面，面临着要克服更大的困难。

在車間工作的最初几年中电爐爐襯不超过 $20-30$ 爐。不能容許这样的指标。車間集体了解到这一点，因而他們寻求新的补爐牆的方法。在用手工裝料的电爐上开始採用这样的补爐法，即不仅像通常一样修补斜坡和爐底，而且还补斜坡以上的爐牆。这种补爐法不久就以綜合方法进行。在裝入的金屬料上部处，接近砌磚燒坏的地方，敷以鉄屑，並撒上石英砂和水玻璃的混合物。这种补爐方法使得把手工裝料的电爐的爐牆寿命提高到 80 爐。然而它的採用不能得到大的效

果，因为在手工装料的条件下不可能在炉子的整个内部表面上进行补炉。此外，还有些地方不能修补，所以不得不停炉修理。

但这已经是新的补炉方法的开始。炼钢工人们在试验中深信综合补炉法的优越性，更坚定地开始考虑这样的补炉，即不仅修补炉子的斜坡和炉底，而且还修补炉墙。

属于战前时期的改进的，是採用水冷的金属炉门拱，这就消除了炉子砌砖最易受损的地方之一。由于这样，因经常修理炉门拱而停炉的时间大大缩短。烏拉尔車輛制造厂首先採用的水冷式炉门拱，在以新方法工作时炉墙达到很高的寿命方面起着重要的作用。

以后不久，安装了机械化装料的 $\Pi\text{CO}-5$ 式电炉。这些电炉结构的特点是，炉顶升高了 200 公厘，炉膛外倾。同时，借挂在 15 吨桥式吊车上的花瓣式自卸料罐进行装料。所有机械化装料的电炉都是碱性的，而以手工装料的电炉都是酸性的。同时，在头几个月内，碱性电炉炉墙支持了约 20 炉。用两种方法炼钢：在用碳素废钢工作时用氧化法炼钢，在以残废钢料工作时用不氧化法炼钢。

运用新炉子时国家正处于严重情况下。这就是 1942 年的战争年代；那时工厂中缺乏镁砖，而金属的需要愈来愈大。炼钢工作者作出了决定——寻求砖的代用品，不减少出钢量，国家需要多少金属，就给国家多少金属。为了这个目的，在生产中研究制定并运用了用打筑的大块砖襯砌碱性电炉的制度。这种大块砖是用镁砂、白云石、煤焦油和沥青的混合物制成的。同时，为了打筑大块砖利用了兹拉道斯托夫冶金工厂的经验。这样就实现了襯筑炉墙不用砖的想法。

但这种工作方法不能增大鹼性电爐的寿命。然而，在寻求提高爐襯寿命的最有效的方法方面，它始終起着重要的作用。它的价值是使車間整个集体的思想向往寻求砌爐襯时代替磚的途徑。用这个方法时也可能不用鎂磚。

这样，車間集体採用了补电爐爐牆的新方法逐漸克服了以現有的設備能力达到很大的出鋼量而引起的困难。

2. 怎样过渡到新的补爐法

战争结束后，部分机械化裝料的鹼性电爐改用酸性操作。就是在这个时期內，在工長巴林的领导下煉鋼工人薩新、左洛契金和达伊密托夫开始採用經過爐子上部修补爐牆的方法。这就立即使得爐襯的寿命增高到 120—300 爐，同时减少了修爐次数：电爐每 2—3 星期修理一次。

巴林和車間其他的鑄工首先得到了良好的結果后，他們組織煉鋼工人們學習不仅从爐門並且从爐的上部修补爐牆的方法。这帮助了新的补爐方法在車間中广泛的推行。煉鋼工人們評價了經過爐的上部修补爐牆的优越性，深信这一方法的好处，並开始在生产中坚定地运用它。系統地修补爐牆使得寿命增大到 600 爐。

然而，这个时期工作中的缺点是工人缺乏必需的技能，以及某些煉鋼工人对新的襯爐方法的可靠性缺乏信心。有着这样的情况，即一些煉鋼工人用新方法修补了爐子，而其他一些还未相信系統补爐的优越性的工人不好好地維護爐子，不精确地完成新方法的要求。这就縮短了爐齡期，並經常引起爐壳燒穿。

車間的領導，黨組織和工程技術人員來幫助巴林。在煉

鋼工人中間进行了很大的解釋工作。不久，大多数的煉鋼工人就採用新方法系統地修補爐牆。爐子的寿命达到 1000—1500 爐。

但一切还不是平安地經過的。在工厂中爐料的塊度变坏了，因而旧的料罐所裝的爐料不能多於 5 吨。这就使得必須做几次裝料，因而拖長了裝料時間，並減少了煉鋼量。但出路找到了。工程师岡金研究制造並在生产中掌握了新結構的料罐——新型攪式料罐。这种料罐的採用使得裝料持續時間从 15 分縮短到 5 分，並把出鋼量从 5 吨增加到 7 吨。这样就克服了採用新方法过程中的困难之一。

但不久又出現了新的困难。在卸下爐料时，張开的料罐面頰碰碎了爐牆內襯。此外，爐壳不能支持很多爐。因为爐壳經常燒穿，車間鑄工不得不接受机械师的責难。必需从困境中寻求新的出路。当在鹼性电爐上运用新的補爐方法时这个出路就找着了。

3. 鹼性电爐新補爐法

1950 年車間大大地縮減了鎂磚的消耗定額。在寻求節約鎂磚的方法中巴林共同与車間的冶金工作者扎海金、皮丘林和捷明进行了应用新方法修補鹼性电爐爐牆的很大的實驗工作。它們收集了适於修補爐牆的不同成分的補爐材料。但是，由数量为 90—95% 的廢鎂磚或廢鉻鎂磚及数量为 5—10% 的粘土所組成的混合物料才是鹼性电爐最好的補爐材料。酸性电爐上运用新方法的困难又在鹼性电爐上重現了。所有的煉鋼工不是立即同意过渡到新的補爐方法的建議。要求进行很大的解釋工作，由於这样，整个煉鋼工作者集体便逐漸过

渡到用新方法补爐。这就使得鹼性电爐爐牆的寿命提高到600爐。

在进一步提高鹼性电爐爐牆寿命的道路上出現了兩種困难。第一，和在酸性电爐上一样，在裝料时期內碰碎爐牆內襯，这就使得爐壳燒穿，以及長時間地耽擱在补爐上。第二，碰碎的爐牆內襯塊体落入爐內，破坏了爐渣。得到降低金屬質量的鎂砂稠渣，代替了所要求的表明着鋼液脫氧良好的松散白渣。

因此，为了进一步提高酸性和鹼性电爐爐牆的寿命，要求造成这样的裝料条件，这种条件消除了碰碎爐襯的情况。

1951年在斯維爾得洛夫斯克召开了机器制造者經驗交流會議。在會議上报告了烏拉尔車輛制造厂酸性和鹼性电爐打筑爐牆的新方法以及电爐鋼冶炼技术操作的改进。會議的代表以很大的兴趣接受了烏拉尔車輛制造厂的經驗。其他工厂的代表訪問了烏拉尔車輛制造厂的煉鋼工，並學習了电爐煉鋼和打筑爐牆的經驗。同时，烏拉尔車輛制造厂的代表也富集了其它各厂的經驗。这就帶來了好处。借改变爐壳的結構，扎海金和皮丘林同志成功地解决了消除爐牆內襯碰碎的問題。

电爐爐壳所进行的改裝使得料罐和爐牆內襯之間的空隙每边从100公厘增大到200公厘。此外，爐牆的傾斜度从 18° 增大到 25° 。这就大大地減少了裝料期內爐牆內襯碰碎的情况。同时，爐牆的寿命从2000爐增高到7500爐。电爐爐壳燒穿的情况已經終止，而爐牆和爐底的工作期已延長到三年半以上。

爐壳这样改裝后，具有酸性爐襯的5号电爐已經从1951

年10月一直工作到1954年8月23日，总共煉出了8694爐用於型鑄件的碳素鋼。具有鹼性爐襯的8号爐从1951年12月16日一直工作到1955年4月20日，已經煉出了7925爐鋼，並且还繼續良好地工作着。

4. 經驗的推广

打筑电爐爐牆的先进經驗使我国大企業的电冶金工作者發生了兴趣。根据运输机器制造工業部的任务，巴林在列宁格勒基洛夫工厂、齐略宾斯克拖拉机制造厂和哈里科夫运输机器制造厂中从事於推广酸性电爐襯爐牆的新方法。

在其它工厂中工作的最初几个月里，巴林不得不克服由於某些煉鋼工人的旧傳統而引起的对新方法的阻力。其中有許多煉鋼工人都習慣於在有些时候修补爐牆。新的方法要求在每次熔煉后都进行修补爐牆，就和修补爐底和斜坡一样。但在工厂領導和党組織的積極支持下，在生产革新者的广泛参加下，巴林能在很短的时期內也在其他的工厂內在生产中推广了酸性电爐打筑爐牆的新方法。

为了熟悉經驗，在烏拉尔車輛制造厂中来了許多工厂（烏拉尔机器制造厂、哈里科夫拖拉机制造厂、“紅色索尔莫沃”工厂等）的代表。其中一些工厂已經在生产中掌握了电爐打筑爐牆的新方法。这就帶來很大的經濟效果。

在推广酸性和鹼性电爐打筑爐牆的先进經驗方面，1955年2月17日真理报的消息起着很大的作用。

經過7500爐电爐不冷修

今天烏拉尔車輛制造厂的冶金工作者达到了新的优異的成績。煉

鋼工阿列克賽·契列班諾夫、費堯得爾·馬斯格維契和米哈伊爾·薩卓諾夫所工作的8号电爐从最后一次冷修的时间起已煉出了7500爐鋼。电爐工作了三年半沒有停頓。在这个時間內超过任务地煉出了許多金屬，節約了250000以上盧布。

在其他的煉鋼爐上也达到了良好的生产指标。不久前停爐修理的6号爐已經工作了兩年多沒有冷修，爐齡期結束時已經煉出了7256爐鋼。煉鋼工席道尔·卡路金、米哈伊爾·薩新和維克多尔·馬伊阿洛夫煉出了許多超計劃的金屬。

这些成績是很大的創造性劳动的結果。提出了延長电爐工作期限的任务，煉鋼工人們堅定地寻求提高爐襯耐久性的最有效的方法，改善爐子的維護。根据冶煉間工長巴林的建議，採用了在电爐內部爐牆上燒結特殊耐火材料層的方法。这种新改革使得电爐兩次修理間的工作期限延長了許多倍。

电爐工作期延長到6—7千爐是一种新的潛力，这是生产革新者發現的並使之产生作用的新潛力。國內各大企業的电冶金工作者对先进經驗發生了兴趣。在烏拉尔車輛制造厂來了“紅色索尔莫沃”工厂、哈里科夫和齐略濱斯克拖拉机制造厂，烏拉尔机器制造厂和其他各厂的代表。

烏拉尔車輛制造厂的煉鋼工作者們担负起一个責任，就是把电爐的工作爐齡期延長到10000爐。

苏联共产党中央机关报“真理报”給予电爐煉鋼工作者集体的高度評價鼓舞了烏拉尔車輛制造厂电冶金工作者集体去挖掘新的生产潛力。电爐煉鋼工作者集体以很大的驕傲总结了所走过的摸索和創造的道路。他們一致提出的諾言是不自滿於已达到的成就，在进一步提高不仅爐底和爐牆而且还有爐頂和注鋼盛鋼桶的寿命方面繼續工作。他們榮譽地答应完成在国家面前担负起的責任——把电爐爐牆的寿命提高到10000爐。

第 二 章

1. 新方法的技术实質

电爐爐牆的寿命与很多的因素有关：筑爐襯的方法，爐子維護，耐火材料的品种和質量，爐牆修理的質量，鋼液在爐中停留的持續時間，所冶煉的鋼成分，渣的稠度和成分，熔煉进行所採用的技术操作，熔煉供电制度，爐的容积，爐料性質以及裝料的順序。上述因素中不是所有的因素都以相同的程度影响着电爐爐襯的寿命。工作的經驗証明，对爐牆內襯寿命起着决定性的影响的是：

- 1) 筑內襯的方法；
- 2) 採用的耐火材料的質量以及护爐制度；
- 3) 鋼液在爐中停留的持續時間，此時間与所煉的鋼号以及熔煉制度有关。

在寻求增大电爐爐牆和爐底寿命的合理方法中，烏拉尔車軋制造厂的电冶金工作者集体对这些因素給予主要的注意。根据这些研究制定並在生产中掌握了：

- 1) 筑爐襯的新制度以及酸性和鹼性电爐維護的新制度；
- 2) 保証鋼液在电爐中停留最少的時間的煉鋼方法。

2. 电爐爐牆的旧砌筑法

不久以前砌筑酸性和鹼性电爐爐牆主要是用以下三种方法进行的：

1. 爐牆用磚塊砌成，在鹼性电爐中用鎂磚或鉻鎂磚

砌，在酸性电爐中用砂磚砌。

2. 鹼性电爐的爐牆用鎂砂或鎂砂和白云石的混合物打結(爐內)，而酸性电爐的爐牆用砂和水玻璃的混合物打結。

3. 爐牆用三四塊大塊磚砌成，大塊磚是用上述混合物在爐外事先打結成的。

這些方法保證了爐牆的壽命：在酸性电爐中 100—200 爐，在鹼性电爐中 40—80 爐。在過渡到打筑爐牆的新方法以前，烏拉爾車輛制造廠中在不同的時間內採用了這些襯爐方法。但最常採用的是用磚塊襯砌爐牆的方法(圖 1)。那時爐殼的安裝和爐子的襯砌如下：

爐體由圓筒形的爐殼(直徑 3140 公厘，高度 1320 公厘)和球面爐底所組成，它們都是用厚度為 15 公厘的鐵板焊成的(圖 2)。耐火砌磚位在爐殼內部。採用厚度為 20 公厘的石棉層以及一層平砌的火磚作為爐底以及爐牆的絕熱層。作為打結層基礎的爐底砌磚由兩層砂磚砌成：接着火磚的一層平砌，第二層側砌，兩層厚度為 115 公厘。打結層的厚度為 200 公厘。爐底總厚度為 500 公厘。

爐底用由 93% 的砂和 7% 的水玻璃組成的混合物打結。斜坡的傾角為 45° 。爐牆內層用砂磚砌成，厚度為 230 公厘，在爐頂拱腳水平處的爐牆厚度為 350 公厘，在斜坡水平處的爐牆厚度為 450 公厘。爐牆傾角不大，僅為 $1/10$ (傾角 $7-8^\circ$)。

鹼性电爐的砌磚在尺寸方面與酸性电爐砌磚沒有什麼區別。為了砌筑鹼性电爐的爐底和爐牆採用鎂磚或鉻鎂磚。斜坡和爐底的打結層是用 93% 的鎂砂和 7% 的脫水煤焦油作成的。

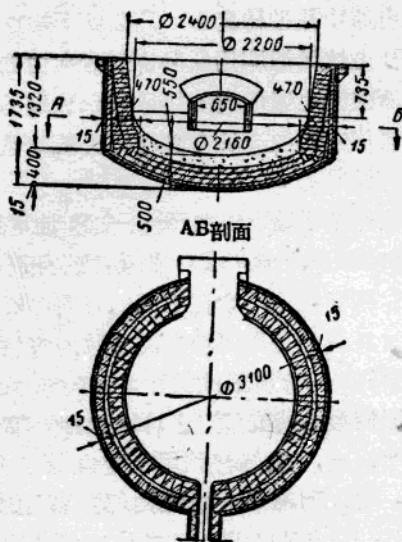


圖 1 電爐爐牆用磚襯砌的旧方法

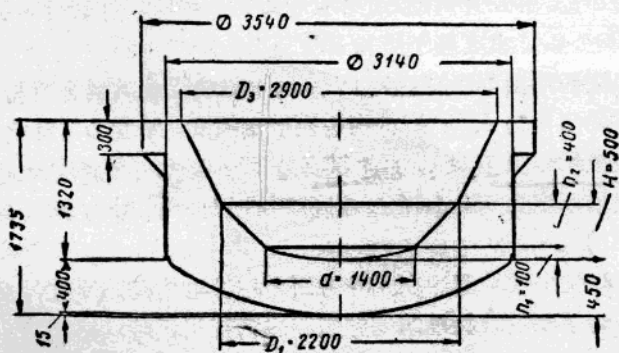


圖 2 用爐壳的旧結構時電爐的内部和外部尺寸

上述的砌磚結構（見圖 2）具有以下的缺點。第一，爐牆不是一個單一的整體，而是由各個塊體（磚塊）構成的，因此它們很快地就剝落和破壞。第二，爐牆不足的傾角使補爐困難。補爐材料不能好好地附着在爐牆內襯上；補爐材料滾下，或者隨即脫落，這就引起爐襯壽命的降低。第三，在爐齡期開始時，爐膛的容積大大減小。因此煉鋼量通常要減少一兩噸，這就降低了爐子的生產率。

3. 爐襯維護制度的分析

在熔煉過程中以下的因素對電爐爐襯起着破壞作用：

1. 在高溫時爐襯與金屬液、渣和氣體相接觸，由於金屬液、渣和氣體相互的化學作用的結果所發生的侵蝕。
2. 由於 1700° 和 1700° 以上的高溫作用所發生的熔化。
3. 在補爐和裝料期內由於溫度強烈的變動而發生的裂開。

由於這些破壞作用，在每次熔煉後能發現爐襯各部分中的缺陷。最簡單的是在下次熔煉前立即消除發現的爐襯某部分的缺陷，這就防止了爐襯進一步的破壞。這就有可能大大地提高爐子的壽命。但在現行的護爐制度下僅爐底和斜坡進行每次熔煉後的修補。爐牆的內襯不像爐底和斜坡一樣在每次熔煉後修補，而只是有些時候修補，即已經發現威脅整塊的爐牆塌落或爐殼燒穿的這種缺陷時，才修補爐牆。這種護爐制度的後果，是爐牆的壽命低（約 100 爐）和爐底及斜坡的壽命高（約 2000 爐）。

為什麼爐襯各部分不同的維護方法會引起爐襯壽命不同的結果？