

鑄造用熔煉設備介紹

C. T. 尤金 著

邓虞訓 譯

冶金工業出版社

鑄造用熔煉設備介紹

C.T. 尤 金 著

鄧 虞 訓 譯 張 宗 齡 校

冶 金 工 業 出 版 社

这本小冊子是苏联劳动后备出版社出版的，它的任务是向鑄工工長和專業教師們介紹主要的鑄造用熔煉設備。

書中敘述了各种鑄造用熔煉設備（化鉄爐、馬丁爐、轉爐和電爐）的構造；闡述先進機器制造廠——莫斯科市的机床制造廠，列寧格勒市的斯維爾德洛夫工廠，塔什干的伏羅希洛夫農業機器制造廠等工廠所屬鑄造車間熔煉金屬的特点。

本書对各种熔煉設備的敘述均淺顯易懂，除了適於鑄工工長和專業教師閱讀外，也適合於有中等文化程度的人作為一般知識來閱讀。本書已包括了所有煉鋼設備，因此讀完此書後對煉鋼也會有一個概念。

С.Т. ЮДИН
СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ПЛАВКИ
Трудрезервиздат (Москва 1953)

* * *
鑄造用熔煉設備介紹

鄧虞訓 譯 張宗齡 校

冶金工業出版社（北京市灯市口甲45号）出版
北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

* * *
冶金工業出版社印刷廠印

一九五六年十月第一版

一九五六年十月北京第一次印刷（1—3,539）

737×1092 • $\frac{1}{32}$ • 37,000 字 • 印張 1 $\frac{26}{32}$ • 定價 (10) 0.30元

書号 0516

* * *
發行者 新華書店

目 錄

序 言

一、熔鉄的三排風眼化鉄爐·····	6
1. 化鉄爐的構造·····	6
2. 三排風眼化鉄爐的操作特点·····	12
3. 吹氧的化鉄爐熔煉·····	15
4. 化鉄爐鼓風的預熱·····	22
二、燃油化鉄爐·····	25
三、鋼的電力冶煉·····	27
1. 電弧爐的構造及其操作·····	28
2. 電弧爐自動化的一般概念·····	34
3. 高頻率感應電爐的構造及其操作·····	35
4. 氧氣在電爐煉鋼中的應用·····	38
四、冶煉鑄件用鋼的馬丁爐及轉爐·····	40
1. 冶煉異型鑄件用鋼的馬丁爐·····	40
2. 冶煉異型鑄件用鋼的小型轉爐·····	47
五、有色鑄件的熔煉設備·····	53
1. 煉銅的單相電弧爐·····	53
2. 察斯圖亨型新式小容量煉銅爐·····	54
3. 鋁合金熔煉爐·····	56
4. 鎂合金熔煉爐·····	57

序 言

苏联共产党第十九次代表大会通过的苏联发展第五个五年计划（1951—1955年），规定机器制造业要高速增长。机器制造业的产品生产，比第四个五年计划约增加一倍，其中重型机器制造业将得到更大的发展。

冶金设备中的锻压机、轧钢机、以及其他机器和设备的全部重量的65%左右都是铸件。因而，随着整个机器制造业，特别是重型机器制造业的增长，铸造生产的规模必须迅速扩大。与铸件体积增大及重量增加的同时，铸件的尺寸、形状和表面质量的复杂性也随之增加。

要进一步发展铸造生产，就必须使主要操作及辅助操作广泛采用机械化和自动化，并建立新的操作法和改进现有的操作法。

现代铸造生产的特点，在于采用各种各样的铸造机器和设备，以及采用铸造技术操作机械化所需的各种起重运输设备。许多先进工厂所建立的流水铸造作业也促进各个工段的自动化和整个生产的自动化。

莫斯科专业工厂〔机床制造厂〕的实践证明：彻底实现苏联共产党第十九次代表大会关于采用新技术的历史性的决议，就能得到巨大的成就。与1950年比较，该厂的铸件产量有显著增加。譬如：今年每平方公尺面积的铸件产量增加了24%；而铸件的重量则几乎减少6%。由于以前用于模铸的铸件的40%以上采用了表面干燥的模型，不扩大生产面积大型铸件的产量也得到了增加。这种新技术的优点，已经被组织流水作业的铸工们成功地实现了，每一个工段的铸件产量增加了一倍，成本降低了25%，劳动

生產率提高了39%。

1952年11月全苏科学工程技术鑄造工作者协会在莫斯科举行了一次會議，研究鑄造生產自动化的問題。會議通过了关于進一步改進鑄件生產过程所使用的机器，以便將它們改变成自动控制的決議。會議还指出：必須建造能保證熔出鉄水的成分和性質前后一致的自动控制的化鉄爐。

在机器制造業中，廣泛应用生鉄、鋼及有色金屬的鑄件。这些鑄件在不同的熔煉設備中煉制，設備則根据鑄件的种类進行区分。生產鉄鑄件用化鉄爐和反射爐；生產鋼鑄件用馬丁爐、电弧爐、高頻率电爐和小型貝塞麦轉爐；生產有色金屬鑄件用电爐、电弧爐、电阻爐、感应爐、坩堝爐及反射爐。

本書介紹各种不同熔煉設備的構造以及苏联某些先進机器制造厂所屬鑄造車間熔煉金屬的特点。

一、熔鐵的三排風眼化鐵爐

1. 化鐵爐的構造

化鐵爐是目前最普遍的一種熔鐵設備。化鐵爐是俄國人發明的。世界上第一批化鐵爐是巴達舍夫於1774年在古雪夫工廠建成的。而英國人維爾金新得到發明化鐵爐的專利特許証是在1794年。

十八世紀末叶，俄國的所謂化鐵爐，是沒有鐵殼而僅由磚砌成的八角形爐子。現代的化鐵爐為圓筒豎爐，外包鐵殼，內襯耐火磚或搗筑料。爐子由爐身、風圈、支承部分、爐喉、熄火花器及前爐諸部分組成。

化鐵爐分為帶前爐與不帶前爐的兩類；有一排風眼的，有兩排風眼的，也有三排風眼的（風眼為供給爐子冷風或熱風之用）。化鐵爐一般都是燃燒固體燃料。

蘇聯國立冶金工廠設計院設計的現代標準三排風眼化鐵爐，是最普遍採用的一種化鐵爐，爐子用焦炭作燃料。三排風眼能節省燃料，提高爐子的生產率和爐內的燃燒溫度。由於三排風眼能合理送風，因而能創造良好的燃燒條件，促使燃料充分燃燒。但是，只有在爐子操作正常，每噸鐵水的焦炭消耗量為10~12%和空氣供給量為100~140立方公尺/平方公尺/分的情況下，三排風眼送風的優點才能存在。三排風眼化鐵爐的效率達52.1%，而一排風眼化鐵爐的效率僅為37.4%。如果有三排風眼，則風眼處產生爐渣的情況就能顯著減少，因而便於維護爐子及改善爐子的空氣供給狀況。遺憾的是，這樣會使爐襯的損壞高度增加。但

是，這並不表示每噸鐵水成本的提高，因為三排風眼化鐵爐的生產率有顯著提高，能相對地降低每噸鐵水的耐火材料消耗量。

化鐵爐是根據爐子的構造及尺寸來區分的。在現代的鑄造車間中，根據車間的能力建築各種不同生產率的化鐵爐。蘇聯國立冶金工廠設計院已設計出完善的化鐵爐，並且規定了適合於五種不同生產率的化鐵爐的直徑尺寸（見表 1）。

表 1

化鐵爐的類型

爐子的規定編號	爐 子 內 徑 (公 厘)	爐子的生產率 噸/小時
1	500	1
2	700	3
3	900	5
4	1100	7
5	1300	10

燃燒強度決定於燃燒帶每平方公尺橫斷面積在單位時間內的焦炭消耗量。

化鐵爐的生產率決定於爐子的斷面面積與燃燒強度。爐子的生產率按照熔煉一小時所得到的鐵水噸數來計算。

所謂單位生產率，就是爐子每平方公尺橫斷面積的熔鐵量（噸/平方公尺/小時）。內徑為 700, 900, 1100 及 1300 公厘的一排風眼化鐵爐的平均單位生產率為 7.0~7.4 噸/平方公尺/小時。

三排風眼化鐵爐的平均單位生產率為 9.0~9.6 噸/平方公尺/小時，比一排風眼化鐵爐高 25~30 %。三排風眼化鐵爐的最大生產率可達 12.5 噸/平方公尺/小時。

生產率為 3 噸/小時的化鐵爐，通常用於生產小型及中型鑄件，7 噸及 10 噸的爐子用於生產大型鑄件，但在流水作業的大型車間里，如須消耗大量鐵水來鑄造小型鑄件時，則應建築生產率為 10 噸或更大的爐子。生產率為 5 噸/小時的化鐵爐，可用於生產小型、中型和大型鑄件。這樣的爐子通常作為標準化鐵爐。其構造及外形尺寸見圖 1。

爐身：第一排主要風眼中心線至裝料門底邊（門坎）之距離，稱為爐子的有效高度（ H ），它等於 4000 公厘。當爐子的直徑（ D ）為 900 公厘時， H 與 D 之比值為 4.45。從爐底底板至裝料門坎之爐高（ H_1 ）為 4550 公厘。爐子的斷面面積為 0.686 平方公尺。爐身外殼（包括煙囪）為圓柱體，由 8~10 公厘厚的鐵板鉚接而成，外殼的直徑為 1450 公厘。為固定砌磚和加固鐵殼起見，在鐵殼的水平接口處里面鉚有角鐵。角鐵上面（爐子內面）鉚有鐵圈，鐵圈的厚度與砌磚的厚度差不多相等。襯料是耐火粘土磚，其厚度為 230 公厘。化鐵爐由兩層楔形或矩形的耐火磚襯砌。襯料與鐵殼之間留有 45 公厘的縫隙，其內填以絕熱層（灰或砂藻土）。爐底的厚度為 250 公厘。

裝料門作為爐子裝料之用，它的高度為 2500 公厘，寬度為 1000 公厘。爐身的上部安裝護喉板代替耐火粘土磚，因為粘土磚在受到爐料的衝擊時會很快脫落。由四層護喉板組成的部分，高達 1000 公厘。護喉板由鑄鐵鑄成，安砌在鉚於爐殼的角鐵上。

煙囪為爐身的延長部分。它的內襯厚度為 115 公厘（半塊磚）。煙囪的上面安有熄火花器。爐子廢氣從煙囪的六個側面煙孔進入熄火花器（參看圖 7）。

蘇聯國立冶金工廠設計院設計的三排風眼化鐵爐，其風眼斷面面積與爐子斷面面積之比為一比四；第一排風眼的斷面面積為

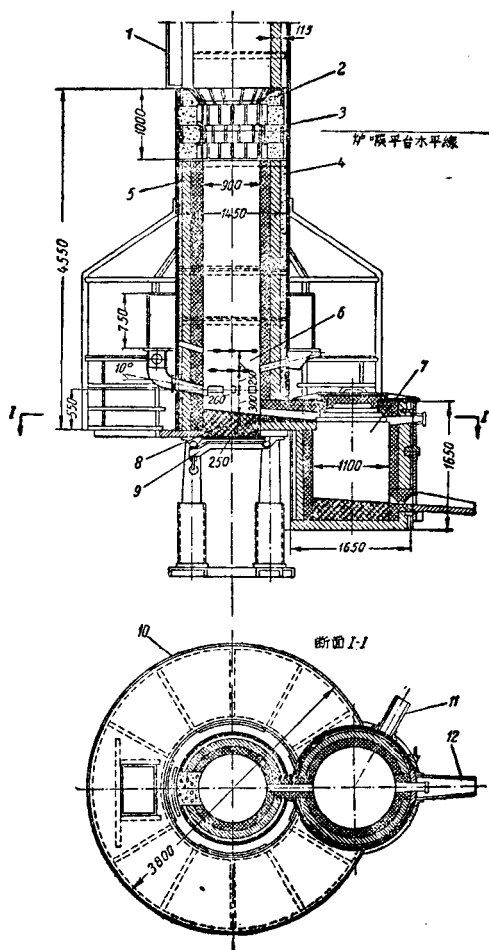


圖 1 苏联國立冶金工厂設計院設計的五噸标准化鉄爐

1—裝料門；2—爐喉；3—鉄殼；4—絕緣層；5—爐身；6—風眼；7—前爐；

8—爐底；9—穿孔爐底板；10—工作平台；11—出渣槽；12—出鉄槽

全部風眼断面面積的 80 %；其余的 20 % 为輔助風眼（第二排和第三排風眼）的断面面積。風眼的断面是以爐子內襯的表面計算。第一排的風眼有六个，其总断面面積为 0.127 平方公尺。風眼的寬度为 260 公厘，高度为 80 公厘，傾斜角为 10 度。爐底至第一排風眼中心線之距离为 300 公厘。第二排及第三排的風眼亦为六个，其每排風眼的断面面積为 0.0159 平方公尺。按內襯計算，第二排及第三排風眼的尺寸如下：寬 65 公厘，高 40 公厘，傾斜角 15 度。

各排風眼之間的距离为 250 公厘。五噸化鉄爐的風眼有專門的操作台。

風圈由風箱、第一排風眼的空气調節閥、三排風眼的噴嘴及彎管諸部分組成。噴嘴的長度比爐子爐襯的厚度短 50 公厘，其目的是在爐襯燒坏时減少噴嘴的損坏。風箱的断面按 2.5~4.0 公尺/秒的平均風速進行选配。为了使空气能更均匀地分配到各个風眼，空气用兩根內徑为 250 公厘的送風管送到風箱。矩形風箱由厚 8 公厘的鉄板鉚接而成。風箱的尺寸如下：內徑 2150 公厘，寬 340 公厘，高 750 公厘。第三排風眼由風箱直接送風，第二排風眼由鉚接在風箱上的特殊風囊送風。第二排及第三排風眼的送風量不進行調節。風眼处留有观测孔，用來观察熔煉進行的情况。

爐子的支承部分由鑄鉄底板、四个支柱及基礎鑄鋼板組成。爐殼用螺栓固定在底板上。

穿孔爐底板为鑄鋼板。爐底小門帶有加固筋条，小門的厚度为 20~25 公厘。干燥爐底打結層时，水份便由分佈於小門上的許多專門小孔逸出。五噸化鉄爐的爐底小門用人工关闭，如果是用吊車操作的化鉄爐，爐底則用吊車經過裝料門进行关闭。爐底

的支承裝置由鑄鋼梁構成。工作台為圓形，懸掛在爐殼上。

爐喉：裝料門處安有爐喉裝置，爐料就用料罐卷揚機從這裡裝入爐內。

爐料（生鐵、焦炭及熔劑）貯存在料倉內。爐料用特殊的料車送到爐喉。

圓柱形熄火花器為捕集從煙囪排出的赤熱爐塵和火花之用，目的在於保持廠區的清潔和防止火災（如圖 7 所示）。熄火花器的直徑及煙孔與排氣門的斷面，是按熄火花器內煙速為 1 公尺/秒，煙孔內煙速為 1~1.5 公尺/秒而計算確定的。為了使爐塵自動落下，熄火花器的底做成人字形，兩面均與水平成 40 度傾角。熄火花器的底板下面安有除塵管，以便把灰塵清除到爐喉平台。熄火花器的內徑為 3600 公厘。熄火花器的外殼就是煙囪的上部。為了便於進入熄火花器內，留有專門人孔。

前爐：鐵水在前爐內混合，其成分和溫度會均勻化。具有前爐，鐵水與赤熱焦炭的接觸時間就能縮短，因而能降低鐵水的含碳量及含硫量，這樣首先就使熔煉含硫較高的爐料成為可能。此外，還能減少金屬的火耗損失，因為前爐內的鐵水離開了風眼，鐵水表面形成的渣層能使它避免受風的氧化作用。鐵水和渣不斷從化鐵爐流入前爐，能促使爐料均勻下降和更均勻加熱。前爐能減少放渣的次數，因而能使隨爐渣流出的鐵水的損失量減少。渣的不斷流入前爐，能防止風眼結渣。前爐的另一優點，就是能節省底焦（因為有前爐時風眼與爐底之間的距離縮短）以及在鐵水从前爐完全放出以前也能清理化鐵爐。前爐的輻射熱與傳導熱的損失很小。但是，前爐也存在着嚴重的缺點：①前爐必須預熱；②有兩個爐底（爐子本身及前爐各有一個），亦即需打結兩次；③很難連續熔煉各種不同成分的爐料；④使用大容量盛鐵桶時必

須設置淺坑；⑤ 投資較大，在生產過程中耐火材料的消耗量較大。

前爐的內徑（1100 公厘）通常比化鐵爐本身的直徑（900 公厘）略大；前爐的高度（1650 公厘）與其直徑（1650 公厘）相等。前爐的外殼為銲接鐵殼。前爐的頂蓋由兩部分組成。鑄鐵主蓋與鐵殼联接，主蓋的中間有小孔，孔上有活動小蓋；小蓋的直徑為 500~700 公厘。第二鐵蓋（小蓋）有打結襯料。前爐沒有另外的爐頂。前爐內襯的厚度為 230 公厘。按構造前爐可分為固定式與轉動式兩種。三排風眼化鐵爐的前爐是固定式的。

引導鐵水從化鐵爐到前爐去的出鐵槽為銲接鐵槽，襯有耐火粘土磚，襯料的厚度為 115~140 公厘。化鐵爐的爐底及出鐵槽均與前爐成 5 度傾斜角。為了觀察和清理出鐵槽，設有特殊的小窺測孔。出鐵槽與放渣槽均為內襯耐火磚的銲接鐵槽。

2. 三排風眼化鐵爐的操作特點

一排風眼化鐵爐的操作，已為鑄造工長及專業工藝教師們所熟知。在許多書本和教科書中均有記載。

但是，為了更清楚地了解三排風眼化鐵爐的熔煉特點，特將無前爐的普通一排風眼化鐵爐的操作的基本概念介紹如下：

化鐵爐熔化（更確切說是再熔化）生鐵時，需用各種金屬物質（高爐、生鐵塊、廢鋼、廢鐵、澆注管廢鋼和鑄造廢品等）、熔劑（石灰石和螢石等）和燃料（鑄造用焦炭和預熱無煙煤^①等）。

① 預熱無煙煤是由無煙煤在隔絕空氣的情況下加熱至 900~1000°C 保溫 15~20 小時後得到的產物。

這些物質統稱為熔鐵的原料或爐料。熔煉用的原料需經過特殊處理，其目的在於保證熔煉的正常進行，增加爐子的生產率，提高鐵水的加熱溫度以及減少燃料的消耗。要按照能夠從化鐵爐得到規定化學成分的鐵水來選配（計算）爐料金屬部分（爐料計算）。

爐子經過修理和質量檢查後，在開爐前用木柴、重油或煤氣進行烘烤。爐子烘好後，裝焦炭到風眼以上（底焦）。底焦線規定要保持在風眼以上一定高度：對於直徑一公尺以下的化鐵爐為高出風眼 700~800 公厘左右；對於大直徑化鐵爐則達 1200 公厘。底焦的高度決定於化鐵爐正常操作時的風壓和焦炭的質量。底焦裝好後，裝入實料（由金屬，燃料和熔劑的交替層所組成）。經風眼送進爐子的空氣幫助燃料燃燒，底焦強烈地燃燒（赤熱焦炭層），爐內氣體被加熱至高溫。這些氣體上昇與下降的爐料相遇時，爐料被加熱至高溫並有部分熔化。在風眼以上一定高度處金屬全部熔化，被熔化的爐料從熔化帶沿赤熱底焦層呈滴狀下落，至爐缸時即被強烈加熱。

化鐵爐內分三帶，各帶均有其溫度及氣體成分的特點。裝料門至底焦上線的爐身部分為第一帶。爐料下降時在第一帶被加熱至 1300~1400 度（在熔化區）。

由底焦上線到風眼中心線為第二帶，在整個第二帶內進行燃料的燃燒，爐料的熔化和鐵水與渣的過熱。增大鼓風量能促使熔煉加速是由於增加了燃料的燃燒速度。

風眼中心線以下的爐缸屬於第三帶。在這一帶內由於鐵水長時間停留在無前爐的化鐵爐爐缸內，鐵水，特別是含碳在 3.2% 以下的低碳生鐵發生增碳和增硫作用。鐵水脫硫的方法很多。其中最先進的方法是用鍛燒蘇打和熔融蘇打。

化鐵爐正常工作最重要的条件之一，是爐子每平方公尺断面每分鐘的連續送風量要一定（採用鑄造用焦时为 100~150 立方公尺）。風压突变是破坏熔煉進行的標誌。現在有許多工厂對於供給化鐵爐的風的重量（單位時間內空氣的常重）及其湿度的調節（含水量的決定）均進行自动控制。

無前爐化鐵爐的出鐵和放渣可以定期或連續進行。

多排風眼化鐵爐的采用与燃燒理論及流体力学有关。

虽然多排風眼化鐵爐从 1860 年起在鑄造車間的工作實踐中已为人共知，但是直到近來，由於苏联學者們的研究，才肯定化鐵爐內的燃燒过程可以看作是三个依次進行的反应；



如果赤热焦炭是处在氧量不足的情况下，則第一反应强烈進行。但是这时只利用了燃料全部热值的三分之一。第二反应（一氧化碳的燃燒）与氧含量有关。这个反应能最大限度地利用燃料的热值。第三反应为不希望有的吸热反应。

圖 2 所示为一排風眼化鐵爐（圖 2, a），二排風眼化鐵爐（圖 2, б）及三排風眼化鐵爐（圖 2, в）爐內气体的流动情况。三排風眼化鐵爐爐內气体的流动最順利，因为这种爐子的空气供給比較充足，因此爐內一氧化碳燃燒的第二反应進行得比較强烈和完全。

焦炭、石灰石及金屬爐料的处理与一般相同。各种爐料呈交替層分佈在爐內。底焦需选用優質焦炭。底焦鋪在爐底。这个底焦就是「爐床」，爐料在「爐床」上進行熔化。底焦的高度決定於第一排主要風眼的上線，应为 800~1000 公厘。熔煉开始时，

送風是在風眼打開與大氣相通的情況下進行的。送風1~2分鐘以後，先關閉主要風眼，然後關閉輔助風眼。風壓根據熔煉要求來決定，根據與熔煉有關的各種因素進行調節。

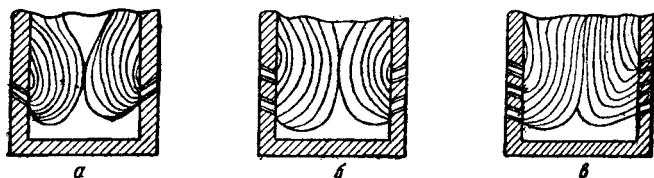


圖 2 一排風眼花鐵爐 (a) 二排風眼花鐵爐 (b) 及三排風眼花鐵爐 (c) 爐內氣體的流動情況

輔助風眼與主要風眼光亮度的一致程度，是空氣分佈正確與否的實際標誌。如果第二排及第三排輔助風眼的光亮度逐漸大於第一排主要風眼的光亮度，則應當增加主要風眼的鼓風量。同樣，如果主要風眼的光亮度大於輔助風眼的光亮度，則應適當增加輔助風眼的鼓風量。如果主要風眼送風量最大時，其光亮度大大地超過了輔助風眼的光亮度，則在修爐時必須縮小第二排和第三排風眼的斷面面積或者擴大主要風眼的斷面面積。

化鐵爐操作時的略圖（剖面）見圖 3。

3. 吹氧的化鐵爐熔煉

為了使鐵水過熱及提高爐子的生產率，設有鑄造車間的先進機器製造廠成功地採用了吹氧的化鐵爐熔煉。

大家知道，對增加鑄鐵強度有着重要意義的，是鑄鐵中石墨的形狀，而不是其中的石墨量。帶球狀石墨夾雜物的鑄鐵（即球墨鑄鐵）具有很高的強度，它比帶片狀石墨夾雜物的鑄鐵的強度高得多。譬如，球墨鑄鐵的抗拉強度極限為 50 ~ 60 公斤/平方

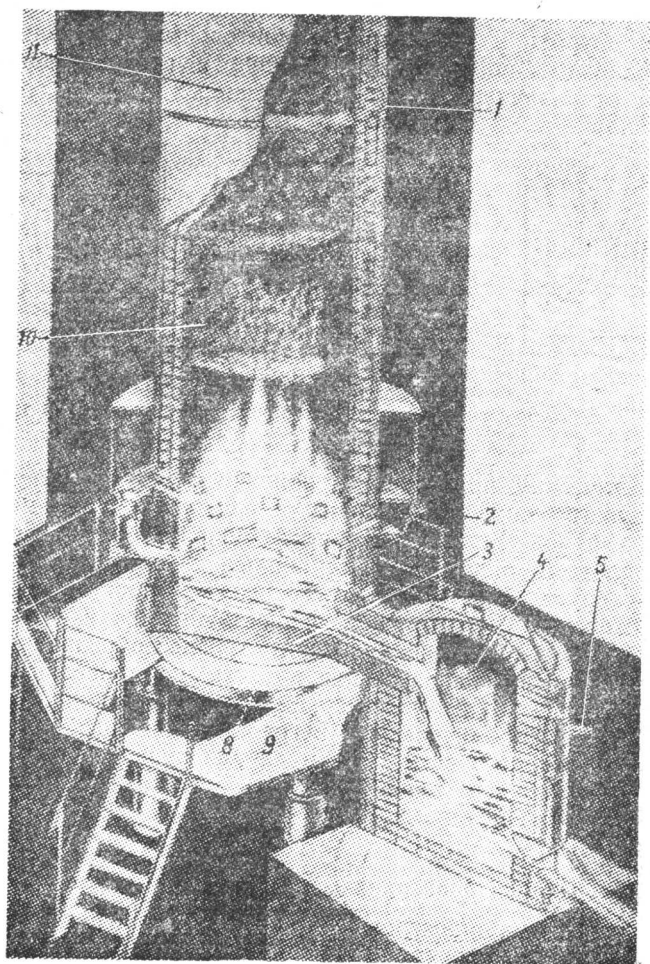


圖 3 熔化时的化鐵爐

- 1—爐身；2—爐子的三排風眼；3—爐底；4—前爐；
5—放渣槽；6—出鐵槽；7—圓柱；8—支承部分；
9—工作平台；10—分層的爐料；11 爐殼