

集

庫本

爐

石切

全

戴蔭蓀 著

冶金工业出版社

焦 爐 砌 筑

戴蔭蓀 等著

冶金工业出版社

本书系根据几年来大型炼焦炉方面的砌筑经验，以双联下喷 53 型焦炉及双联立火道废气再循环式（ΠBP-51式）焦炉为主，对大型焦炉施工技术的全方位介绍。其中包括焦炉砌筑材料、施工组织设计、炉体砌筑等部份，可供焦炉的建设人员、技术工人、设计工作者、热工工作人员等学习和工作参考。

焦爐砌筑

戴蔭蓀 等著

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业许可登记证出字第 093 号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

—*—

1960年1月 第一版

1960年1月 北京第一次印刷

印数 精装 1,520 册
平装 1,520 册

开本 850×1168·1/32·170,000字·印张 7¹⁰/₃₂·插页 4·

—*—

统一书号 15062·1955 定价 精装 1.40 元
平装 0.97

目 录

序言.....	5
第一章 焦爐构造	7
第一节 焦爐发展簡史.....	7
第二节 过頂式焦爐(ΠK式).....	10
第三节 ΠK-2K 式焦爐.....	15
第四节 ΠBP式焦爐.....	18
第五节 双联下噴式58型焦爐.....	22
第二章 焦爐砌筑材料	23
第一节 耐火材料的基本性能.....	23
第二节 矽砖.....	30
第三节 粘土砖.....	36
第四节 隔热耐火材料.....	37
第五节 耐热混凝土.....	37
第六节 耐火泥.....	42
第七节 普通建筑材料.....	49
第三章 施工組織設計	53
第一节 場地面积計算.....	53
第二节 施工平面布置.....	56
第三节 耐火材料运输方法.....	58
第四节 焦爐砌砖工作棚.....	70
第五节 火泥庫和攪拌站.....	77
第六节 耐火砖庫的結構和管理.....	84
第七节 耐火砖加工厂.....	89
第八节 冬季施工.....	102
第四章 爐体砌砖	114
第一节 焦爐預砌筑及耐火砖的檢查.....	114

第二节	焦爐砌磚的劳动組織	121
第三节	中心綫、点和水准的控制	128
第四节	焦爐砌磚的主要質量标准和砌磚的操作方法	135
第五节	小烟道砌磚	140
第六节	蓄热室砌磚	151
第七节	斜道砌磚	166
第八节	炭化室砌磚	178
第九节	爐頂砌磚	191
第十节	烘爐前和生产前的筑爐工程	202
附录:		
(I)	部頒焦爐用砂質耐火制品技术条件 (重 27-55)	219
(II)	部頒砂質耐火泥标准 (重 28-55)	222
(III)	部頒粘土質耐火制品分类及技术条件 (重 34-55)	225
(IV)	部頒粘土質耐火泥标准 (重 35-55)	229
(V)	焦爐各部砌磚的允許誤差	232
参考文献		233

序 言

在第一个五年计划期间，随着钢铁工业和化学工业的发展，修建了一批现代化的大型炼焦炉。其中主要的有：奥托式、单热和复热的过顶式、双联立火道废气再循环式、等等。在这些焦炉的施工过程中，使我们深深地体会到，由于大型焦炉所需要的耐火砖数量多、质量高、砖型复杂、施工临时工程细致、砌筑质量要求严格等原因，使它在工业炉的建筑施工中占有特殊重要的位置。在党的正确领导和苏联的无私援助下，通过第一个五年计划的努力，使得焦炉的施工技术得到了飞跃的发展：在耐火材料的运输和加工以及耐火泥浆的运输和搅拌等工作上大量地采取了机械化；施工临时工程得到了改善；在砌筑操作上根据焦炉耐火砖和耐火泥浆的结构特点，创造和发展了沾浆、挤浆和刮浆法等先进砌砖方法，并创造了一整套的保证焦炉砌砖质量和施工速度的方法，从而改变了旧式筑炉砌砖面貌。在提高劳动生产率和工程质量，降低劳动强度和加速施工进度上都取得了突飞猛进的发展。如在1950年修建两座36孔焦炉时，焦炉本体的砌筑工期约为120天，每天的工人竟达700人之多，而在1957年砌筑一座65孔焦炉时砌筑工期缩短至60天，每天的工人仅200人。

在1958年工农业大跃进的高潮中，焦炉的建设任务在一年之内数倍地飞跃增长，熟练的施工力量相对地显得不够，但在总路线的光辉照耀下和天跃进形势的鼓舞下，经过短短的一年，在耐火砖的运输方法、筑炉工与上砖工的劳动组织、加速培养新的技术力量以及施工管理等工作上，都取得了极其显著的进展，因而

施工速度也一跃再跃，由1957年的60天又缩短到37天。

显然，几年来在焦爐砌砖技术上的提高是极其巨大的，但在第二个五年计划期间，随着钢铁工业和化学工业的飞跃发展，焦爐的建設数量必然仍将成倍地增长，就全国的建設范围内說来，焦爐的砌筑仍将是一个相当艰巨复杂的任务。为此，将几年来以鞍鋼筑爐公司为主的在焦爐方面的施工經驗加以总结介紹，以期达到取长补短互相提高的目的。

本書在1956年以戴蔭蓀、陆琛为主，在刘金巧等同志参加下第一次編写，当时以奥托式和过頂式焦爐为主。但因近三年来，特别是1958年大跃进中，在爐型方面已轉移到以双联立火道废气再循环式（即 ПБР-51式）和双联下噴式58型焦爐为主。在施工方法和施工組織上也有了重大的改革。因而在1959年初，由戴蔭蓀根据几年来职工們所取得的經驗，全部加以重写，以期更好地适应目前焦爐建設工作的需要。

本書系在原鞍山筑爐公司和規酒鋼筑爐公司的各級领导和有关同志深刻的关怀和指导下，并在苏联专家巴烏可夫（Р.И.Пой-КОВ）同志的热情帮助下始能編写成册的，原稿并承焦化耐火設計院何本文同志等审閱，謹此表示衷心感謝。

第一章 焦爐構造

第一節 焦爐發展簡史

自從十六世紀木炭燃料特別感到不足時起，便增加了冶金燃料供應上的困難。當冶金工業尚未採用焦炭以前的數十年，煉鐵工業幾乎是停頓的。在十七世紀曾做過使用煤來煉鐵的試驗，但都沒有成功。一直到1735年才制出了質量合乎煉鐵需要而不用加入其他燃料的焦炭。經過多次試驗後才制出了滿意的金屬。從此時起，便開始使用焦炭煉鐵。因此，1735年可說是煉焦工業發展的開端。

當時大部份焦炭是在土窯中煉制的。土窯的直徑一般為3~4米。在煤堆上面蓋有稻草，草上面敷土，在煤堆中間留出一個井形的煙道，類似煉制木炭的方法。結焦時間約為12~24天。

到十九世紀二十年代，出現了流行一時的“馬廐式”焦爐。這種焦爐爐室牆高約1.6米，長13~18米，彼此的距離為2.5米。爐底上砌有若干個與垂直煙道相連接的水平煙道，同時也作為導出煤氣之用。

馬廐式焦爐的結焦時間繼續8~10天。跟土法煉焦比較，前者易于控制生產過程和能制出質量比較均勻的焦炭。

將上述的煉焦過程，改為在四面密閉、不漏空氣的爐室內進行，是煉焦技術的一大躍進。首先實現這一點的是蜂窩式焦爐。

初期的蜂窩式焦爐是橢圓形的，煙囪位於裝煤口之上。燃燒所用的空氣由爐門眼孔中導入。所需的热量由煤堆中一部份煤的燃燒來供給。

在十九世紀五十年代出現完善的蜂窩式焦爐以前，這種爐子曾經多次改變。這種爐子為圓形，直徑3~4米，圓頂爐蓋，高約2.5米。有時將30~40個爐孔組成一個爐組。每個爐室的裝煤

量为5~7吨，結焦时间为48~72小时。焦炭在爐内消火，然后用人工扒出。一直到最后才改进为机械化出焦，如图1所示。

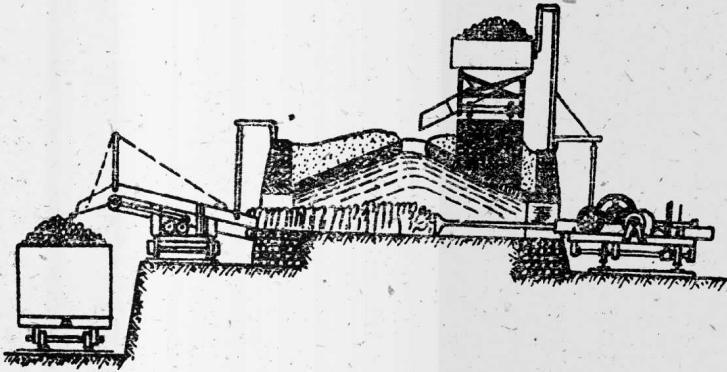


图1 帶有机械化推焦裝置的蜂窝式焦爐

由于蜂窝式焦爐中焦炭回收率和产量的波动，在十九世紀中叶，又出現了“倒焰爐”。这种焦爐具有窄小的长形炭化室，其端部用帶有耐火砖衬的鑄鉄門封閉，爐室两边的爐墙中不是水平烟道而是垂直烟道。因此，显著地提高了爐墙的强度，并具备了减小爐墙厚度的可能性。煤在炭化室内产生的煤气，由炭化室顶部的火眼排至垂直燃烧室中开始燃烧，并經爐底烟道后排出。空气由爐頂进入，如图2所示。这种焦爐炭化室宽度为0.9米，装入量三吨时結焦时间为48小时。

尽管这种焦爐把煤的全部揮发物都用作炭化的热源，但在当时却享有很大的名望。它完成了化学产品不回收式的焦爐的技术改革。但当时一种焦炭已經不能滿足市場的需要，同时在有机化学方面有了很重要的发现，而使用于染料和葯品制作原料的焦油需用量大大的增加，于是产生了回收炼焦化学产品的必要性。

化学产品的回收是将当时最新式的不回收化学产品的焦爐进行改造将炭化室与燃烧室分开而实现的。

炭化室和燃烧室的分开，引起炼焦技术的很大改革。使得化

学工业获得了以前弃而不顧的珍貴原料，縮短了結焦時間，有了調节燃燒室中煤氣流量的可能。当发明了利用廢气热量的方法以后，煤氣用量又得到进一步的节省。

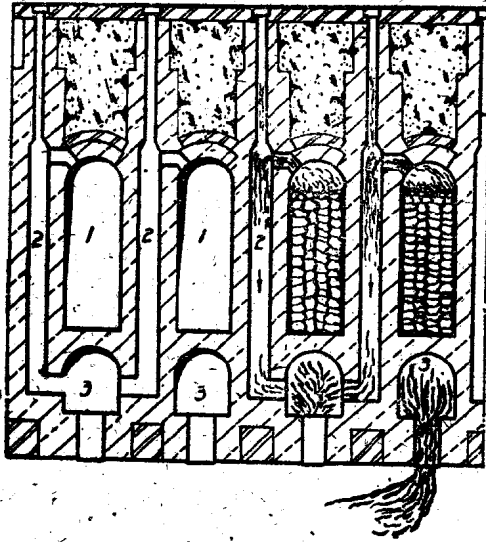


图 2 倒焰炉

1—炭化室；2—垂直燃燒室；3—爐底烟道

当上述的改革逐步实现后，又提出增加燃燒室溫度和炭化室爐溫度，从而縮短結焦時間的要求。当时遇到的困难问题是砌筑焦爐用的粘土磚經不住高溫，限制了炭化溫度的提高。一直到高溫軟化点很高的砂磚出現后，才适当地改变了爐道的断面、縮小了炭化室，从而大大地縮短了結焦時間。

在此后的数十年內，焦爐的結構都是圍繞着下列方面进行了长期的各式各样的改进：繼續縮短炭化時間，提高焦爐的生产能力，改善加热条件，使爐室內各个部份得到均匀的加热，以提高焦炭質量；改进建筑材料，增加机械設備，降低建筑造价；等等。而主要的是焦爐上下均匀加热的問題，它是引起各个設計者从各个不同角度来改进焦爐結構的主要原因。因而在以后的年

代里就出现了各种各样的、不同型式的焦爐。其中流行得較广的有奥托式 (Отто)、柯柏斯式 (Коррес)、柯柏斯倍克式 (Coppers-Becker)、威尔帕特式 (Welputte)、沙麦特索尔維式 (Semet Solvey) 以及过頂式 (Печи с Перекидными каналами, 简称 ПК式)、双煤气道过頂式 (Печи с Перекидными каналами двух корнюрны, 简称 ПК-2К式)、双联立火道、废气再循环式 (Печи с Парными вертикалами и рецекуляцией продуктов сгорания, 简称 ПВР式)、等等。而后三种型式的焦爐是由苏联国立焦化設計院 (Гипрококс) 設計的类型。1958年由我国自行設計的双联下噴式 58 型焦爐, 吸取一些先进焦爐的结构优点, 适当地簡化了砌体和护爐鉄件的结构。在1958年以后大量地兴建了 ПВР式及双联下噴式 58 型焦爐。

第二節 过頂式焦爐(ПК式)

苏联在第一个五年計劃开始时, 就对焦爐进行了規模巨大的設計工作。最初設計出过頂式焦爐 (ПК式), 并于1932—1938年間, 先后进行了二次爐型标准化工作, 將異型砖数大大减少, 并改善了爐体结构和加热系統。至1945年业已定型。異型砖自 544 种改至 208 种, 于1945年以后又繼續有所改进。这就成为目前有代表性的 ПК-45 与 ПК-47 式焦爐。

ПК式焦爐结构, 如图 3 所示。其中橫断面图系自爐組中剖出的五个炭化室断面, 用以表示該爐組各部份相互間联系及气体在爐內的流程。縱断面图系沿燃烧室全长及供此燃烧室的两个蓄热室的剖面。在焦側系沿爐內煤气管道剖出, 在机側系沿供給空气至燃烧室的斜道剖出。燃烧室共由 28 个燃烧火道組成, 即所謂立火道^①。

① 1950 年以前砌筑的焦爐, 其燃烧室多系 27 个立火道, 机側 14 个, 焦側 13 个。

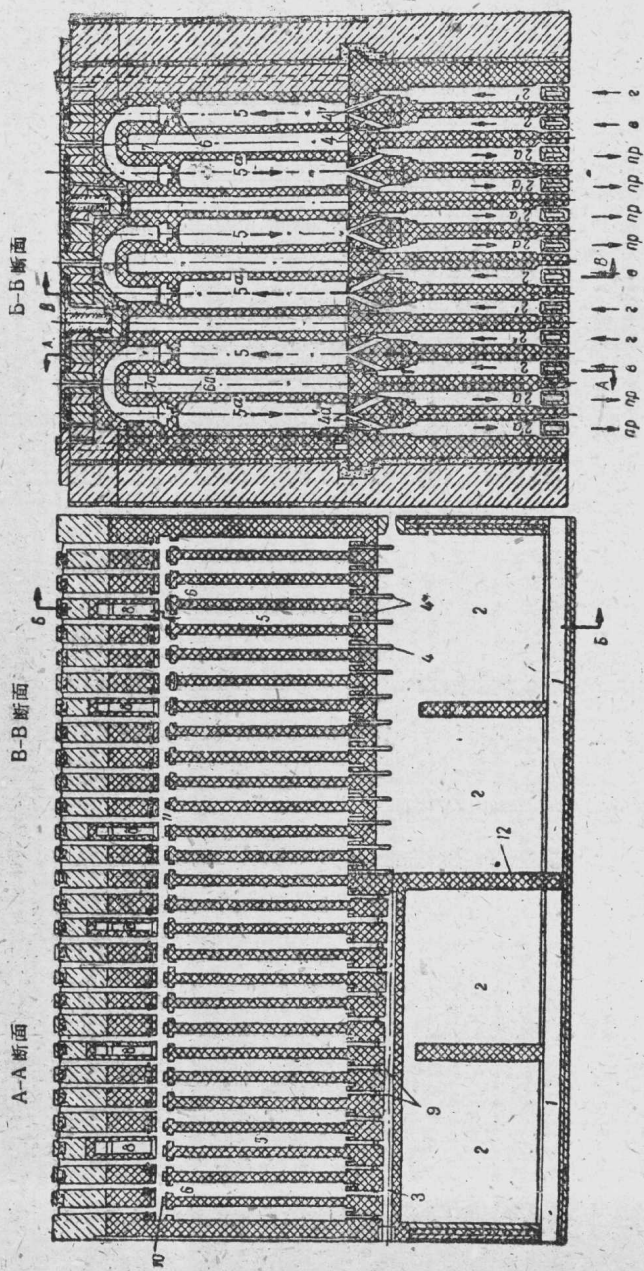


图 3 1945 年以前 PK 式焦炉加热简图
 ПП—废气; Б—空气; Г—煤气

加热系統由两个沿燃烧室全长供入空气的蓄热室、沿燃烧室全长分配煤气的爐内煤气管道、燃烧室及燃烧室頂集合水平烟道組成。

在第14与15立火道之間(从机側数向焦側)，全爐由隔墙11, 12隔开。这样，煤气和空气各同时往两侧供入。煤气、空气与废气各自流动在一側加热系統，即在以隔墙隔开，与其他一側加热系統无关的14个立火道中。这样就使之能够研究独立的一側加热系統中的气体流程，而气体在两侧加热系統中的流程是完全相同的。

每两个相邻燃烧室5与5_a之間，以在爐頂的过頂烟道8相連。当在燃烧室5燃烧时气体由下而上，形成上升气流。經過頂烟道由另一个燃烧室5_a排出废气而形成下降气流。过頂烟道位于奇数炭化室上。

如果首先在炭化室右側的燃烧室中燃烧，全爐皆如此作加热方面的改变，在全爐有45个炭化室的情况下，則同时有11个炭化室(即約25%)的两侧为上升气流加热，有23个炭化室(約为50%)一側为上升气流，一側为下降气流，其余11个炭化室(約25%)两侧皆为下降气流所加热。亦即燃烧先在两个燃烧室中进行，然后轉至其相邻的、作为排出燃烧废气的两个燃烧室中进行，此时同时供入空气和煤气。

每一燃烧室下有两个蓄热室2及2'，当用高爐煤气加热时，其中之一2'用作預热高爐煤气，另一个2用作預热空气。

当用焦爐煤气加热时，两个蓄热室2及2'都用作預热空气而透入同一燃烧室。此时蓄热室以四个为一組进行操作，即2、2'、2'与2——供給空气时，其他四个蓄热室——2_a、2'_a、2'_a与2_a排出废气。全爐蓄热室均依此类推。在焦爐兩端的蓄热室，当一端两个蓄热室用作預热空气时，他端則排出废气①。煤气是由

① 除爐号数为(3+4n)时(即减3可被4除尽的爐号)，如15, 19, 23……除外，此时兩端之蓄热室工作气流相同(n=正整数)。

和四个处于上升气流的蓄热室相应的一对爐内煤气道供給的。当一对煤气道在供給焦爐煤气时，其相邻一对爐内煤气道則停止供給煤气，而送入空气，烧除石墨。

总的燃烧过程如下：空气自下而上，通过蓄热室格子砖被加热后由两蓄热室沿斜道4及4'进入立火道5。与煤气汇合燃烧后废气上升至立火道顶部6而入水平烟道7，然后沿过顶烟道8（每半个燃烧室中有三个过顶烟道）进入相邻燃烧室而形成下降气流，經水平烟道7_a、立火道顶部6_a、立火道5_a、斜道4_a及4'_a、蓄热室2_a及2'_a（在此处經過格子砖留下大部热量）而进入烟道。最后通过烟囱排入大气。如此每过20分鐘换向一次。由于加热系統对称，换向后的流动順序与上述相同。

当用高爐煤气加热时，空气由蓄热室2进入燃烧室，而煤气則由蓄热室2'送入，这样就避免了上升的煤气与下降的废气相邻，而减少了煤气窜漏的可能。

高爐煤气与空气，各从其蓄热室上升进入斜道4'及4到立火道5，燃烧废气在加热系統其余部份的路程，一直到其往蓄热室排出，是与用焦爐煤气燃烧时废气的路程完全相同的。同样每經過20分鐘换向一次，气流流动方向相反。

为了使沿炭化室墙高度内加热均匀，燃烧室墙用三种不同厚度砌出，其底部为140毫米、中間为127毫米、上部为102毫米。

ПК式焦爐从1942年起（即在ПК-42式中），将燃烧室墙改为两种厚度，即由127毫米和102毫米砌出。至ПК-45式在蓄热室中增加了导引废气用的半中隔墙。至ПК-47式时（见图4）取消了ПК-45式焦爐所具有的烧咀坑，并将燃烧口提高到立火道底面。爐端立火道的調节孔及該处斜道适当增大，因与其他火道相比需要更多的空气量。蓄热室用異型格子砖（见图5）并取消了蓄热室的半中隔墙，在过顶烟道处增加了看火孔（见图6）。同时仍保持了燃烧室墙用两种厚度127及102毫米，

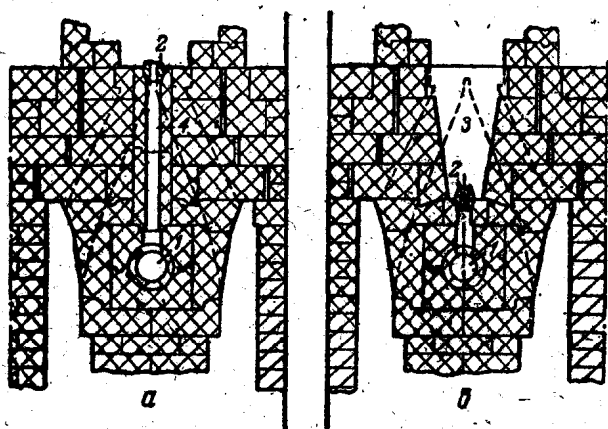


图 4 ПК-47 (a) 与 ПК (б) 式炉内煤气道区
(1945年以前结构)

1—煤气分配道(爐内煤爐气道); 2—喷嘴; 3—燃烧坑; 4—煤气导入道

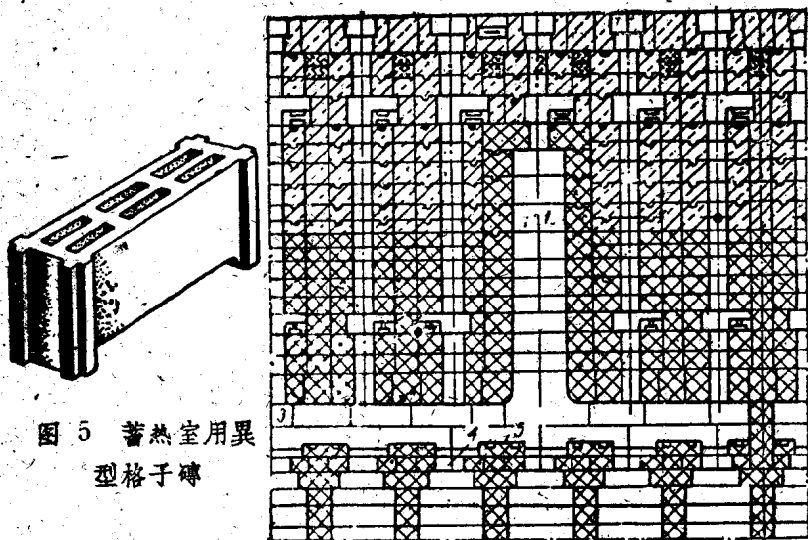


图 5 蓄热室用異
型格子磚

图 6 ПК-47式焦炉过顶烟道上的看火孔

1—过顶烟道; 2—看火孔(与过顶烟道重合);
3—水平烟道; 4—调节孔(废气流通孔); 5—调节磚

ПК-48式取消了爐內煤氣道，單用高爐煤氣加熱，使斜道區磚型大為簡化並且降低了高度。

第三節 ПК-2K式焦爐

ПК-2K 式焦爐的氣體流程，如圖 7 及圖 8 所示。

ПК-2K 廢氣循環式焦爐加熱系統的結構有若干改變。但其燃燒室的過頂煙道結構及氣體在加熱系統中的流程仍與 ПК 式焦爐相同。

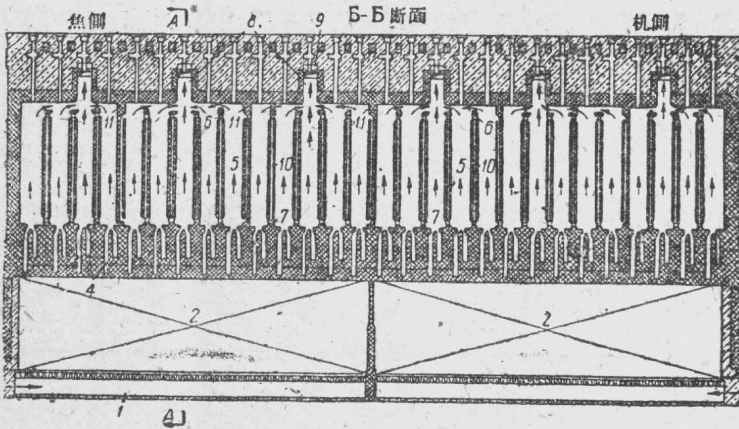


圖 7 ПК-2K 廢氣循環式焦爐縱斷面圖

- 1—空氣蓄熱室小煙道；2—空氣蓄熱室；3—焦爐煤氣分配道；4—高爐煤氣與空氣斜道；5—立火道；6—頂部廢氣循環孔；7—下部廢氣循環孔；8—過頂煙道；9—閘板調節磚；10—廢氣循環道；11—立火道分組隔牆

在ПК-2K式焦爐中，為了使蓄熱室在操作上便於使用及減少耐火磚的消耗，用一個適當增大的蓄熱室代替了ПК式焦爐的兩個並列布置的煤氣蓄熱室，這樣能使蓄熱室牆的厚度適當增加到290毫米，增加蓄熱面積，降低蓄熱室高度，減少耐火磚消耗，並保證其具有較好的嚴密性。蓄熱室用異型格子磚（見圖5）。取消了沿蓄熱室全長的隔牆。

在ПК-2K式焦爐中，焦爐煤氣系用兩個爐內煤氣管道分別供給各立火道，并于立火道底，即斜道出口處燃燒。採用兩個爐內煤氣道可以使爐體支柱結構簡化，并使爐內煤氣道區砌體保持較大的強度。燃燒口與斜道位于同一平面上，可使燃燒火焰增長。

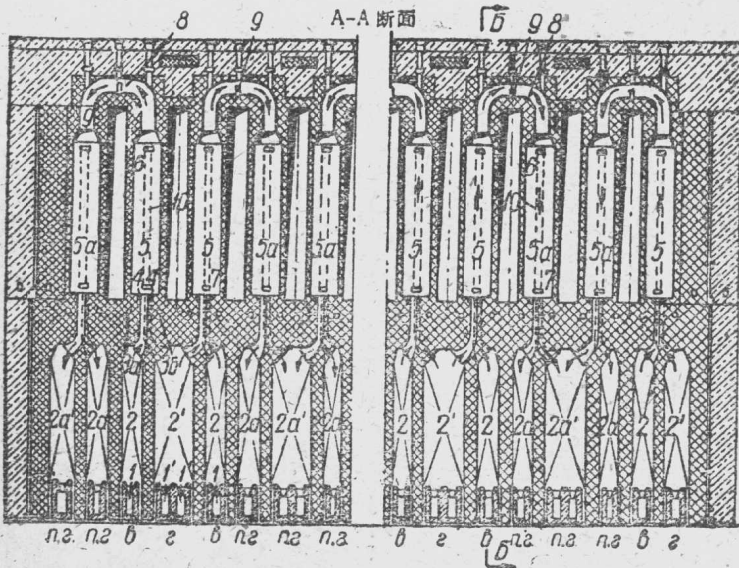


图 3 ПК-2K 廢气循环式焦炉横断面图

- 1—空气蓄热室小烟道；1'—煤气蓄热室小烟道；2—空气蓄热室（上升气流）；2'—煤气蓄热室（上升气流）；2a—空气蓄热室（下降气流）；2a'—煤气蓄热室（下降气流）；3a—奇数立火道煤气分配道（爐內煤氣道）；3b—偶数立火道煤气分配道；4—立火道空气斜道；4'—立火道高爐煤氣斜道；5—立火道（上升气流）；5a—立火道（下降气流）；6—上部廢气循环孔；7—下部廢气循环孔；8—过頂烟道；9—过頂烟道分組調节砖；10—廢气循环道；11—立火道分組隔墙；
 π, γ —廢气； β —空气； α —煤氣

每一燃燒室按过頂烟道分为六組，每組有4或5个立火道，并用隔墙11隔开。取消了立火道上部的調节砖，并以过頂烟道8上的总調节砖9代替。

沿燃燒室全长进入各組的煤氣量，用調节砖9来調节；沿每