

高炉及其輔助設備的砌砖

C. C. 謝列布良尼科夫著



470
60
1

高炉及其輔助設備的砌磚

C.C. 謝列布良尼科夫 著

夏 启 明

譯

中国工业出版社

本书系根据苏联冶金出版社(Металлургия) 1957年出版的 С.С.謝列布良尼科夫著“高炉及其輔助设备的砌磚”译譯出。

本书叙述高炉及其輔助设备的結構、耐火材料及其工作条件、建筑高炉用的机械和设备、砌磚規則、技术检查、劳动組織、高炉快速检修和安全技术。

本书适用于高炉車間的工程技术人员、冶金工厂的建设和检修人員，并可供冶金和建筑高等院校教师和学生閱讀。

С.С.СЕРЕБРЕННИКОВ
ОГНЕУПОРНАЯ КЛАДКА ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ
И ИХ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ (МОСКВА—1957)

高炉及其輔助设备的砌磚

夏 启 明 译

中国工业出版社出版(北京修脚園路西10号)

(北京市書刊出版事業許可証出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ ·印张 $10 \frac{1}{8}$ ·字数260,000

1962年6月北京第一版·1962年6月北京第一次印刷

印数0001—1,900·定价(10—7) 1.70元

統一书号: 15165·1195(冶金—223)

目 录

前言	5
第一章 高炉生产工艺简述	7
第二章 高炉、热风炉和除尘器的结构	11
1. 高炉的结构	11
2. 热风炉的结构	16
3. 除尘器的结构	19
4. 高炉和热风炉结构发展的主要方向	20
第三章 高炉及其辅助设备各部分耐火材料的工作条件	24
1. 高炉砌体工作条件	24
2. 热风炉砌体工作条件	31
3. 热风管道内衬工作条件	32
4. 除尘器和煤气下降管内衬工作条件	32
第四章 砌筑高炉及其辅助设备所用的材料	33
1. 耐火材料的性能	33
2. 粘土质耐火材料和半酸性耐火材料生产工艺简介	39
3. 砌筑高炉用的粘土砖	43
4. 砌筑热风炉用的粘土砖和半酸性砖	45
5. 一般用途的粘土砖	50
6. 半酸性砖	52
7. 散状耐火材料、泥浆、捣打料	53
8. 耐热混凝土	70
9. 隔热材料	78
10. 耐火材料的运输、装卸、保管、选分和加工	80
11. 碳砖、碳质泥料和碳浆	87
第五章 耐火工程施工用的建筑机械、设备、用具和工具	96
1. 耐火材料水平运输机械	96
2. 耐火材料垂直运输机械	103
3. 破碎和粉碎机械	109

4. 調制和運輸泥漿的機械	113
5. 耐火磚加工機械	118
6. 砌築高爐時所用的施工工具和用具	122
第六章 高爐及其輔助設備的砌磚規則	125
1. 耐火磚砌築總則	125
2. 高爐砌磚	134
3. 熱風爐砌磚	164
4. 熱風直管內襯的砌築	181
5. 熱風環管和送風彎管內襯的砌築	182
6. 除塵器內襯的砌築	184
7. 從爐喉到除塵器的傾斜煤氣導出管內襯的砌築	185
8. 高爐及其輔助設備的其餘部分內襯的砌築	186
9. 工程驗收總則	188
第七章 碳磚砌築爐底及爐缸的規則	190
1. 爐底砌築	190
2. 爐缸砌築	198
第八章 高爐及其輔助設備砌磚工程的組織及施工	207
第九章 高爐及其輔助設備的大修	259
1. 高爐砌體的檢修	259
2. 熱風爐砌體的檢修	268
3. 除塵器、煤氣管和風管磚襯的檢修	270
4. 高爐及其輔助設備檢修時耐火材料運送和加工的機械化 ..	271
第十章 安全技術和勞動保護	280
1. 總則	280
2. 安全操作規程	282
3. 防火措施	285
第十一章 有關國外高爐及其輔助設備耐火磚砌築經驗的某些資料	286
附錄 1、2	323
參考文獻	

前 言

苏联发展国民经济的第六个五年计划规定，1960年生铁产量将比1955年增加59%。

要如此增加生铁产量，主要靠建设新的巨型高炉才可能做到。

在增加新设备数量的同时，还要贯彻扩大生产高炉有效容积的措施。最近即将建成有效容积为1513立方米的高炉。有效容积为1719和2286立方米的高炉正设计着。

除建设新设备以外，在先进冶金工厂高炉操作人员所使用的强化熔炼过程的可能性里，还隐藏着我国熔炼生铁的巨大潜力。这些潜力可以改善高炉有效容积利用系数，而在每昼夜内超计划产出成十成百吨的生铁。

强化熔炼过程，即提高风压和提高风温工作，会恶化耐火材料的工作条件并提高对耐火材料质量和对砌砖质量的要求。

缩短高炉检修时间也是增加生铁产量的补充潜力。

在本书中，总结了冶金和化学工业企业建造部全苏热工设备建筑总公司的工人和工程技术人员集体多年的建筑高炉的经验，叙述了高炉及其辅助设备砌砖工程组织和施工的先进方法。书中研究了高炉和热风炉中砌砖质量和砌砖工作条件的问题，并列有砌砖的施工方法，推荐了验收耐火工程时检查砌砖质量的某些统一的规则和方法。

虽然存在着苏联黑色冶金部颁布的“高炉及其辅助设备内衬砌砖规程”，某些工厂仍按其地方性的工厂的规则和标准检查砌砖质量和进行砌砖验收。缺乏对砌砖质量的统一的要求，是发展和进一步改善高炉建筑的障碍。

本书列有关于国外巨型高炉的尺寸和生产能力的资料，关于

其砌砖结构的资料，关于美国和某些冶金工业发达的欧洲国家高炉、热风炉建筑以及大修方面所采用的耐火材料和施工方法的资料。

第一章 高爐生产工艺簡述

在高爐內得到生鐵是由于从鐵矿石中鐵的氧化物还原出鐵的結果。

自然界中几乎遇不到以純鐵状态存在的鐵；它以氧化物状态存在。

大家都知道，有三种鐵的氧化物：氧化鐵 Fe_2O_3 、磁性氧化鐵（四氧化三鐵） Fe_3O_4 和氧化亚鐵 FeO 。

按氧化程度而論， Fe_2O_3 是高价氧化物， FeO 是低价氧化物。

磁性氧化物 Fe_3O_4 是这两种氧化物的中間形态，并系 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$ 复合分子。

埋于地球内部的山岩含有鐵的氧化物，与其他金屬（矽、鋁、鈣、錳、鎂、磷等）的氧化物杂质混在一起。

矿石內的鐵含量处在一个寬广的範圍內。現代工业中利用鐵含量在35%以上的矿石。

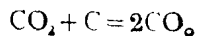
处于鐵矿石中的杂质氧化物在高爐熔炼时生成矿渣，因此它們被叫做造渣物。

从氧化物內还原出金屬的过程叫做还原过程，高爐过程是还原过程。

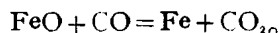
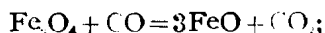
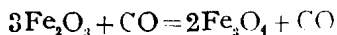
將鐵从矿石內还原出来的还原剂是一氧化碳或碳。

將鐵从氧化物中还原出来的必要条件是高温（在一定的温度範圍內）和氧化鐵分子与还原剂分子的接触。

装入高爐的焦炭，在鼓入高爐內的空气作用下，燃燒成碳酸气 CO_2 ，碳酸气在穿过熾热焦炭层的同时与碳反应而轉化为一氧化碳：

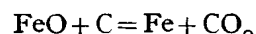
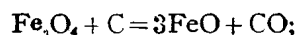
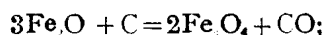


一氧化碳与铁的氧化物按下式反应：



用一氧化碳将铁从氧化物中还原出来的反应叫做间接还原反应；它们在进行时发出热，即是系放热反应。

用固体碳将铁还原出来的反应按下列公式进行：



这些反应叫做直接还原反应；它们在进行时吸收热，即是吸热反应。

所获得的游离铁与碳生成合金，其中含有 94~95% 的 Fe, 3.2~3.8% 的 C, 而其余的是金属杂质：Si, Mn, P, S。

生铁中杂质的大致含量为 (%)：

	Si	Mn	P	S
炼钢生铁	0.5~1.2	1.2~2.5	0.3以下	0.08以下
铸造生铁	1.5~4.5	0.5~0.8	0.1~0.3	0.06以下

在高炉上部发生的一些准备过程，在还原过程之先发生。属于这些准备过程的有：爐料机械水分和结合水分的排除， CaCO_3 的分解（分解为 CaO 和 CO_2 ），爐料被上昇气体加热，矿石块的松散。除了准备过程以外，由于 CO 按 $2\text{CO} = \text{CO}_2 + \text{C}$ 的反应式分解的结果而发生炭灰的析出。

炭灰和焦炭的碳是直接还原过程的反应剂。

高爐剖面完全符合于其中所发生的熔煉爐料的物理化学过程和热工过程。爐子在平面上的圓形促使材料和爐气沿断面最均匀的分布。高爐的剖面示于图 1。

按照爐内所发生的过程，将高爐分为四个工艺段（从上至下）：

1. 准备过程段, 2. 間接还原段, 3. 直接还原段, 4. 熔炼段。

在爐缸下部有个叫做出鉄口的放出生鉄用的孔口。生鉄水平綫以上有两个放出矿渣用的孔口, 一个比另一个高一些, 并在圓周上錯开。矿渣水平綫以上有鼓入空气用的孔口。

穿过风口鼓入高爐內的空气应是已加热好的, 以强化在高爐內发生的过程。

空气在叫做热风爐 (图 2) 的特殊装置內加热, 热风爐按蓄热室的原理工作。在这些装置內于一定的时间 (2~4小时) 进行

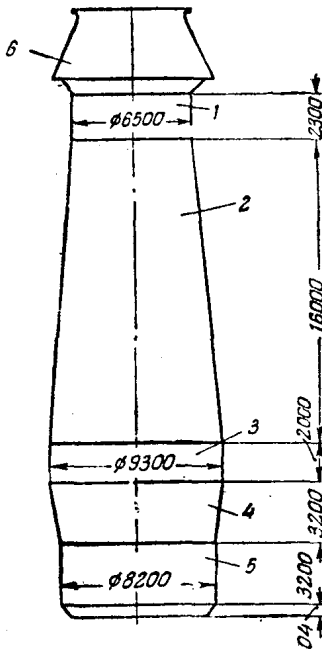


图 1 高爐剖面

1—爐喉; 2—爐身; 3—爐腰; 4—爐腹;
5—爐缸; 6—爐頂

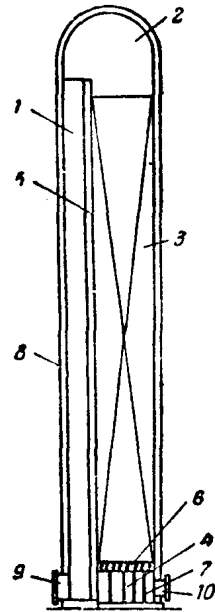


图 2 热风爐

1—燃燒井; 2—圓頂; 3—磚格子;
4—磚格子下空間; 5—隔牆; 6—格
籠子; 7—格籠子支柱; 8—外殼; 9
—冷空氣引入管; 10—廢氣閥管接头

高爐煤氣的燃燒。煤氣燃燒產物加熱熱風爐爐牆砌體和叫做磚格子的有着巨大加熱表面的磚砌格架。

高爐煤氣在也叫做燃燒室的燃燒井內燃燒，燃燒產物上昇到圓頂下面，在這裡結束燃燒過程。在沿着磚格子的垂直通道（叫做格孔）下降時，燃燒產物將部分熱傳給砌體，下降到磚格子下空間，穿過廢氣閥離開熱風爐。

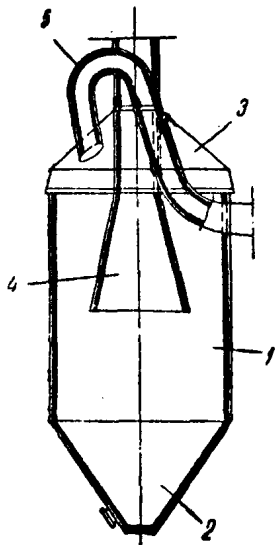


圖 3 除塵器

1—圓筒形部分；2—圓錐形底部；3—圓錐形頂部；4—引入管喇叭口；5—導出管

清除。

最新結構的熱風爐內燃燒井在平面上几乎是圓形，而在以前的結構內是弓形的。燃燒井用叫做隔牆或半截牆的鐮刀形牆同磚格子分開。磚格子堆放在由支柱支持的鑄鐵格篦子上面。

在加熱期結束後，將空氣送入磚格子下空間內，空氣在沿格孔上昇時被加熱，並穿過燃燒室和熱風閥進入熱風直管，進一步進入熱風環管。

空氣一般加熱到 $750\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，並在 $0.3\sim 1.5$ 表壓（計示大氣壓）下送入高爐內。

傾斜煤氣管道將高爐與除塵器（圖 3）連接起來，在除塵器內進行煤氣中所含爐喉灰的初步清除或粗略

第二章 高爐, 热風爐和除尘器的結構

1. 高爐的結構

現在苏联最大的高爐是容积为 1386 米³ 的高爐, 图 4 示出了它的主要尺寸。

在高爐的基础上用粘土磚砌筑有厚 345 毫米, 直徑 11200 毫米的环牆, 环牆与爐壳間寬 195 毫米的縫用銘炭質或炭質泥料填滿。

环牆的高度为 3020 毫米, 环牆內和高出 340 毫米处的空間用 140 号耐火混凝土填充。

耐火混凝土层以上砌筑着爐底的 17 层耐火磚, 每层高度为 345 毫米, 它相当于 A-2 号立砌吋的长度。

爐底砌体与边缘冷却壁之間空隙用銘炭質或炭質泥料填滿。

死鉄层以上爐缸磚牆內表面是直的, 而外表面則具有阶級形。爐缸磚牆的厚度由 920 毫米減到爐缸与爐腹会合处的 345 毫米。爐缸磚

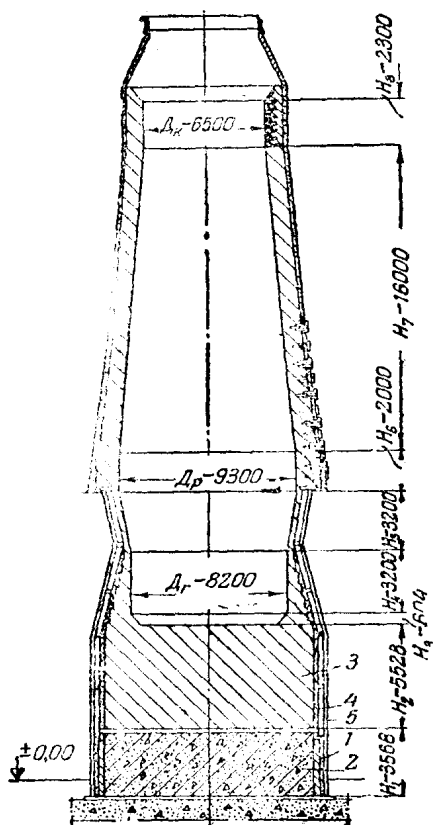


图 4 1386 米³ 高爐

1—耐火磚砌筑的环牆; 2—耐火混凝土层 3—爐底; 4—炭素填料; 5—冷却壁

衬与边缘冷却壁间的空隙用铬炭质或炭质泥料填满。

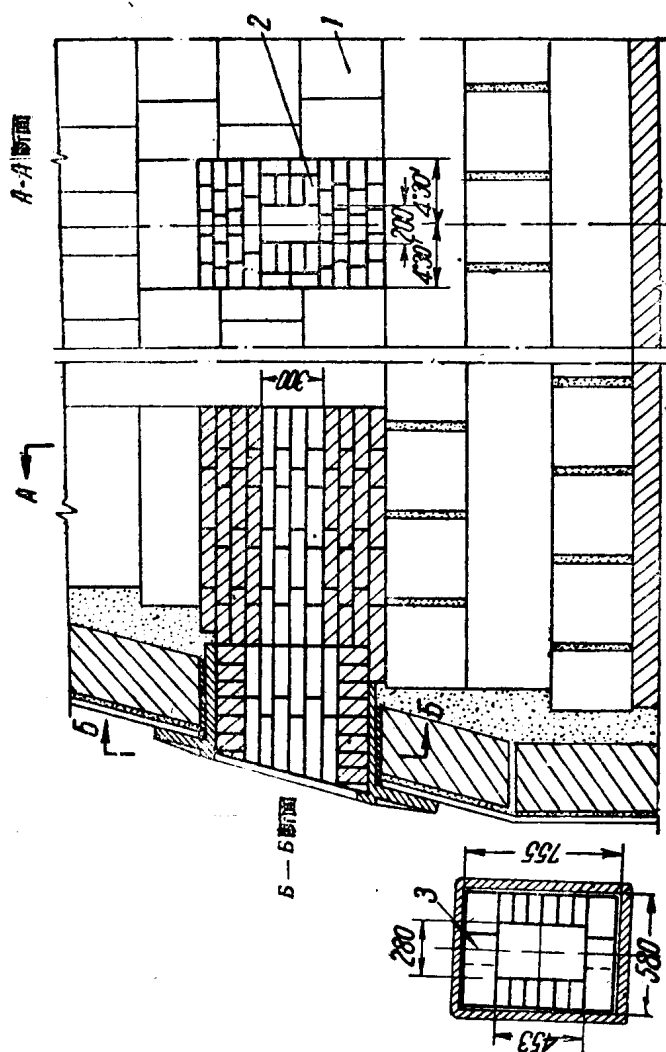


图 5 出铁口

1—炭质块; 2—粘土质衬; 3—II—2 号高炉砖

出鉄口の結構示于图 5，爐缸磚牆上的出鉄口孔断面是 200 × 300 毫米。

渣口（图 6）和风口（图 7）孔是具有搭接盖頂的非拱形結構，16 个风口孔相互間等距离地位于爐缸圓周上。

爐腹是薄墙的，厚 345 毫米的爐衬与边缘冷却壁之間不留孔隙。

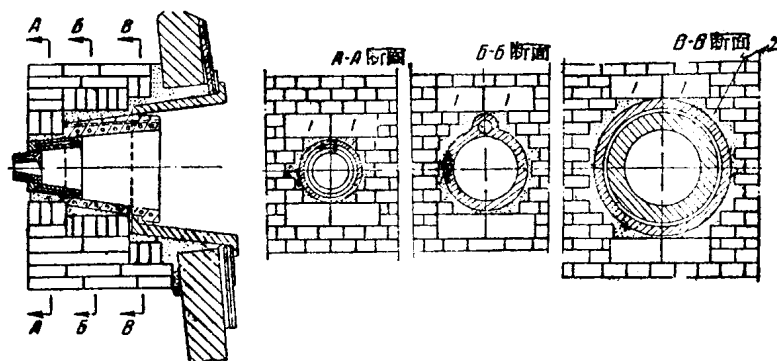


图 6 渣 口

1—非拱形 II-2 号耐火磚蓋頂；2—粘土熟料—生粘土填料

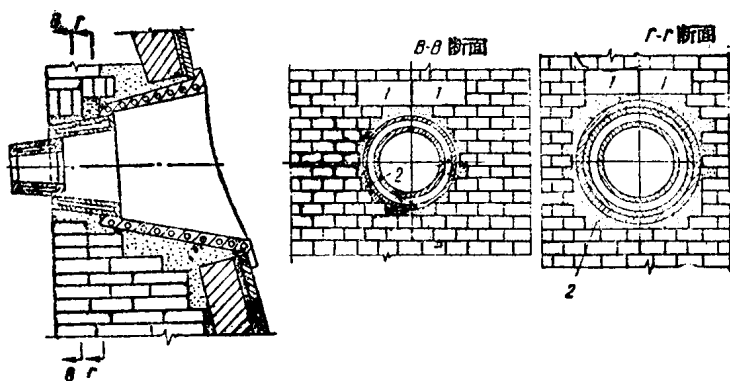


图 7 风 口 孔 洞

1—非拱形 II-2 号耐火磚蓋頂；2 粘土熟料—生粘土填料

爐腰是厚牆的，其磚衬由爐腰支圈處開始砌筑，在爐腰磚衬內安置了四層臥式冷卻器（圖 8），從冷卻器邊緣到爐腰內表面的距離為 230 毫米。

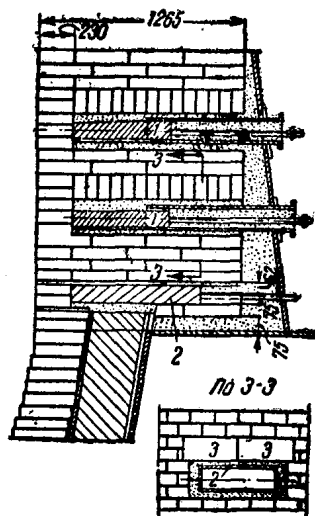


圖 8 沿爐腰支圈的爐腰磚衬
1—可更換的臥式冷卻器；2—不可更換的臥式冷卻器；3—Π—2 型高爐磚

爐身直徑的收縮是借助於爐內磚衬每隔 6 層的搭接辦法達到的，在爐身下部安置有 9 層臥式冷卻器，具有冷卻器部分（稱為冷卻器區）的磚衬厚度是不固定的，它從爐腰處的 1150 毫米減到最上層冷卻器處的 920 毫米。

磚衬與爐壳間的空隙用 2 級火泥填充，磚衬的每個第六層磚都是緊靠爐壳砌筑。

爐喉直筒部分的磚衬從內表面用七層金屬環保護，這些金屬環承受着爐料的打擊和摩擦。磚衬與爐壳間的空隙用摻入 15% 水泥的 2 級火泥填充。每個第五層磚都緊靠爐壳砌筑。

爐喉頂部沒有磚衬，它用金屬衬板保護，僅在最上部分衬板與爐頂支圈間有 3 層磚衬。

在使用炭素塊的方案里（圖 9）設計了用每层高 400 毫米的 3—4 層炭素塊代替爐底上面數層的耐火磚和用 4—5 層炭素塊代替爐缸下部（下爐缸）的耐火磚衬。

爐底最上層和爐缸炭素塊牆均用粘土磚保護，爐底部分保護層厚度為 345 毫米，爐缸部分的為 230 毫米。

煤氣導出管（圖 10）以與水平成 53° 的角度從爐頂引出，上面收縮部分稱為放散管。為了放散多餘的煤氣，在放散管上裝有閘門，傾斜的煤氣管道（下降管）將高爐與第一除塵器相連接。

煤气管道衬以标准粘土磚和侧立楔形粘土磚 (H-1 和 H-20 号)，后者是将侧棱向爐壳立砌的。为了能进行砌筑工作，在煤气管的几个地方留有人孔。

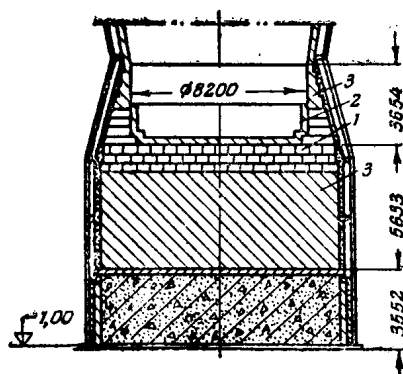


图 9 1386米³ 高爐使用炭素块

时的爐底和爐缸

1—用炭素块砌筑的内衬; 2—用粘土磚砌筑的保护层; 3—粘土磚 内衬

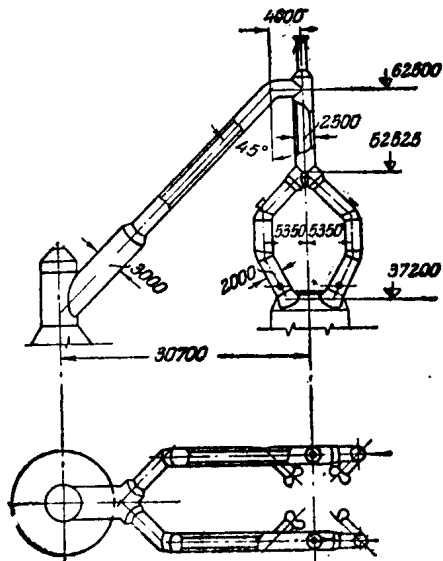


图 10 1386 米³ 高爐的煤气管道

在苏联的許多冶金工厂里有着不同容积和結構的高爐操作着。

現在不再按照旧設計建筑新的高爐，因此本書內对这些設計的資料和图都未列入。

有效容积为 1386, 1033 和 700 米³ 的高爐被取为标准高爐 (表 1)。

近代标准高爐的主要尺寸, 毫米

表 1

各 部 名 称	高爐有效容积, 米 ³		
	1386	1033	700
直徑:			
爐缸 D_r	8200	7200	6000
爐腰 D_p	9300	8200	7000
爐喉 D_k	6500	5900	5000
高度:			
耐火混凝土层 H_1	3568	2413	2455
爐底 H_2	5528	5183	3795
死鉄层 H_3	604	604	450
爐缸 H_4	3200	3200	3200
爐腹 H_5	3200	3000	3200
爐腰 H_6	2000	2000	2000
爐身 H_7	16000*	15000	12950
爐喉 H_8	2300	2300	2500

表 2

各 部 名 称	高爐有效容积, 米 ³		
	1386	1033	700
爐壳外徑 D_k	8500	8500	8000
高度			
格孔板 H_D	2300	2300	2300
磚格子 H_M	38850	32100	26250
爐頂 H_K	4500	4500	4313
热风爐全高 H_M	46765	39990	34000
爐頂內半徑 R	3656	3660	3415

2. 热风爐的結構

标准高爐的热风爐示于图11; 而其尺寸列于表 2 中。

* 俄文本誤刊为1600——譯者。