

70.274
4219

铁合金冶炼工

Г.В. 卡尔薩諾夫 著
黑色冶金設計總院专家工作室 譯

冶金工业出版社

Г.В.Карсанов

ПЛАВИЛЬЩИК ФЕРРОСПЛАВОВ

Металлургиядат (москва 1954)

鉄合金冶炼工

黑色冶金設計总院专家工作室 譯

編輯：王婷娣 杜华云 設計：韓晶石 校對：趙崑方

1958 年 12 月第一版 1958 年 12 月北京第一次印刷 11,000 册

850×1168 • 1/32 • 200,000 字 • 印张 $8\frac{6}{32}$ • 定价 1.00 元

中央民族印刷厂印

新华書店发行

書号 0882

冶金工业出版社出版 (地址：北京市灯市口甲 45 号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第 093 号

本書系根据苏联冶金工业出版社出版的 Г.В. 卡尔薩諾夫 (Карсанов) 著 “鉄合金冶炼工” (Плавильщик ферросплавов) 1954 年版譯出。原書經苏联部长會議劳动后备管理总局专业技术教育科学委员会审定为工艺学校教学参考書。

本書介紹了主要鉄合金的生产工艺过程及其冶炼用的爐子，叙述了用不同方法炼制鉄合金时所发生的主要物理化学过程，并且也列举了生产鉄合金的技术經濟指标。

本書可做为培养鉄合金冶炼工的工艺学校的教学参考材料用，也同样是一部有助于提高鉄合金厂工人技术水平的参考書。

本書由黑色冶金設計总院专家工作室蔣国棟、矫璵、陈世遵同志翻譯，由徐作霖、陈潤甫同志負責俄文校对，由該院鉄合金科宋汝义，张桂耕同志負責技术校对。

目 录

序言	1
第一节 铁合金的意义	1
第二节 苏联铁合金工业简史	4
第三节 铁合金冶炼工	7

第一篇 铁合金冶炼爐

第一章 铁合金冶炼爐总論	10
第四节 铁合金冶炼爐的一般作业系統	10
第五节 铁合金冶炼爐的主要类型	12
第二章 铁合金冶炼爐的爐体构造	19
第六节 铁合金冶炼爐的主要結構規格及爐壳的构造	19
第七节 砌筑铁合金冶炼爐所使用的耐火材料及絕热材料	23
第八节 铁合金冶炼爐爐衬的砌造	29
第九节 爐衬的烘烤和加热	31
第三章 电极及其制造	33
第十节 电极的用途、类型和性質	33
第十一节 碳素电极和石墨电极的制造	34
第十二节 碳素电极及石墨电极的接长	41
第十三节 填料自动燒結电极	43
第十四节 填料自动燒結电极的焙燒, 下降和接长	45
第四章 铁合金冶炼爐的机械設備	49
第十五节 电极把持器	49
第十六节 电极升降机械	58
第十七节 铁合金冶炼爐部件的冷却系統	63
第十八节 运料、配料和装料机械	65
第十九节 廢气的回收	73
第二十节 防止爐上操作人員免受爐子輻射热的裝置	77
第五章 铁合金冶炼爐的电气設備	78
第二十一节 铁合金冶炼爐的电工制度	78

第二十二节	铁合金冶炼爐的供电系統	80
第二十三节	爐用变压器	82
第二十四节	开关設備	92
第二十五节	副电压饋电綫（短綫路）	94
第二十六节	检查測量仪器、保护装置和电爐的操縱	102
第二十七节	出口燒穿器	106

第二篇 鉄合金生产工艺

第六章	硅鉄的生产	108
第二十八节	硅鉄的成份、性質及其用途	108
第二十九节	炼制硅鉄的主要过程	112
第三十节	炼制硅鉄用的原料	115
第三十一节	炼制硅鉄用爐料的計算	118
第三十二节	硅鉄的生产工艺	121
第三十三节	硅鉄冶炼爐的能量平衡	129
第三十四节	結晶硅的生产工艺	130
第三十五节	硅鉄和結晶硅的生产技术經濟指标	133
第三十六节	硅鉄生产中的安全技术	134
第七章	鉻鉄的生产	137
第三十七节	鉻鉄的成分、性質及其用途	137
第三十八节	炼制鉻鉄用的原料	141
第三十九节	碳素鉻鉄和再炼鉻鉄的生产	143
第四十节	硅鉻合金的生产	157
第四十一节	精炼鉻鉄之电硅热冶炼法	160
第四十二节	金屬鉻和特殊微碳鉻鉄之鋁热冶炼法	171
第四十三节	冶炼精炼鉻鉄的其他方法	173
第四十四节	电爐冶炼鉻鉄的安全技术	174
第八章	錳鉄的生产	176
第四十五节	錳鉄的成分、性質及其用途	176
第四十六节	冶炼錳鉄用的原料	179
第四十七节	碳素錳鉄的生产	182
第四十八节	硅錳合金的生产	193
第四十九节	精炼錳鉄的生产	196

第五十节 金屬錳的生产	202
第九章 硅鈣合金、鈦鉄、鋁鉄、鈳鉄和鉕鉄的生产	210
第五十一节 硅鈣合金的生产	210
第五十二节 鈦鉄的生产	218
第五十三节 鋁鉄的生产	233
第五十四节 鈳鉄的生产	245
第五十五节 鉕鉄的生产	251

序 言

第一節 鉄合金的意义

在共产党的领导下，我国人民正满怀信心地沿着建设共产主义社会的大道前进。从社会主义过渡到共产主义需要建立起共产主义的物质基础和创造丰富的物质福利。为此就必须进一步更快地发展我国的工业和农业。这个发展如果没有我国工业的主要部门之一——冶金工业的发展是不可能的。

国民经济中没有不需要金属的部门。近代技术上所使用的所有金属中起主要作用的乃是铁和它的合金（生铁、钢和特殊合金）。

技术的发展不仅要求生产出更多的金属，而且还要求改善其质量。没有优质钢冶炼的发展，那么在苏联工业部门中，象航空工业、汽车拖拉机工业、化学工业、无线电及电气工业及其它工业部门的发展，是不可能的。

要生产汽车和飞机用的能力很大的高速发动机，要制造近代的透平机和生产新式的高生产率车床及机器，就必须生产出大量的，机械性能很高的高级优质钢。

要建造蒸汽锅炉和透平机，要制造飞机上的喷气式发动机就需要有在高温下仍保持很高强度的钢。

我国工农业普遍的电气化，就要求大大地增产特殊的变压器钢和电机钢。

化学工业进一步的发展，与不锈钢和耐酸钢生产的扩大是有关的。

如果不能生产出更多的制造工具用高级优质钢，那么金属加工工业的发展也是不可能的。

为了满足上述要求，冶金工作者就必须设法冶炼出具有所需质量的更新牌号的钢。

優質鋼中占主要地位的是合金鋼。合金鋼这个名称是从“合金化”这个詞来的，也就是化合和結合的意思。合金鋼中的鉄与其他能大大改善鋼的质量，或使鋼具有与普通碳素鋼不同的特殊性能的元素相互化合溶解在一起。这些元素是鎳、鉻、錳、硅、錳、銅、鈦、鈮、鋯、鉕和其他等等。

上述元素中有些元素，像鎳和鋯可以純鎳純鋯状态加到鋼中去。然而，大多数的合金元素則均以与鉄結合为合金的状态加进鋼中，这种合金称为鉄合金。

“鉄合金”这个名称是从拉丁文“*terrum*”来的，譯成俄文就是鉄的意思。鉄合金是鉄与任何一种元素化合成的合金。

在鋼的冶炼过程中，不用純金屬而用鉄合金，这是由于在很多情况下鉄合金的生产比純金屬的生产更簡單，更經濟的緣故。除此以外，有很多元素呈合金状态加到鋼中較为容易，例如將純錳、純銅加进鋼中是很困难的，因为这类金屬的比重大，熔点高，鋼水熔化它們的速度就很慢。当錳、鉕与鉄化合成合金时，它的比重較小，熔点也較低。因此，炼鋼时使用鉄合金就相当容易和方便。

合金鋼或者具有很高的机械性能，或者具备有一系列的特殊物理化学性質，而这种性質便使得鋼成为在工业上特別珍貴的鋼。例如，鋼結構所使用的鎳鉻鋼，含有約0.6%的鉻，1.5%的鎳，其强度要比普通碳素鋼大一倍。使用这样的鋼結構不仅重量能減輕一半，同时强度也不会降低。

含碳1%，含錳13%的这种鋼，其耐磨性比碳素鋼要大9倍。现在均广泛利用这种高錳鋼来制造破碎机，电錘、球磨机、铁路轉轍器和轍岔。

含鉻18%，鎳8%，鈦0.5%的鋼，具有很珍貴的性質——即使鋼成为不銹鋼。这种鋼抵抗海水侵蝕的能力相当于普通鋼的200倍，而耐酸腐蝕的能力也要比普通鋼高得多。不銹鋼被广泛用来制造化学工厂用的仪器和常受海水侵蝕作用的一些結構，而且在我們日常生活中其用途也极为广泛。

含硅4%的鋼具有高貴的性能，用以制造变压器鉄心，其多次反复磁化的电能損失比普通鉄要少得多。

含錫13%，鉻4%，鈳1.2%的高速鋼比碳素工具鋼切削加工的速度快6倍，每單位時間內切下來的鋼屑相當于碳素工具鋼的50—60倍。這種鋼和它的一些含錫量較少的代用鋼可使金屬切削車床的生產率大大提高，因此它在我們工業中得到了廣泛的使用。

含鉻1.5%的鋼廣泛地用于制造滾珠軸承和滾柱軸承，以及各種各樣的工具。

往鉄中加入不等數量的幾種元素能夠得到具有一系列貴重性質的鋼和合金。例如：含鉻15%，含鋁5%的合金，電阻就很大，在1000℃時也不會很快地氧化，這種合金已被廣泛地用來制造各種各樣的電熱裝置加熱器所用的金屬綫。

含鉻15%，鎳15%，鉬0.5%，硅0.6%，錳2.5%的鋼在高溫下具有很高的耐熱性和強度，所以用來制造航空用馬達的閥門。

含鉻約5%，錳6%，鈷30%的鋼具有很高的磁性。

類似這樣的例子是舉不勝舉的。

當然，鉄合金在冶金工業中的使用還不僅限于這一點。沒有鉄合金不僅不能冶煉合金鋼，就連普通的碳素鋼也冶煉不了。問題在于用平爐、電爐和轉爐煉制普通鋼和合金鋼時，在冶煉過程中鋼水會吸收大量的氧和其他氣體。這些氣體在鋼水凝固時有一部分要從鋼水中逸出，這樣便在鋼錠中形成了氣泡和裂紋。此外，溶于鋼中的氧和他種氣體會降低鋼的機械性能，從而該鋼的質量也一定有所降低。從鋼水中除去氧和他種氣體的过程叫做鋼的脫氧和除氣。

硅、錳、鈳和許多其他元素可與氧化合成穩定的化合物（氧化物），並不溶于鋼水中。所以，這些元素于煉鋼時均可做為脫氧劑使用。

鈳、鎢和某些元素與其他氣體——如煉鋼時溶于鋼水中的氮，結合成穩定的不溶于鋼水中的化合物。因此，這些元素在煉

鋼時當作除氣劑使用。

在煉制比普通鐵質量好得多的合金鐵時也使用鐵合金。

由此可見鐵合金對我國冶金工業和整個國民經濟所具有的重大意義了。鐵合金工業中的工人，職員和工程師和技術員們以自己的勞動參加了車床、飛機、汽車、拖拉機和一些我國工業所生產的機器和儀器的製造工作；參加了工廠、水堤和橋梁的建築，製造出了我國人民所需要的豐富的物質財富——投入了為建築共產主義光明大廈的和平事業。

鐵合金在鞏固我國國防方面，更起着特別重大的作用。

第二節 蘇聯鐵合金工業簡史

鐵合金是將礦石在高爐和電爐內用還原冶煉法煉制成的，也可在不用外來熱源的特种豎爐中以金屬熱法冶煉。但是其中大多數都是在電爐中用金屬熱法煉制的。

世界上最先發明和研究使用電解來冶煉金屬和還原金屬氧化物，以及金屬熱法的是我們俄國的科學家們。

1802年彼得堡的一位教授瓦西里·弗拉基米洛維奇·彼得洛夫（1761—1834年），早在外國科學家之前就已發現了電弧現象。研究了這種現象之後，B. B. 彼得洛夫確定了使用電弧冶煉各種金屬的可能性。他同時還借助於電弧進行了一系列的用礬還原各種金屬氧化物的實驗。

這樣，1802年我國傑出的科學家B. B. 彼得洛夫在世界上第一個發現了電弧現象，並實現了使用電弧冶煉和還原各種金屬氧化物的操作方法。B. B. 彼得洛夫是電冶金學的奠基人。

傑出的俄國科學家：Б. С. 亞柯比，Э. X. 列茨，П. Н. 亞布洛契柯夫，Ф. А. 皮羅茨基，Д. А. 拉奇諾夫，И. Ф. 烏薩金，М. О. 多列沃多布羅沃耳斯基及其他等人繼承了B. B. 彼得洛夫在電工學方面的研究工作。他們以一系列卓越的發明豐富了科學和技術，這些發明使電能的威力能夠在冶金工業及其他所有的技術部門中得到廣泛的利用。

俄国学者、科学院士尼古拉·尼古拉也維奇·貝凱托夫（1826—1911年）是金屬热还原法的創始人。这种方法在鉄合金冶炼中，以及其他一系列的冶金工业生产中已获得广泛的发展。

在研究物理化学問題的同时，他在理論上肯定了，实际上并实现了用其他与氧能化合成更稳定化合物的金屬来还原各种金屬氧化物的方法，也就是发明了目前我們称为的金屬热法。

在他的著作“論还原的某些现象”（1859年）及“一些元素置換另一些元素现象的研究”（1865年）中有很多非常重要的理論方面及实践方面的結論。

这样，炼制鉄合金的几种主要方法，在世界上首先是由我們俄国的科学家 B.B. 彼得洛夫和 H.H. 貝凱托夫所发明，並作了进一步的研究。俄国科学家們这些天才的发明較之他們所屬时代的科学和技术发展的水平已远远超过了許多年。

可是，俄国科学家們的这些卓越的发明，在沙皇时代的俄国並沒有被利用。

革命前，俄国优质鋼和鉄合金的生产量是微不足道的，所需要的一切优质鋼及鉄合金几乎都由国外輸入。革命前，外国資本家曾有意維持冶金工业的落后状态，因为他們在俄国占据了很大一部分工业企业。外国的資本家們使用我国的財富来达到自私自利的目的，因此，他們乐于保持俄国所存在的技术落后状态。当然，俄国冶金工业上个别有才能的人物对当时的情况也无能为力。

我国的鉄合金工业完全是在十月社会主义革命以后才創建起来的。

沙皇时代的俄国，仅能在高爐中冶炼低硅鉄和低錳錳鉄，而在电爐中冶炼鉄合金，这在沙皇时代几乎是不可能的。直到第一次世界大战爆发的前几年，在烏拉尔一条薩得基小河上利用水力发电建立了一座小型的鉄合金电冶炼工厂。最初在那里用两座单相电爐（功率各为 280 仟瓦）只冶炼碳素鉻鉄，后来改炼含硅

30—40%的硅鉄，每年产量約为 500 吨。这样小的鉄合金生产量滿足不了当时国内冶金工业的需要。

只有伟大的十月社会主义革命才为我国所有的工业，包括优质鋼和鉄合金工业突飞猛进的发展开辟了广阔的园地。

国内不能生产优质鋼和鉄合金，就会威胁我国工业的发展及苏維埃国家的生存。

党和政府对建立本国的鉄合金工业一直都是非常重視的。

1927—1928年开始設計查坡洛什鉄合金厂（在乌克兰）及捷斯达芬鉄合金厂（在格魯吉亚）。1929年在烏拉尔即开始設計和建設齐略宾斯克鉄合金厂。

1930年底，齐略宾斯克鉄合金厂的第一座鉄合金冶炼爐开爐了，接着全厂也很快地投入了生产。这样，齐略宾斯克鉄合金厂就成了苏联建立起来的第一座鉄合金厂。

捷斯达芬鉄合金厂和查坡洛什鉄合金厂先后在 1933 年底和 1934 年投入了生产。

在苏联的科学家們和鉄合金厂的工程技术人員及工人們亲密的协作下，在很短的时间內就独立地制定了技术操作规程，并且也掌握了主要的几种鉄合金的生产。

随着这三个巨大的鉄合金厂的开工，我国鉄合金的生产就有了特別高速度的发展。如果 1930 年新建工厂的电爐生产了 84 吨鉄合金，那么 1931 年就生产了 4614 吨，1932 年——15299 吨，1935 年——94162 吨和 1937 年——171475 吨各种不同的鉄合金。

由于鉄合金工业有了突飞猛进的发展，1935 年主要鉄合金就已經不需要由国外輸入了，并且，开始将硅鉄和錳鉄往其他国家輸出。我国主要的生产部門从此再不依靠外国，优质鋼的冶炼也就获得了自由和迅速的发展。

沒有我国的电气化，鉄合金生产的发展是不可想像的。在短期內順利地完成和超額完成列宁的国家电气化計劃（全俄电气化委员会計劃）乃是保証建立和发展鉄合金工业不可缺少的条件之

及时地建立强大的冶金工业是胜利实现国家工业化和农业集体化的主要条件之一。

我国东部新铁合金厂的建设，使得铁合金的产量大为提高。

国产的铁合金不仅数量上有所增加，而且质量也迅速提高，品种也逐渐增多。如果在开始发展铁合金工业时所生产的铁合金约有10种牌号，而后又增加到20种，那么，现在我们的冶金工业已能生产出60种不同牌号的铁合金了。这就满足了冶金工业对铁合金的各种不同的要求。

我国拥有足够的，几乎是冶金工业所需的所有金属矿石的埋藏量。我们的工厂是用头等技术装备起来的，并采用着先进的铁合金生产工艺。铁合金工业中有着技术非常熟练的工人、工程技术人员及科学工作者。

各厂为增产节约，为节约原料及电能，为更好地利用设备，为提高产品质量和进一步改善设备和工艺过程所掀起的革新者运动，正在不断地深入和发展着。

根据铁合金工厂的主要指标来看，我国已远远超过了资本主义国家的铁合金工业。这就为我国铁合金工业今后不断迅速的发展创造了条件。

第三節 铁合金冶炼工

铁合金工业建立的初期也就是产生铁合金冶炼干部的时期，在这个时期开始时，我们不仅缺少有经验的铁合金冶炼工程师，而且，也缺乏有经验的冶炼工人，随着第一批铁合金工厂的成长，我国铁合金工业的干部也成长起来了。

这第一座铁合金厂的优秀建筑者就成了齐略宾斯克铁合金厂的第一批工人。他们既不熟悉生产工艺过程，又不熟悉铁合金冶炼炉的维护和所使用的原料。但是，在工厂很快就组织起来的技术训练的配合下，这一批工人以自己高度的觉悟性和热情完成了这个任务：工人们很快的掌握了生产方法，并给建立铁合金工业

的事业作出了巨大的贡献。他们一面很好地熟悉实际操作和不断提高理论知识，一面提出了很多关于如何改善铁合金生产的宝贵建议，因此，他们有权在铁合金冶炼工人中获得荣誉的地位。

齐略宾斯克及其他一些第一批建成的铁合金厂的全体职工，对以后建设的一些铁合金厂的干部训练和生产组织方面给予了很大的帮助。现在铁合金工业已有了精通各种专业的有经验的干部。

铁合金冶炼工人主要分以下几种职别：

	等 级
爐长 (班长)	10—12
爐长助手	8—9
爐前工	9—10
爐前工助手	8—9
装料工组长	7—8
装料工	5—6

爐长 (班长) 及其助手和爐前工都具有高度的技术水平。

爐长领导整个班的工作，指导铁合金冶炼的工艺过程，并直接参加爐子的热修和冷修，以及统计整个班的工作。他对工艺过程进行的正确与否，爐子整个设备的情况和设备正常的操作负责。并对本班的劳动组织合理与否负责。如果他能独立的管理电气部分，便有可能获得最高的等级——12级。

助手协助爐长工作，并在爐长的指导下亲自参加冶炼操作和修爐的工作。当爐长不在时，他代替爐长。助手应具有丰富的知识和实际经验，以便在必要时，替换本班的任一工人，包括爐长和爐前工在内。

爐前工要作一切准备工作，打开和堵塞出铁或出渣口、出铁和放渣、浇铸、取渣样和铁样，并要注意爐缸旁整个设备的情况。爐前工的责任就是及时和正确地放渣、出铁和浇铸，并且要照管爐缸设备的情况。

要完成所有的这些工作，技术水平高的冶炼工必须很好地熟悉冶炼不同牌号铁合金的工艺过程，懂得电冶金学和电工学原

理，并了解爐子及其他設備的构造和操作规程；熟悉控制測量仪器、自动操縱仪器、其他电气設備及其使用規則，并了解制造鉄合金过程中所使用材料的物理化学性質。

只有認真研究冶炼鉄合金的理論及实际操作，以及在实际工作中經常地提高自己的技术，才能获得渊博的知識和操作所需要的实际經驗。

在鉄合金厂所办的訓練班及技工学校內培养技术熟練的冶炼工人。我們的技工学校按照培养爐长助手的計劃来培养技术非常熟練的冶炼工人。使學員能受到全面的一般专业知識的培养及政治、道德方面的教育和体育訓練，来保証达到这点。在技工学校毕业的工人，应该成为为提高劳动生产率和掌握先进生产技术及保証生产文明而斗争的积极战士，应该成为我国共产主义社会的积极建設者。

第一篇 鉄合金冶炼爐

第一章 鉄合金冶炼爐总論

第四節 鉄合金冶炼爐的一般作業系統

在鉄合金生产中使用得最广的是一些結構特殊的电爐。在本書中我們称这种电爐为鉄合金冶炼爐。

炼制鉄合金的爐子按其功率，工艺过程特性及結構的不同，可分为很多种。这些爐子虽然都各有許多特点，但也有許多共同之处。

鉄合金冶炼爐是一个复杂的設備，爐上装有許多电动、机动設備及机械，有控制测量仪表和仪器以及装备有自动調整爐子功率的特殊裝置。

要使鉄合金冶炼爐的操作順利，就必須熟悉爐子的設備及其使用規則。

图 1 所示为 7500 仟伏安的鉄合金冶炼爐全图。

鉄合金冶炼爐是由每爐一座的专用的 爐用变电所 1 供电。这些变电所中設有电力变压器、开关裝置、控制测量仪表，保护裝置及調整裝置。

通过二次电路 2 将电能通至电极 3，电极的下端插在用耐火材料砌衬的爐体 4 內。电能 在爐体内即变为热能。爐內溫度升高，爐料熔化，并进行还原反应以及其他与炼制鉄合金有关的反应。

炼制鉄合金所需的原料需經破碎、篩分及其他一些必需的預

先处理工序，然后运到料斗 5 中。用給料机 6 把原料从料斗送到磅秤 7 上，在这里按一定的料批进行配料。装入爐內供冶炼金屬用的各种材料的混合物称为**爐料**。把各种原料配成爐料的工序叫做**配料**。

将过完秤的爐料送往 **爐子工作平台 8**，由此用专用机械或人工装入爐內。

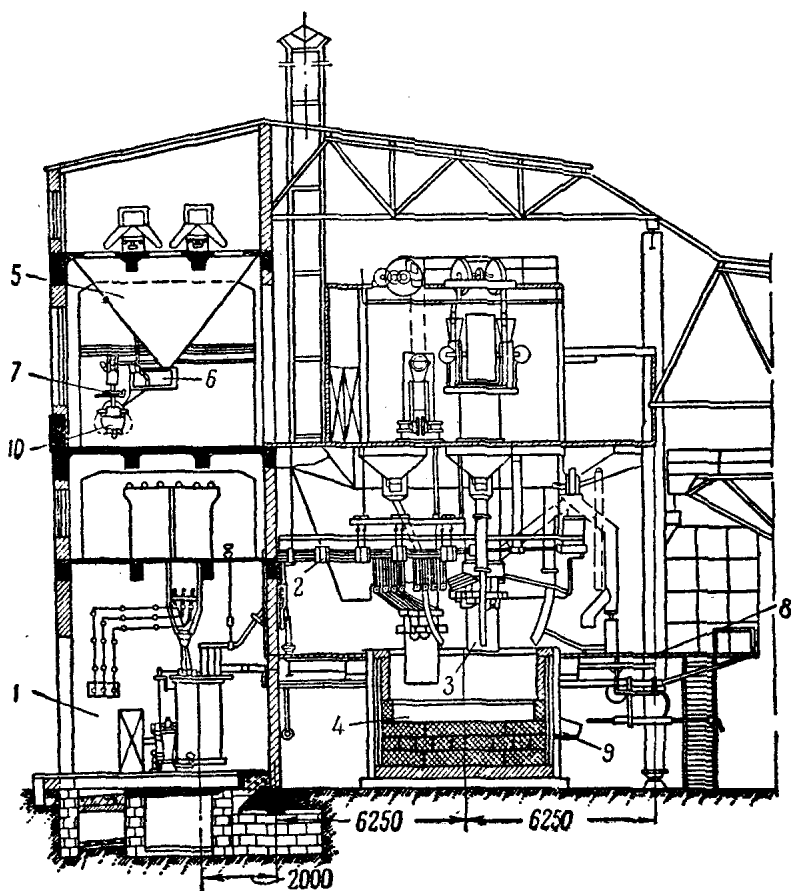


图 1 設有功率为7500仟伏安鉄合金冶炼爐的冶炼車間橫断面图