

高等学校教学用书



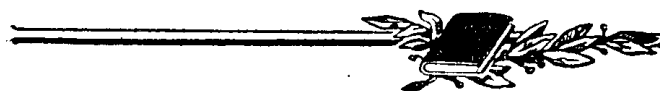
# 接触电焊机

A. И. 阿洪 著

高等教育出版社



高等学校教学用书



# 接 触 电 焊 机

A. И. 阿 洪 著  
沈 京 等 译

高 等 电 工 版 社

本書系根据苏联国立机器制造与造船書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы) 1953 年出版、阿洪(А. И. Ахун)著“接触电焊机”(Контактные электросварочные машины)譯出。原書經苏联前文化部高等教育署审定为机器制造类高等学校教学参考書。

本書叙述了有关接触电焊机的理論与設計、以及有关焊机的选用等方面的基本知識。書中討論了焊机的構造、裝置及工艺特点,介紹了在使用与調整焊机时所必需的知識。

本書可作为高等工業学校机械制造系的教学参考書,并可供厂矿工程技术人员参考。

## 接 触 电 焊 机

---

А. И. 阿 洪 著

沈 京等譯

高等教育出版社出版 北京宣武門內承恩寺 7 号

(北京市书刊出版业营业許可証出字第 054 号)

商务印书館上海厂印刷 新华书店发行

---

統一書号 15010·094 开本 850×1168 1/32 印張 10 11/16

字數 236,000 印數 1—2,500 定价(10) 洋 1.60

1938 年 10 月第 1 版 1958 年 10 月上海第 1 次印刷

## 序

在苏联接触电焊設備的設計与生产已經發展成为电机制造业的一个独立部門,并且是高等工業学校中一門独立課程的內容。

接触焊机的一个特点是其种类繁多,而且接触焊中越来越多地用到来自全国各个不同技术部門的設備与仪器,这使我們在研究接触焊机的理論、裝置与使用时产生了一些困难。接触焊机里除了用單獨的电驅動及彈簧機構以外,还用到液压和气压式的裝置,圓柱齒輪傳动、圓錐齒輪傳动、蝸杆傳动和摩擦傳动的減速器,变速器,制動裝置,离合器,万向軸傳动等等。自动控制在机器制造业中的广泛引用也使焊接过程的控制系統产生了根本的变化。

为了設計、制造与調整接触焊机,焊接工程师必須对远距离接触器控制系統、繼电器綫路、电子-离子管式整流与控制裝置(电子管,閘流管和引燃管)、电容器和固体整流器等有所了解。經驗証明,在机械系或冶金系学过基础技术課以后的四、五年級学生在电工方面的基础是不够的。所以在本書第三章內不得不插入那些在普通电工学以及在本課程的先修課程中一般不講到的知識。

本書其他方面的材料則是和先修課程系統銜接的,并且按教学大綱的要求及“焊接生产工艺与設備”專業第八、九学期学生的一般工程基础的程度而編写的。

我国的接触焊机生产就其丰富性与多样性言,完整地反映了現代接触焊的技术水平;本書就以其中的实例来講解各种接触焊机的工作原理和構造。在講解各种接触焊机的各个構造、機構和綫路时,都需要談一下使用这些裝置的接触焊机的型式或序号。

从1927年起生产的某些国产接触焊机的簡圖在目前已失去教学上的价值;但是从研究接触焊技术發展的观点来看却仍有一定的意义,因此这些机器的簡圖仍被列在附录 I 里。

在書中作者引用了正式的材料、ГОСТ (国定全苏标准)、手册、說明書、产品目录以及二十五年来作者在焊机制造方面的工作中所搜集的資料。

第十二章 § 49 的“三种类型的变压器的計算方法”是从穆拉夫辽夫(А. А. Муравлев)的手稿中引用的。第三章 § 9—11 则是根据哥列立克(М. Л. Горелик)的“工业电子学”一書(Госэнергоиздат, 1952)而編写的。其余个别引用到的圖表和引文均已注明其来源。

本書初稿經過莫斯科鮑曼高等工业学校的焊接生产教研室和烏拉尔机器制造工厂焊接科的評閱,以及烏拉尔基洛夫工学院的公开討論之后,曾由作者加以修改和补充。

作者对所有曾参加过本書初稿討論,提出意見及批評的諸位誠懇地致謝。

作者

# 目 录

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 序 .....                               | 6   |
| 論 緒 .....                             | 1   |
| 第一章 設計接触焊机的基本知識 .....                 | 4   |
| § 1. 接触焊机的設計任务書与技术条件的制定方法 .....       | 4   |
| § 2. 接触焊机的分类及其应用范围 .....              |     |
| § 3. 接触焊机的工作规范 .....                  | 10  |
| 第二章 接触焊机的变压器 .....                    | 15  |
| § 4. 对接触焊机变压器的基本要求 .....              | 15  |
| § 5. 焊接电流的調节 .....                    | 16  |
| § 6. 变压器的構造 .....                     | 23  |
| § 7. 典型变压器的構造数据及其电参数 .....            | 31  |
| 第三章 接触焊机变压器的开关裝置 .....                | 36  |
| § 8. 机械、电磁、气动及电子-离子管式开关,分类与一般知識 ..... | 36  |
| § 9. 引燃管开关綫路的基本元件 .....               | 38  |
| § 10. 引燃綫路不能調节的非同步引燃管开关 .....         | 49  |
| § 11. 閘流管的極極控制方法与綫路 .....             | 51  |
| § 12. 可調节的引燃管引燃綫路 .....               | 55  |
| § 13. 控制引燃管工作规范的綫路工作原理 .....          | 56  |
| 第四章 对焊机 .....                         | 59  |
| § 14. 基本部件的分类及其特殊要求 .....             | 59  |
| § 15. 机架与导轨 .....                     | 62  |
| § 16. 夾緊裝置、接触錯口和擋板 .....              | 68  |
| § 17. 送料及挤压机構 .....                   | 78  |
| § 18. 对焊机的控制 .....                    | 93  |
| § 19. 对焊机的分类及其基本类型 .....              | 107 |
| 第五章 点焊机 .....                         | 119 |
| § 20. 点焊机基本部件的分类 .....                | 119 |

|                                        |            |
|----------------------------------------|------------|
| § 21. 机架、机臂、电极夹 .....                  | 120        |
| § 22. 点焊机的加压机构和电流的控制 .....             | 124        |
| § 23. 点焊机的控制 .....                     | 136        |
| § 24. 点焊机的分类和基本型式 .....                | 156        |
| § 25. 特种型式的点焊机和点焊用的轻便式装置 .....         | 166        |
| <b>第六章 縫焊机 .....</b>                   | <b>186</b> |
| § 26. 縫焊机基本部件的分类和要求 .....              | 186        |
| § 27. 送进传动机构 .....                     | 188        |
| § 28. 次级电路中的导电系统(机臂、电极) .....          | 194        |
| § 29. 縫焊机的电气控制(原理、设备、线路) .....         | 197        |
| § 30. 縫焊机的分类及其基本类型 .....               | 206        |
| <b>第七章 縫对焊机組 .....</b>                 | <b>215</b> |
| § 31. 工作原理与装备基础 .....                  | 215        |
| § 32. 变压器与电气装备的特点 .....                | 218        |
| <b>第八章 依格那切夫法焊机 .....</b>              | <b>221</b> |
| § 33. 依格那切夫法压焊机 .....                  | 221        |
| § 34. 依格那切夫法縫焊机 .....                  | 222        |
| <b>第九章 脉冲焊接用的接触焊机 .....</b>            | <b>224</b> |
| § 35. 次级电路直接由电容器放电供給的对焊机 .....         | 224        |
| § 36. 原级电路由电容器放电饋給的点焊机 .....           | 226        |
| § 37. 用儲存在磁場內的能量焊接的点焊机 .....           | 229        |
| § 38. 用直流脉冲进行点焊的点焊机 .....              | 234        |
| <b>第十章 用电阻法加热的电热设备 .....</b>           | <b>238</b> |
| § 39. 关于按序号生产的电热设备之一般知識 .....          | 238        |
| § 40. 电热用的特殊设备 .....                   | 242        |
| <b>第十一章 用試驗确定接触焊机的技术-经济指标的方法 .....</b> | <b>244</b> |
| § 41. 接触焊机参数之确定 .....                  | 244        |
| § 42. 效率,功率因数及比电流之确定 .....             | 251        |
| § 43. 接触焊机外特性的簡易作圖法 .....              | 256        |
| § 44. 各种功率的确定,有用功率曲綫与电阻綫的繪制 .....      | 257        |
| § 45. 接触焊机說明書的全部数据的編制 .....            | 260        |
| § 46. 接触焊机次級迴路的試驗性研究 .....             | 263        |
| <b>第十二章 接触焊机的总組合及計算方法 .....</b>        | <b>266</b> |
| § 47. 組合和計算接触焊机时所用到的主要数据 .....         | 266        |

---

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| § 48. 选择变压器参数及计算次级回路的方法 ..... | 269 |
| § 49. 三种类型的变压器之计算方法 .....     | 275 |
| 第十三章 验收, 安装, 使用, 安全技术 .....   | 300 |
| § 50. 接触焊机的验收与安装规则 .....      | 300 |
| § 51. 安全技术与使用的主要规则 .....      | 302 |
| 附录 .....                      | 305 |
| 所引用的书刊及资料 .....               | 332 |

## 緒 論

党和苏联政府不断地推动我国的焊接技术向前發展，以便充分地滿足国民經济的要求。在苏維埃政权的年代里，焊接方法中生产率最高的接触焊，在工業中也得到了广泛的应用。

与接触焊工艺日益改善、应用范围日益扩大的同时，接触焊机的生产也得到了發展。在1927年根据基洛夫亲自的指示，列宁格勒的“电气工人”工厂接受了制造首批接触焊机的任务。

接触焊机的工業生产是从1928年开始的。当时首先是为了滿足在苏联剛建立起的汽車拖拉机工業的需要。在那些年代里，当掌握接触焊机这种完全新穎的设备的生产时，曾經遭遇过很大的困难。

这些困难都一一克服了。第一个五年計劃中以焊接設備（其中包括接触焊設備）来供应工厂的任务順利地完成了。在完成这一任务时，首先开始生产接触焊設備的“电气工人”工厂的員工起了很大的作用。

在共同努力建立本国的焊接工業时，老工人干部和苏維埃專家們解决了许多关于設備的設計和生产方面的复杂問題。在生产焊接設備时，焊接方面工作的專家們提供了自己的經驗、意見和研究成果。每一个發明和創造都被看作是集体的、对祖国的發展与壯大不可缺少的貢獻。使用焊接設備的各个工厂的工作人員也向“电气工人”工厂的員工介紹了自己的經驗，并对改进焊机的質量和生产率方面提出了自己的建議。

因而，第一个制造接触焊机的工厂的設計和研究基础不断地

扩大起来,并以其他积极参与接触焊机生产的工厂和研究机关的经验充实起来。

“电气工人”工厂所制造的机器在构造上曾采用了依格那切夫 (А. М. Игнатьев; 依格那切夫焊接法), 彼特蘭 (К. В. Петрань) 工程师 (首批液压式机器), 巴尔可費茨 (Д. С. Балковец) 工程师 (特殊縫焊机), 李沃夫 (В. А. Львов) 教授 (液压式点焊机) 等人的工作成果及其他的研究结果与发明。同时, 在工厂里从开始生产接触焊机起就由阿历克賽耶夫 (А. А. Алексеев) 工程师领导的专家增加起来了, 并取得了丰富的经验。沙拉方諾夫 (С. Г. Сарафанов) 工程师拟定了计算接触焊机电参数和試驗接触焊机的方法。工厂的设计工程师們设计了很多新的、完善的接触焊机。費朗諾維奇 (И. А. Филинович), 費里蒙諾夫 (Н. Ф. Филимонов), 哥依罗 (А. Д. Гойло), 柯恰諾夫斯基 (Н. Я. Кочановский), 魯德聶夫 (П. А. Руднев), 索克洛夫 (И. Н. Соколов), 沃林斯基 (Ф. Ф. Волинский), 阿列山大罗夫 (Н. Я. Александров), 斯維特洛夫 (В. И. Светлов) 等设计了容量达 600 千伏安的自动对焊机、压焊机、焊管机、有自动控制的点焊机及縫焊机、輕便式点焊机和各种序号的标准机器。

在三十年代里創造了接触焊机自动控制的电子-离子管式裝置系統; 这是全苏电工研究所 (ВЭИ), 全苏航空材料研究所 (ВИАМ), “斯維特朗”及“电气工人”工厂的試驗室, 以及沃洛格金 (В. П. Вологдин) 教授所进行的研究工作的结果。

在偉大的衛國战争时期和战后的期間, 有个别的工业部門为了滿足本單位的需要而組織了接触焊机的生产。中央工艺与机器制造科学研究所 (ЦНИИТМАШ), “电气工人”工厂, 烏拉尔焊接机器制造工厂, “劳动后备”工厂, 以及列宁格勒工学院、烏克蘭工学院、莫斯科鮑曼高等工业学校和其他院校的焊接教研室在接触焊

机理論的研究、新型机器及其自动控制系统創造等方面都做了很多工作。

现在苏联有好几个專門的工厂在生产电焊設備，其中也包括接触焊設備在內。

接触焊在金屬工業中的应用越来越广，因而在苏联工業中所配备的接触焊机也越来越多。象这样复杂和自动化的近代接触焊机，不論在其生产或使用方面來說，都能成为焊接專家們有成效的活动范围。

在完成党第十九次代表大会关于發展苏联的第五个（1951—1955）五年計劃的指令中所提出的巨大任务时，焊接应当起很重要的作用。只要机器制造和金屬加工的产量增加一倍，焊接的使用范围和可焊材料的种类就要大大地增加。焊接工作者們將要解决由于新的建設及由于各方面迅速增長的生产需要，如透平、超高参数鍋爐与蒸汽管道、新的化学与石油設備等的制造所造成的新而复杂的任务。

为了完成这些任务就必须設計和制造新的特殊自动焊机，其中也包括接触焊机在內，并且要进一步改进焊接的工艺。

在我們的国家里已經为焊接工作者的强大队伍——焊工、技术員、工程师与科学工作者們——的共同的創造性劳动創造了一切条件。党和苏联政府时刻地关怀着焊接生产的發展，不断用我国新的科学技术成就和生产經驗来武装焊接工作的干部，以胜利地完成共产主义建設计划內所規定的工業發展任务。

# 第一章 設計接觸焊机的基本知識

## § 1. 接觸焊机的設計任务書与技术条件的制定方法

接觸焊机的構造、控制裝置与机构、綫路与电参数都是根据焊接的工艺要求确定的。由于接觸焊的方法非常多，因此在某些情況下，甚至連焊机类型的選擇都会产生困难。例如，点接接头可以用單面点焊机、双面点焊机、或是在縫焊机上用大間隔的方法焊得。又如对接接头可以用对焊机以电阻法或閃熔法焊得。

所以，接觸焊工艺应当明确地規定焊接的方法和种类，至于所用工艺中的各个参数，則应由焊机的設計者与工艺师一起确定。

随着机械裝置和电参数的不同，接觸焊机的生产率与所能得到的接头質量可能相差很远。生产率和質量的提高取决于焊机部件的自动化和机械化程度，也取决于焊机的有效电功率、压力机构（点焊或縫焊机）或挤压机机构（对焊机）所能产生的压力。因此，在选用現有型式的焊机、或在設計新的焊机而編制技术任务書时，首先要明确在生产率和接头質量方面的要求。

同时需要查明待焊金屬的質量，及焊接工艺預先要有的准备工作（清除、酸洗等）。还应当确定在長度、偏心度、扭曲等方面的公差要求，要查明待焊工件的形狀和毛坯尺寸的誤差。

除了工艺的要求外，还应知道安裝和使用焊机的条件。應該查清楚在放置焊机的地点有無壓縮空气，并应知道工厂的壓縮空气干綫的压力、其压力波动范围，是否有給水与排水道，以及电力網的电压，將作为接觸焊机电源的电力变压器之容量及其現有載荷，焊机接綫的長度与截面等。还必須知道生产的性質：是大量

的、成批的、还是小批的？要了解接触焊机将被使用的情形：是只用来焊接某种固定类型的工件、还是经常焊接各种不同的工件、或者是短期地焊接某种工件而后再改焊其他工件。

这些搜集到的资料是设计接触焊机和夹具时，用以编制技术任务书、拟定控制线路以及选择电气设备的根据。

随着接触焊机用途的不同，每种接触焊机的技术任务书也不一样。设计对焊机时，其技术任务书包含下列几个基本问题：

1. 焊接方法(电阻焊、連續閃熔焊、預热閃熔焊)；
2. 所焊工件(材料、牌号、成份、截面尺寸、工件形狀)；
3. 額定原級电压(伏)及額定焊接电流(安)；
4. 工作规范 (IIB%)；
5. 循环期(秒)；
6. 最大焊接截面(毫米<sup>2</sup>)；
7. 夾紧裝置(操縱的驅動方法、在底板上的安放方法、导电方法)；
8. 是否有支承,其型式；
9. 夾头的最大行程(毫米)；
10. 夾头的最大压力(千克)；
11. 送进和挤压机构裝置(驅動、操縱、反向)；
12. 最大挤压压力(千克)；
13. 溜板的运动速度和速度的曲綫(在用机械驅動送进时)(毫米/秒)；
14. 开关裝置的型式。

设计点焊机时技术任务书的基本问题为：

1. 焊接方法(單面、双面、脉冲的、有压力变化的、有热处理的)；
2. 待焊工件(材料、牌号、成份、厚度、尺寸、工件形狀)；

3. 額定原級电压(伏),額定焊接电流(安);
4. 工作規範 (IIB%);
5. 循环期(秒);
6. 最大焊接厚度(毫米);
7. 升降電極与加压的機構裝置(驅動方式、在机架上的安放方式、操縱);
8. 上電極的最大行程与工作行程(毫米);
9. 最大的、額定的及最低的壓力(千克);
10. 最高行程数(每分鐘);
11. 开关裝置的型式。

設計縫焊机时技术任务書的基本問題为:

1. 焊接方法(連續、斷續);
2. 焊接方向(橫向、縱向、通用);
3. 待焊工件(材料、牌号、成份、厚度、尺寸、形狀);
4. 額定原級电压(伏)与額定焊接电流(安);
5. 工作規範 (IIB%);
6. 循环期(秒);
7. 最大焊接厚度(毫米);
8. 升降電極及加压的機構裝置(驅動方式、在机架上的安放方式、操縱);
9. 上電極工作行程(毫米);
10. 最大的、額定的及最低的壓力(千克);
11. 滾盤的旋轉機構裝置(傳动系統、速度調節、滾盤直徑);
12. 开关裝置型式;
13. 斷續器型式。

編制技术任务書是在設計时拟定技术条件的一个准备步驟。

技术条件中应当包括在設計接觸焊机与进行机械及电气計算时所

必需的資料。这些資料应当按照技术任务書里的各項来選擇，并应滿足 IOCT 297-52 的要求。

## § 2. 接触焊机的分类及其应用范围

接触焊的种类和工艺方法很多，所以在計算不同接触焊机的电气和机械部份、在設計其部件与另件構造时，对設計者所提出的要求很不相同。

近年来接触焊的应用范围有很大的扩展，这使接触焊机照电功率、尺寸、机械裝置与饋电方式而分类的类型增加了許多。并且在焊接过程及相关的焊接工序的自动化方面也有了很大的进展。

尽管接触焊机的类型非常多，但基本上可以把它們分成下列几类：

- (a) 对焊机；
- (б) 点焊机；
- (B) 縫焊机；
- (Г) 縫对焊机；
- (Д) 依格那切夫法焊接机。

**对焊机** 工業中对焊机用来焊接杆件、截面不超过 10000 毫米<sup>2</sup>的型材、帶件、板件、管道、閉合形工件(环、鏈、圓筒、輪圈等)、組合刀具和有色金屬(銅、黃銅、鋁)的金屬綫等。

从圖 1 很易看出对焊机的工作原理。焊件 1 夾在兩边的銅鉗口 2 之間，电流用軟母綫 3 送到鉗口去。軟母綫則接到單相降压变压器的次級匝圈 4 上，而变压器的原級綫卷 5 与电源 (220, 380 或 500 伏)相接。

对焊有好几种方法，它們的區別在于焊件接口的对接次序和通电方法的不同。在第四章中將把这些方法当作决定对焊机結構特点的因素来加以分析。但是在所有的对焊方法里，都保留了用

電流加熱工件並施加壓力以擠壓工件的基本工作過程。

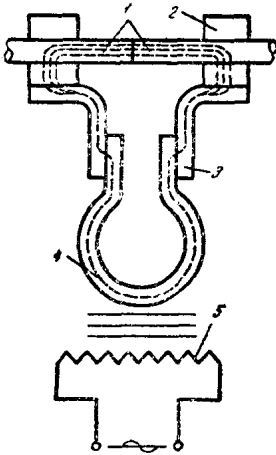


圖 1. 對焊機的原理圖。

**點焊机** 工業中點焊机用來焊接厚度在 6 毫米以下的板料或帶料的搭接點接頭。點焊可以代替鉚接、折疊和釐焊。用點焊机也很容易把兩個圓杆件焊成十字形。在點焊机上除了能焊低碳鋼工件外，還能焊接多數牌號的鋼料、某些有色金屬及合金（鋁、黃銅、多種牌號的青銅、多數鋁合金等等）。在大量生產的條件下焊接不銹鋼、有色金屬與合金時，常常用到按特殊技術條件製造的點焊机。

除此之外，還有一些要用到特殊設計的點焊机的點焊方法（見 § 25）。

用得最多的方法是圖 2 所示的單點焊法。兩個銅電極 2 之間夾着兩塊工件 1，電極則固定在導電的電極夾 3 上，或是固定在機臂 4 上。母綫 5 把機臂和變壓器的次級匝圈 6 連接起來。

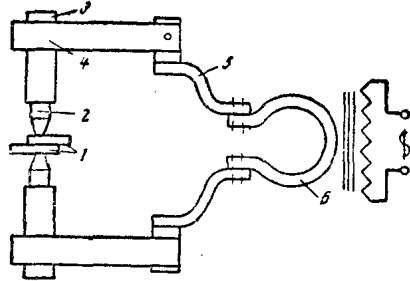


圖 2. 點焊機的原理圖。

**縫焊机** 縫焊机幾乎只用來焊接厚度不大的、約 1.5~2 毫米板料的搭接接頭。縫焊机不僅能焊低碳鋼和某些牌號的特种鋼工件，而且也能焊接黃銅、鋁及多種鋁合金的工件。

隨着所用設備的不同，縫焊机可用連續焊法或斷續焊法來焊接搭接接頭。用縫焊机來焊接密封性的容器，如汽油箱、消音器、防毒面具等是很普遍的。

縫焊机的工作原理很易用圖 3 解釋。兩塊待焊板件 1 通过兩個銅滾盤 2 之間。因为滾盤的軸通过母綫 4 和机臂 3 而与变压器的次級匝圈 5 相接，所以滾盤的軸是帶电的。滾盤和电驱动相連着，当它們旋轉时就帶动了夾在其中的待焊板件。

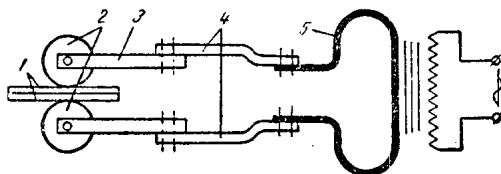


圖 3. 縫焊机的原理圖。

**縫对焊机** 縫对焊机的应用范围很狭，在構造上也和其他的接触焊机完全不同。縫对焊机实际上只用来焊接管道上的縱向焊縫。

縫对焊机的工作原理示于圖 4。由帶料弯成的管坯 1 在銅滾盤 3 下面移动，而电流则从焊接变压器的次級电路送到滾盤上。电流把管坯的边口加热，而在鋼滾盤 2 的压力下將边口对焊起来。从外表看这种焊接方法有些象縫焊，故常被錯誤地划入到縫焊这类中去。

用这种方法能以很高的生产率制造直径不超过 400 毫米、壁厚不超过 10 毫米的管道。

**依格那切夫法焊机** 这种焊机用来連接不同牌号的鋼板和鋼帶。这种方法主要用来制造刀具，把工具鋼或高速鋼片焊到机器鋼的刀柄上。

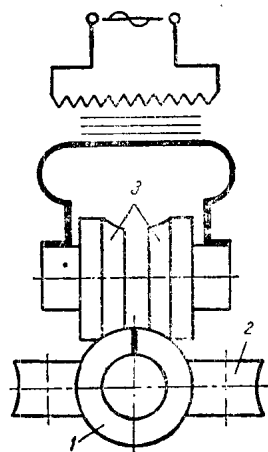


圖 4. 縫对焊机的原理圖。

从圖 5, a 可以看到用依格那切夫法在压焊机上焊接时，只有