

苏联技工学校教学用书

三相电弧炉的 电气设备

B. A. 馬林欽科 著

姚一清 等譯

冶金工业出版社

本書系統述叙了近代三相电弧爐的电气設備。內容包括：電爐的主要設備，電爐各機械的自動控制，以及電爐电气設備的運行問題。

本書可供維護三相电弧爐的熟練工人和电气工長讀用，对在电弧煉鋼爐運行部門刚开始从事工作的青年工程技術人員、电气人員和冶金工作人員也很適用。

本書由姚一清、刘振农和傅代直三同志合譯。

В.А.МАРИНЧЕНКО

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ДУГОВЫХ ПЕЧЕЙ ТРЕХФАЗНОГО ТОКА
МЕТАЛЛУРГИЗДАТ(МОСКВА—1955)

三相电弧爐的电气設備

姚一清等譯

編輯：刘硯田

設計：赵香芬 魯芝芳

校對：楊維琴

1958年12月第一版 1958年12月北京第一次印刷 7,500册

860×1168 · $\frac{1}{32}$ · 260,000字 · 印張11 $\frac{28}{32}$ · 定價 1,50元

北京五三五工厂印刷

新华書店發行

書號 0900

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

序 言

企业內所組織起来的技术学习，在工人的技术教育方面起着很大的作用。为使学习能更有成效起见，在研究每一种課題时必须要有易于为学生所理解的指导書。

本書适于作为研究近代三相电弧爐电气設備的指导書。

作者認為讀者已具有电机和电器的构造及其工作原理方面的一般概念，了解各个基本定律和电工知識，首先是关于三相交流电方面的知識。

在編写本書时，作者曾采用了有关电弧爐电气設備問題方面的参考文献，电弧爐裝置設計部門的設計組織經驗，以及作者本人在电弧爐运行方面的經驗。

作者对帮助准备各章資料的 А. Ф. 格拉得考夫工程师表示衷心的感谢。

統一書號: 15062 • 900

定 价: 1.50 元

目 录

序 言

第一章 近代电弧炼钢爐	1
§ 1. 电爐及其构造叙述	1
§ 2. 电弧爐內炼鋼工艺过程的简述	12
§ 3. 电爐裝置电气設備諸元件的一般特征	16
§ 4. 电爐是一个电能用戶	18
§ 5. 电弧爐工作的技术指标	21
第二章 电弧爐供电用的变压器及塞流綫圈	27
§ 1. 电爐裝置的工作特点	27
§ 2. 爐用变压器的器架及繞組的构造	30
§ 3. 变压器的工作过程	41
§ 4. 漏磁通	50
§ 5. 塞流綫圈	54
§ 6. 变压器检查性的測定和試驗	57
§ 7. 二次电压的調节	75
§ 8. 变压器的冷却	95
§ 9. 輔助电器和变压器的維護	105
第三章 从变压器往电极送电	120
§ 1. 短网及其特征	120
§ 2. 短网的电阻	125
§ 3. 短网的感抗	130
第四章 电爐裝置的电气工作制度	137
§ 1. 电弧	137
§ 2. 电爐裝置的电气特性曲綫	143
§ 3. 电爐裝置工作特性曲綫的分析	157

第五章 电爐裝置的电路	164
§ 1. 爐用变压器和主回路的保护装置.....	164
§ 2. 电爐裝置回路中的元件.....	177
§ 3. 电弧爐的电气工作綫路.....	183
第六章 电爐变电所	190
§ 1. 电爐变电所配电裝置的电器.....	190
§ 2. 电爐变电所电力系统.....	206
§ 3. 电爐变电所的结构.....	215
第七章 电爐各机械的自动化电力拖动裝置	222
§ 1. 电爐各机械的电力拖动裝置.....	222
§ 2. 电爐各机械电动机用的控制和保护电器.....	227
§ 3. 电爐各机械电动机的控制綫路.....	243
第八章 电极升降机械的自动化电力拖动裝置	260
§ 1. 电极升降机械的概述及其拖动裝置.....	260
§ 2. 繼电—接触器式調节器.....	270
§ 3. 电机放大机.....	286
§ 4. 带电机放大机的調节器.....	298
§ 5. 調节器运行須知.....	313
第九章 电弧爐內电能的利用	318
§ 1. 电爐的能量平衡.....	318
§ 2. 运行中电爐的能量平衡分析.....	323
§ 3. 炼鋼时降低电能消耗的方法.....	327
§ 4. 熔炼的操作制度及电气制度的合理化.....	394
§ 5. 电能消耗的統計.....	338
第十章 在电爐裝置上工作时的安全技术	348
§ 1. 在电爐裝置上工作时的安全规程.....	348

§ 2. 保証在电爐裝置上工作安全的措施.....	348
第十一章 电弧煉鋼爐的近况及其今后发展的途径.....	356
附录.....	361

第一章 近代电弧炼鋼爐

§ 1. 电爐及其構造叙述

近代电弧炼鋼爐通常为三相交流电爐。电爐按直接加热金屬的原理进行工作，此时，电弧发生在每一电极与金屬爐料之間。

电流循下述路径流通：电极——电弧——爐渣——金屬——爐渣——电弧——电极，电流进入鋼液中的深度不大。

电爐系由特种爐用变压器供电。爐用变压器是电爐装置不可分割的部分。

电爐有一圓筒形的、内部用耐火砖体衬里的鉄壳。爐壳用爐盖盖住。根据耐火材料化学成分的不同，爐衬可分为硷性、酸性和中性的三种。

电弧爐的构造簡图如图 1 所示。

电爐的构造根据装料方法来确定。

电爐有二种主要的装料方法：經工作門装料（側装）和从頂部装料（頂装）二种。

經工作門装料系用料箱并借助装料机（用于大容量的电爐）进行，或用半机械方法或用人工方法（通常用于小容量的电爐）进行。由頂部装料要用特种的料桶。料桶为一鋼制的圓筒，并以軟鋼制的扇形板作底。

頂装与側装相比，前者具有許多优点。爐前工作人員的劳动可大大減輕，装料時間可縮短（中等容量的电爐，用頂装法装料时約为 3—6 分鐘，用料箱装料时需 20—30 分鐘，而用手法装料时則需好几十分鐘）。装料時間的縮短能使热損失減少，单位电能消耗和电极消耗量显著降低，且可大大提高电爐的生产率。用料桶装料时，能在爐內填滿爐料（而側装法装料时，最多能填滿

爐容积的 60—70%)，且爐料裝得也有規則，這一點對電爐的運行最為有利。此外，用頂裝法裝料時可將爐料一次裝入爐內，不需再補裝；同時能保證在爐料中採用不需事先破碎的很大廢鐵塊。

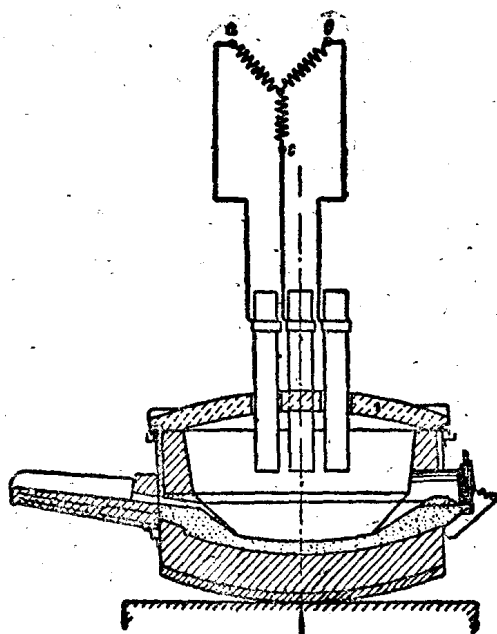


圖 1 三相電爐的
構造簡圖

a, b, c—變壓器的
二次繞組

近代電弧煉鋼爐，多半裝有爐頂裝料機械（料桶）。

頂裝式電爐可分成三種主要類型：

1. 爐蓋轉動式電爐。這種構造的電爐，其爐蓋先行提起，然後與支柱一起繞垂直軸旋轉，使爐子的工作室（爐膛）暴露出來，以進行裝料。

2. 吊架移動式電爐（爐蓋移出式電爐）。這種構造的電爐，其爐壳固定不動，而爐蓋與支柱及升降臂一起順爐子的縱軸往加料門或流鋼槽方向移出。

3. 爐缸移出式電爐（圖 2）。這種構造的電爐，其爐蓋用裝在固定吊架上的機械稍稍提起，然後爐身從架下邊移出。

某些頂裝式電爐的構造（容量自 5 噸及 5 噸以上者）還裝有使爐壳繞垂直軸轉動的機械。爐壳通常可向兩個方向轉動 60° 。轉動爐壳可減輕煉鋼工人的勞動（不需從爐幫處扒料），防止爐底受電弧高溫的作用，延長爐壁的壽命（因熱負荷分配得更為均勻）和加速熔化過程（每一電極在爐料中熔穿三個“井”，而不是一個井）。

電弧煉鋼爐裝有許多機械（爐子傾動機械、電極升降機械和爐蓋提升機械等），這些機械多半具有電力拖動裝置。由“電爐”公司製造的某些電爐機械裝有液壓拖動裝置。

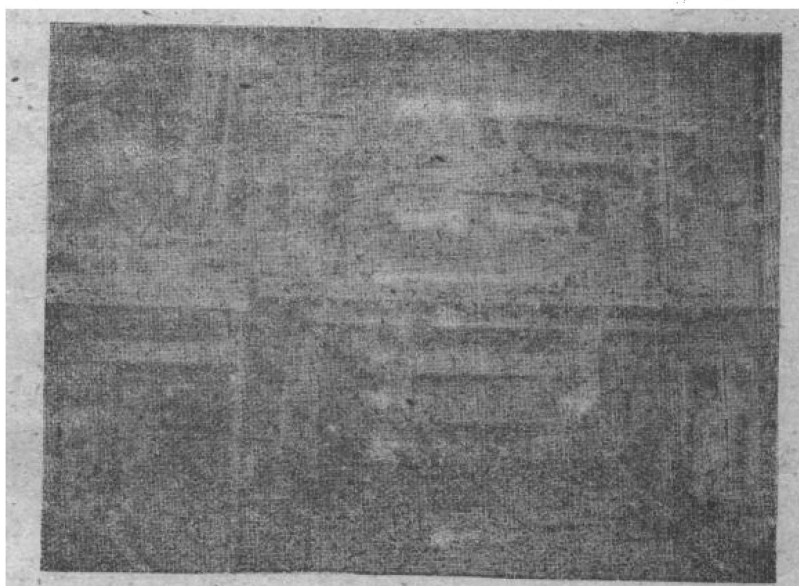


圖 2 爐缸移出式電爐

現在我們以容量為五噸的電爐為例，來研究爐子各構件及各機械的用途。

圖 3 所示為“電爐”公司 39T0 工廠製造的，容量為五噸的電爐的一種構造形式。電爐的主要組成部份為帶有球形爐底的圓筒狀爐壳 1，可移去的爐蓋 2（此爐蓋用來蓋住熔化室），與台架 4 相連的爐子吊架，傾動機械，裝有水平臂杆 3 的電極把持器

支柱 11, 电极把持器 13 和电极 9。

在爐子上装有六台带动机械用的电动机: 傾爐机械用电动机 5, 爐身移出机械用电动机 6, 爐盖提升机械用电动机 7 和三台电极升降用电动机 14。

傾爐机械用来在熔炼完毕时傾轉爐身以傾出爐內的鋼液。为了保証鋼液和爐渣能全部傾出, 爐子要向流鋼槽方向傾动 $40-45^\circ$ 。扒渣时, 爐子要向工作門方向傾动 $12-15^\circ$ 。

爐身和吊架均装在台架的两个扇形支承上, 台架配置在爐身的下边, 且用特种扣鎖裝置將爐身固定于台架上。

傾动机械用电动机經減速器带动爐子台架。爐子的傾动用两个終端开关 12 来限制。

爐盖提升机械在移出爐身进行装料时将爐盖提起。爐盖提至距爐身 100—150 公厘的高处。爐盖悬挂在鏈条上, 此鏈条又經導輪用拉杆与減速器相連。減速器由电动机 7 带动。

爐身移出机械用以將爐身向爐子間方向移出, 进行装料或取下爐盖。

爐身装在由传动軸和四个輪軸組件所組成行走部分的車子上。車子的传动軸經两个齒輪和減速器与拖动电动机 6 相連。

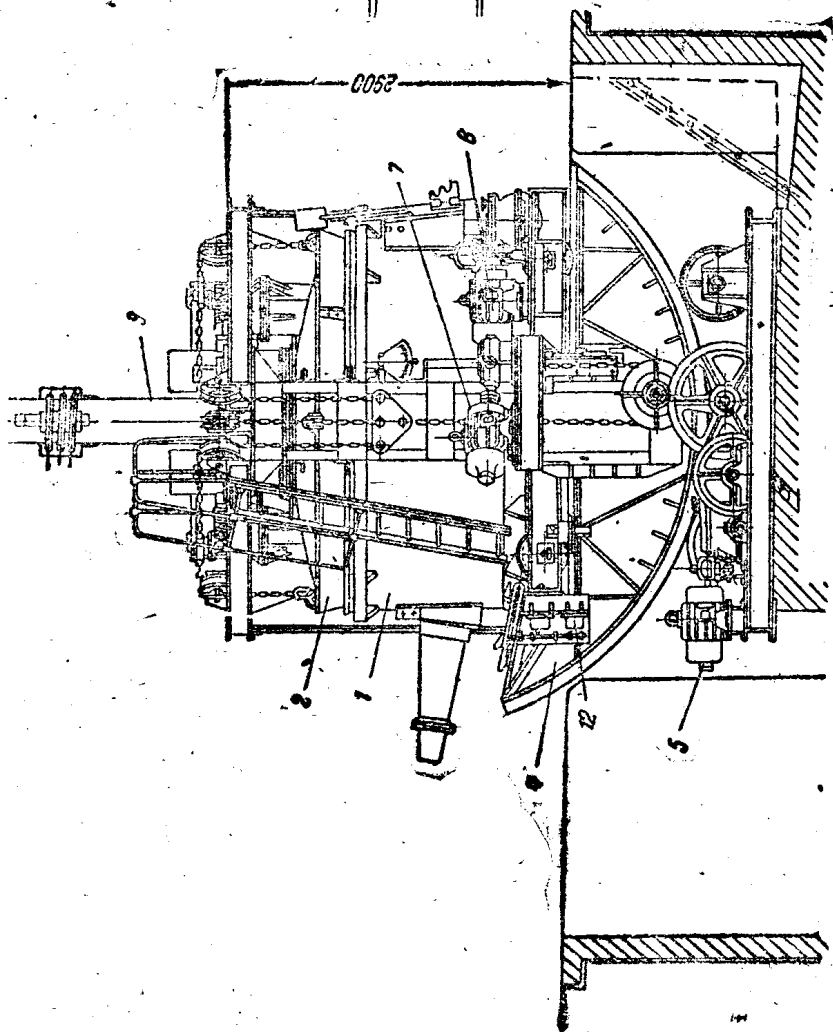
將爐盖提起并将車子与台架相連的扣鎖裝置打开后, 即可將爐身向爐子間方向移出。爐身的移动用特种挡板来限制, 此挡板使爐身在装料时固定在終端位置上。爐身的行程也用終端开关来限制, 此开关在爐身行近挡板时切断电动机 6。

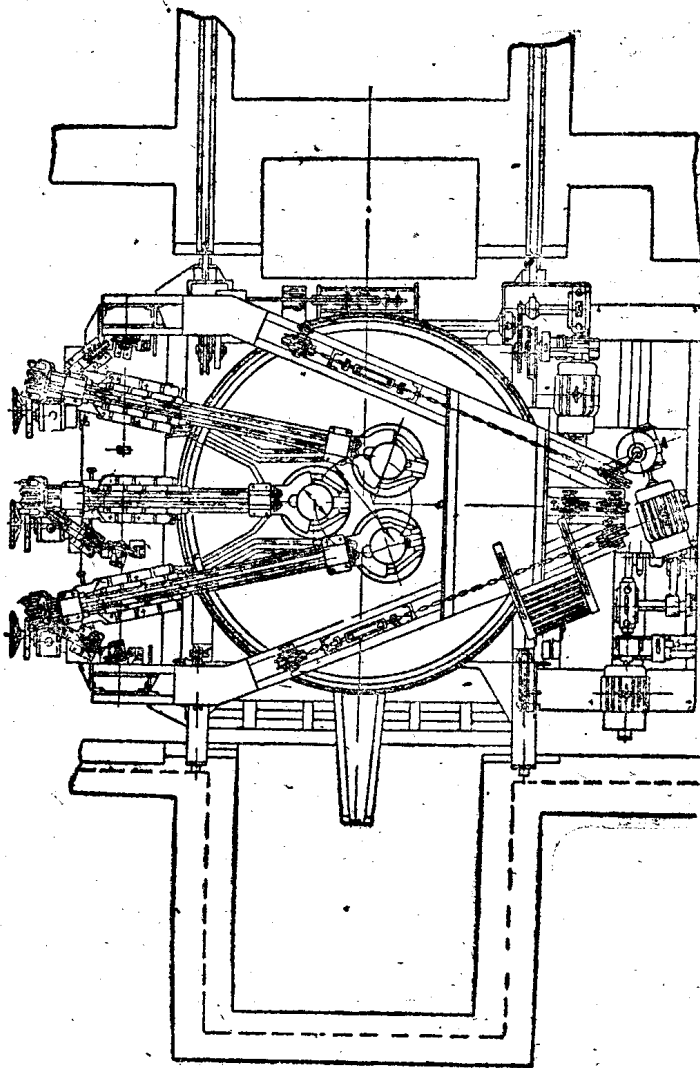
电极升降机械能保証每一电极在电爐运行期間調节电流时, 或在电爐变压器接电或断电时能单独升降。

电极的升降借助于三根矩形截面的垂直支柱 11。每一根支柱用鋼繩經滑輪系統悬挂在鼓輪上, 此鼓輪又經減速器与电动机 14 相連。鼓輪轉动时, 使鋼繩繞于其上, 因而支柱即循導輪在導槽內升降。

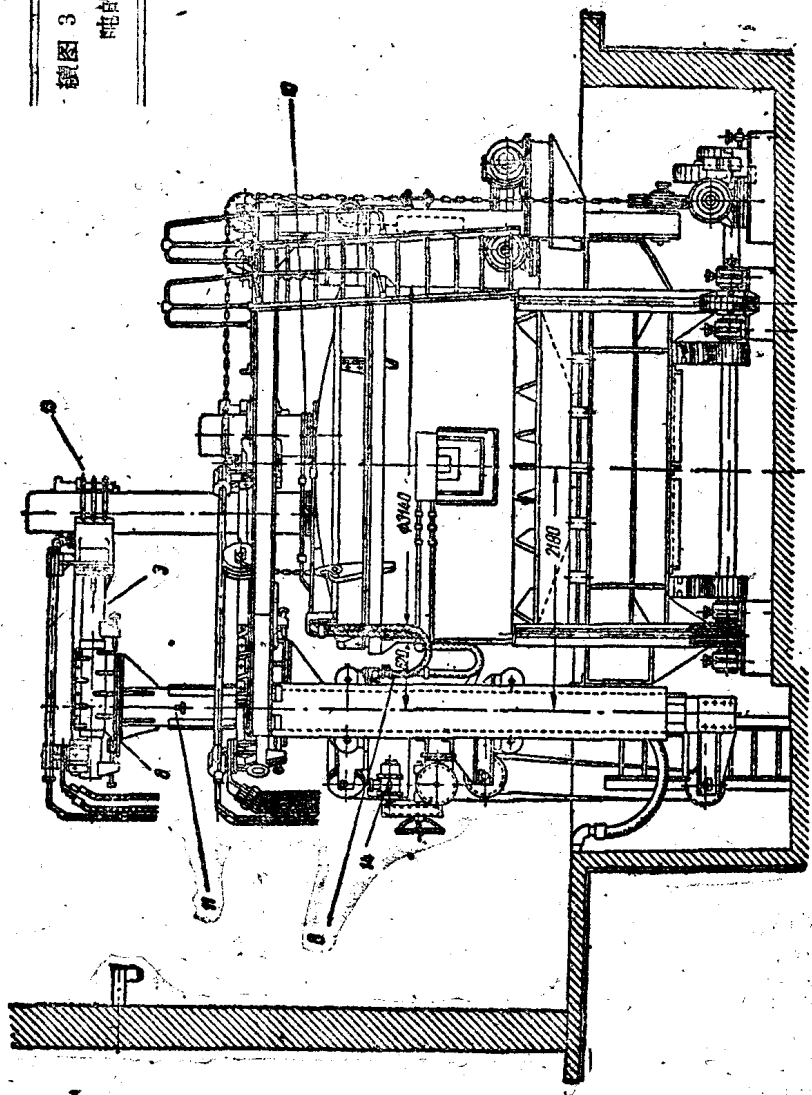
在支柱上牢固地装有水平臂杆 3, 在水平臂杆上装有楔紧式电极把持器。水平臂杆用絕緣垫层 8 与支柱相絕緣。

图 3 容量为五吨
的电炉





· 圖 3 容 量 為 五
· 噸 的 電 爐 ·



电极用楔形夹具固定于电极把持器内。

在电爐实际运行中，采用着各种构造的电极把持器。电极把持器的用途系将电极固定在可移动的臂杆上，并将电流引至电极。

电极把持器的主要零件为电极夹具，它应能产生足以把电极夹住的压力，并保证具有不大的接触电阻。夹具对电极的压力应是恒定的，且不致因夹具受振动和热膨胀而使接触破坏。夹具受热是不可避免的，因为电极把持器配置于爐盖电极孔的上面。因此，所有结构的电极把持器的夹具均制成水冷式的。

除楔紧式电极把持器外，通常在容量为五吨及五吨以下的电爐上还采用其他结构形式的电极把持器——钳式电极把持器和弹簧—气压式电极把持器。

钳式电极把持器的构造如图4所示。电极把持器的两块颊板1用鋼鑄成；颊板上有加固筋（筋上开有通水的孔）。沿鑄造颊板的周边上焊以4—5公厘鋼板制的水套2。自管5进入的冷却水即在颊板与水套之間循环着。

在颊板上有供連接軟母綫用的接触板3，在接触板上用气焊焊一厚为6—8公厘的紫銅片。

电极用拉紧螺栓4并借助螺絲扳手来压紧。

弹簧气压式电极把持器为与臂杆相連之水冷外壳1(图5)。沿水冷外壳的圓周上配置四块接触颊板2。前面两块颊板是固定的，且装在水冷外壳上；后面的两块颊板3装在电极把持器的压瓦上。压瓦在压紧弹簧4的作用下向前移动，使后面的两块接触颊板压向电极，将电极压在前后颊板之間，其压力达九吨及九吨以上。用进入气压传动装置汽缸5內的压缩空气来压紧弹簧。

弹簧式电极把持器經实际使用証明是最好的，因为它能保证颊板与电极間有最可靠的接触。

电流經軟母綫引至后面的接触颊板上，并經硬母綫6引至前面的接触颊板上。母綫与接触压瓦相連，接触压瓦又与銅管7的接触管头相連接。

弹簧—气压式电极把持器可自工作台远距离控制电极机械，因而可大大減輕炼鋼工人的劳动，且使电极上的接触压力恒定。松移电极的时间縮短，可保証縮短电爐的間歇时间。

手动旋紧式电极把持器，其构造与上述相似，在实际运用中也表现良好，但它不能保証与电极有良好的接触，在维护上較不方便。

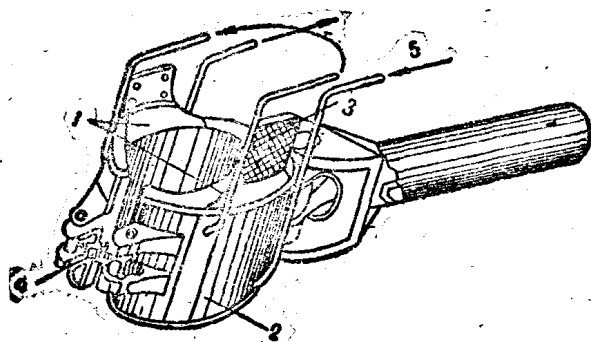


图 4 鉗式电极把持器的构造

电流經管杆上的銅母綫（用于小容量的电爐）和銅管（用于中等容量和大容量的电爐）引至电极把持器，在銅管内流有冷却銅管用的冷却水。銅管与軟电纜用銅接綫头联接。冷却水用橡皮管引至銅管，橡皮管使导綫与爐壳相絕緣。

电极与爐盖間的空隙用特种頂圈——經濟器或冷却器密封起来。密封电极与爐盖間的空隙就能限制爐气逸出。爐气从爐內携出大量的热量，且使电极的外边部分受热，产生强烈的氧化。

冷却器同时能保証冷却电极孔范围内的爐盖砌体，从而提高爐盖的坚固性，此外，冷却器还能冷却經电极孔逸出的爐气。

在实际中采用箱型冷却器，蛇管冷却器和有扇形密封块的埋入型冷却器（图 6）。密封型的冷却器埋入电极孔的一定深处。

密封型冷却器有一焊成的水箱 1，水箱的上部有傾斜表面。

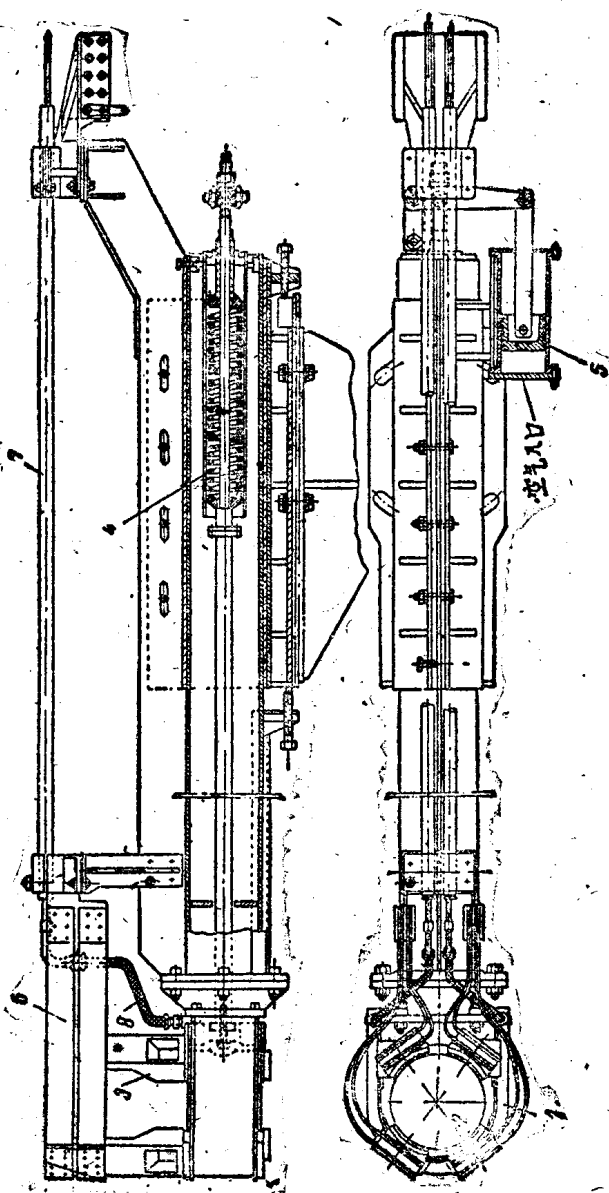


图 5 弹簧一气压式电极把持器