

修造船企业的先进工艺

П.С.吉里斯特 著

王仙伟 刘麟恭 译

杨 楠 校



人民交通出版社

本書概括地介紹了伏洛連爾斯基造船廠在製造和修理船用零件與部件方面，應用某些先進工藝方法的經驗，並以科學研究機關的參考資料和數據作為本書的補充材料。

本書對半自動點焊、在電磁平台上的自動焊接；油漆前的表面準備工作以及用乙烯漆油漆和消除焊接變形等方法作了詳盡介紹，並對伏洛達爾斯基造船廠和其他造船企業的一系列生產過程也都做了說明。

本書可作為內河修造船企業工程技術人員學習參考之用。

修造船企業的先進工藝

П. С. ЗИЛИСТ

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ, МЕТОДЫ В СУДОСТРОЕНИИ И СУДОРЕМОНТЕ



ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Ленинград 1956

本書根據蘇聯河運出版社 1956 年列寧格勒俄文版本譯出

王仙偉 劉麟蓀 譯 楊禎庫 校

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六號

新華書店發行

人民交通出版社印刷廠印刷

1959年8月北京第一版 1959年8月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：3 $\frac{1}{2}$ 張

全書：94000字 印數：1—800冊

統一書號：15044·6155

定價：(10) 0.47元

107

軍事工程學院

227423

圖書目錄

前 言	2
緒 論	3
第一章 下料卡	8
第二章 在电磁平台上的自动焊接	12
第三章 半自动点焊	23
第四章 焊接后船体结构的校正	37
第五章 焊缝的检验	53
第六章 油漆前船壳表面的准备工作	61
第七章 用乙烯漆油漆	69
第八章 球形垫片及塑料在船舶机械安装中的应用	76
第九章 管系工作	82
附 录 BOP-600型蒸汽拖輪工艺套明細表	



目 录

前 言	2
緒 論	3
第一章 下料卡	8
第二章 在电磁平台上的自动焊接	12
第三章 半自动点焊	23
第四章 焊接后船体结构的校正	37
第五章 焊缝的检验	53
第六章 油漆前船壳表面的准备工作	61
第七章 用乙烯漆油漆	69
第八章 球形垫片及塑料在船舶机械安装中的应用	76
第九章 管系工作	82
附 录 BOP-600型蒸汽拖輪工艺套明細表	

前 言

苏联共产党和政府为了加速推动先进技术的发展，不断在引导科学家、设计师、工艺师们的创造力量，运用到国民经济中，发展新工艺法，生产更完善的新机器和新设备。

在各工业企业中，工艺过程日趋完善，生产水平和劳动生产率日益提高。先进生产者的经验及其与科学家们的共同劳动，对苏联今后先进技术的发展起着强有力的杠杆作用。

在修造内河船舶企业中，生产技术也大大地发展起来了，特别是在战后的几年。内河船舶企业发展生产力的基本方向是，使过去用人工操作的生产过程机械化，并采用现代工艺：自动和半自动焊接、快速金属切削、高周波和电接触加热零件、用分段法建造和修理船坞以及消除就地调整工作。

苏联人民在创造性的劳动中，不断地出现新的更先进的方法来解决迫切需要的生产任务。在工业中涌现出许多优秀的生产革新者，他们的宝贵经验必须被视为所有生产者的财富。

遗憾的是，生产经验往往得不到广泛的交流，以致于虽然外界早已有了公开的先进经验，但有些企业却仍然在以不足的人力和物力埋头于寻求改进工艺过程的途径。

作者写这本书的目的就是想通过本书来弥补这一缺陷，那怕只是一部分，并借此介绍自己的工作经验。

本书对某些工艺过程作了详细的说明，这些工艺过程作者认为对于那些尚未采用它或与它类似的方法的工厂企业是非常重要的。

本书是根据作者在伏洛达斯基造船厂工作时所获得的实际材料写成的，并以各设计单位和科学研究机关的参考资料加以充实。

本书可能还有某些不当之处，希望读者提出批评并予指正，谨表谢忱。

緒 論

伏洛达斯基造船厂是苏联河运部有数的几个专门建造鋼壳船的企业之一。

造船厂包括机械車間（由机床工段和部件与机械装配工段組成）、船体备料車間（包括分段和艙装部件装配工段）、电镀車間、木工車間、油漆車間、船体装配車間、钳工安装車間（包括管子和交船工段）、电气无线电安装車間和其他备料及輔助車間。

所有的生产車間都装有标准的成套設備。例如船体备料車間的設備計有校正輗床、压剪机、鋸刀式剪断机、弯曲机、摺边机、单路和六路式电磁平台、自动和半自动焊接机、多头及单头直流电焊机、自动和半自动气割机等。

机械車間有加工长8公尺的艙軸和直徑1.8公尺的螺旋推进器殼用的机床，和零件热处理用的高頻率装置（可用來加热双金屬澆鑄的零件）。

造船厂試驗室設有机械試驗用的压力机和化学試驗用的仪器；还有綫和磁鉄粉等檢驗設備。

造船厂的生产任务是专门成批建造 EOP-600 型蒸汽拖輪和吊杆船，并在該船上安装金屬构件和起重机的机械設備。

所造船舶的主要規格如下：

EOP-600型蒸汽拖輪

船型—M級双螺旋槳蒸汽拖輪，功率为 2×300 馬力；

計算长度41公尺；

型寬8公尺；

型深3.2公尺；

主机—牌号MT-10立式蒸汽机2台，每台功率为300馬力；

蒸汽鍋炉—牌号KB-5水管式，受热面160平方公尺固体燃料，蒸汽

压力为18大气压;

輔机一以电动为主。

起重量 3 吨的吊杆船

計算长度21.4公尺;

寬9.2公尺;

深1.8公尺;

綫型为长方型，两端切成斜坡形。

蒸汽拖輪上用的鍋炉、主机、輔机（造船厂自制的电动絞車、电动起錨机和电动絞盘除外）以及吊杆船上安装的机械部分包括金屬构件都是由厂外供应的。

建造蒸汽拖輪和吊杆船的工艺組織系統見图 1。

蒸汽拖輪的船体是在船台上用下列分段和部件装配而成：艏艙总段、艏艙压载艙区域的立体分段、机艙鍋炉区域的平面底分段、舷侧、甲板和横隔艙分段。

将总段，立体和平面底分段在車間內先行对准，并做好焊接前的边缘准备工作，然后将分段移到船台上，甲板和舷侧分段在合拢时也应先将接縫調准。

上层建筑（不包括炉艙圍井）也是在專門装配台架上由平面分段装配成立体分段。

所有船体和上层建筑分段都装有最低饱和度的完整件：輔机底座、加强板和杯形管件、舷窗、艙門等。

为了装配船体及其设备，設有 5 个船台位置和 2 个艙装位置，在这些位置上，装有 1.5 吨、8 吨和 15 吨的起重机。移船设备則有載重量 60 吨的自动（电动）和非自动拖車。移船下水是通过新建的鋪有两条下水軌道的橫向梳式滑道。每一斜式拖車的載重量为 150 吨。

蒸汽拖輪的建造是采用流水定位作业法。全部建造程序分为 7 个阶段：

第 1 阶段——安装船体底部、蒸汽鍋炉底座和主机底座、导流管、美人架，部份安装操舵裝置、压載及排水系統；

第 2 阶段——結束船体及底座的装配焊接，安装軸系、螺旋推进器

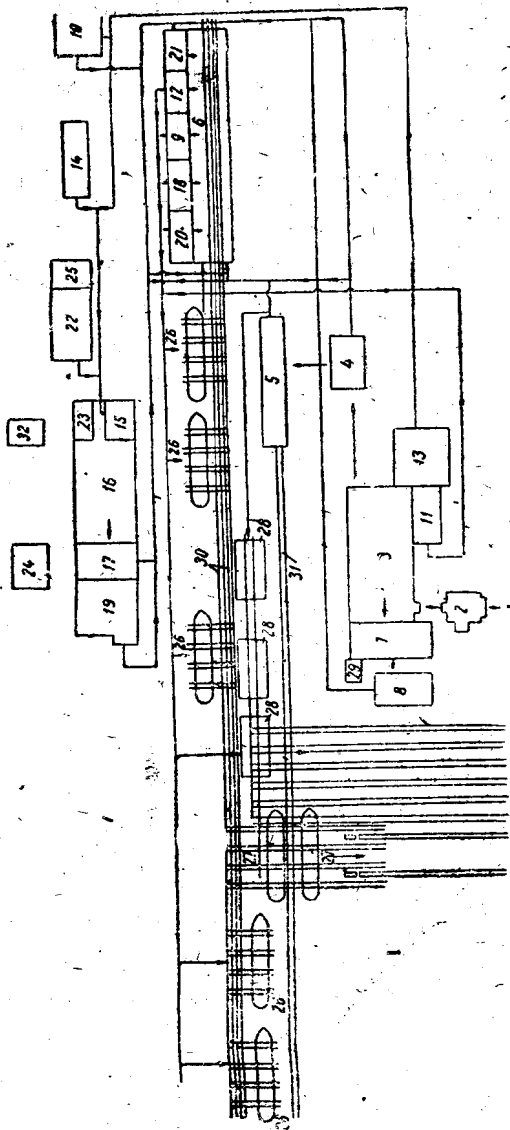


圖 1 建造 BOP-600 型蒸汽拖輪和 3 噸吊杆船生產組織系統圖

圖1 建造BOP-600型蒸汽拖輪和3噸市井船生產組織系統圖

1-鋼材倉庫；2-校正軋床；3-船體各料車間；4-船體各料車間的配套倉庫；5-吊杆船體及蒸汽拖輪上層建築分段裝配倉庫；6-蒸汽拖輪分段裝配倉庫；7-船體部件裝配倉庫；8-鋼裝部件管理套工段（設有8路式平台）；9-船體各料車間（設有單路式平台）；10-木料倉庫；11-細木工段；12-油漆帆艙工段；13-鑽工車間；14-爐工車間；15-配套倉庫；16-機械車間；17-部件及機械裝配工段；18-鉗工裝車車間；19-管工工段；20-電氣、無線電安裝車間；21-配套倉庫；22-總倉庫；23-工具車間；24-初修車間；25-試驗室；26-蒸汽拖輪船台位置；27-蒸汽拖輪艙位位置；28-吊杆船建造位置；29-滑道操縱台；30-80噸和15噸有軌起重機；31-15噸有軌起重機；32-變电站。

和上层建筑，試驗船体水密性，油漆船体内部，安装主机、鍋炉、輔机和水管系統；

第3阶段——結束上层建筑的安装工作，安装舷牆、輔机、船用裝置、管路系統，装备船体内和第一层上层建筑的居住室、公用及工作室；

第4阶段——結束船体内和第一层上层建筑的舵室装备工作，装备第二层上层建筑的艙室，裝置电气、无线电設備，油漆船体及上层建筑的外表面，安装艙面机械，繼續安装船用裝置及各系統；

第5阶段——油漆机艙、鍋房艙，装备駕駛室，結束蒸汽管、油管、船用裝置、电气无线电設備、傢具、冷藏裝置的安装工作，移船下水；

第6阶段——进行鍋炉及各系統的水压試驗和蒸汽試驗，試驗船用裝置，进行絕緣工作，内部二次油漆，安装踏板；

第7阶段——鍋炉升火，管系蒸汽試驗，主机、輔机、电气及无线电設備交驗，碼頭試車及試航，油漆完畢，行駛里程驗定，交船。

根据造船厂制定的建造周期表，每一阶段的工作时间为25天，但也可以緊縮为20天。

吊杆船船体是由平面底分段、舷側分段、甲板、縱隔艙及橫隔艙裝配而成。在中部長4.2公尺处是由平面分段裝配成总段的。其余的平面分段則是直接在船上安装。

設有工作室及生活公用室的木質上层建筑也是由总段裝配而成，它是以完整的形式（如艙室装备齐全，油漆完毕及导綫敷妥）安装在吊杆船上的。

建造吊杆船是采用划分为4个部分的流水定位作业法。第一个部分是进行船体裝配和焊接；第二个部分是进行船体密封試驗，油漆，安装船用裝置和上层建筑，部份地安装起重機；第三个部分是結束起重機（包括吊杆）的安装工作，滑船下水；第四个部分是裝置重量平衡物，試驗和交船。

吊杆船的下水是在老式橫向滑道上用三合帶有轉向輾輪的小車滑下水的。每台小車的載重量为25吨。

目前吊杆船的建造期为11个工作日。从图1可以看到蒸汽拖輪和吊杆船的建造是分两条独立的作业綫进行的。这两条独立作业綫的接触点仅是备料車間，并同分段装配工段也略有接触。由于造船厂、特别是船体車間的改建，工程組織的綫路經常在改变着。

造船厂在按工艺套制定工作組織与計劃方面，在河运部要算是一个先驅者。

目前許多修造船企业都轉入了按工艺套进行工作。附录中所列为建造 BOP-600 型蒸汽拖輪的第一阶段工艺套明細表，其中包括各車間的劳动量，就可以作为一个例証。

在造船厂內在相当大的程度上仍然是采用手工劳动，这是因为还没有充分运用现代化的先进工艺过程。但在某些方面，造船厂也获得了一些显著的成就，首先就是采用了自动和半自动焊接、下料卡，改进了管子工作、焊接后船体結構的校正方法和船体除锈工作。

第一章 下料卡

河运部所属各修造船企业每年要耗用数万吨钢板。采用正确合理的下料法可以节约大量金属材料，每节约百分之一的数量就能为国家保存下数百吨钢材。

河运部批准的1955年造船用钢板和型钢的余料定额(%)见表1。

表 1

船 舶 类 型	厚 钢 板	薄 钢 板	角 钢 及 型 钢	梁 材 及 槽 钢
内湖客货船.....	7—8	9—10	5—6	4—5
内河客货船.....	7—9	8—10	6	5
内燃机干货船.....	7—8	9—10	5—7	5—6
内湖拖船.....	7—8	9—10	6	4—5
内河内燃机拖船.....	7—9	8—10	5	5—6
内河蒸汽机拖船.....	7—8	9—10	5	6—6
内河油驳.....	4—5	6—7	4—5	4—5
钢壳平板驳船.....	4—5	5—6	4—5	4—5
钢壳棚顶驳船.....	5	5—6	4—5	4—5
挖泥船.....	5—6	6—7	5—6	5—6
钢壳沉驳.....	4—5	5—6	5	4—5
供应船.....	4—5	5—6	4—5	4—6

遗憾的是，这些要求并不太严格的定额往往不能被遵守，尤其是在修船的时候。这在很大程度上说明：在修造船时并不是根据事先经过周密考虑的钢板或型钢的利用计划来进行正确使用钢料的号料工作，而是按照号料工或船用锅炉工个人的意见办事的。所收集的大块余料可用来制做肘板、平板及其它各种小零件等，这种余料的利用率不超过0.3—0.5。至于那些小的余料可逕直送去回炉。

伏洛达尔斯基造船厂是按照下料卡进行号料的。从而完全达到了规定的造船用鋼料消耗定额。

有了下料卡即可讓技术不高的工人来进行操作，并可节省号料時間。甚至在单个造船或船舶大修时，下料卡也可作为大量統一規格的小型鋼板零件号料之用。

鋼板下料卡的編制方法有两种：繪图法和照相法。这两种方法造船厂都采用。

繪图法是由設計科或工艺科在图紙上按一定比例繪下需要号料的鋼板，然后再以同样的比例将零件繪在鋼板上。

設計师在进行繪图时必须掌握下列几个基本原则：

1. 在一块鋼板上应布置属于同一部件、分段、套件的零件。造船厂在采用下料卡的实践中証明了在一块鋼板上布置不同套件的零件，将会在拆散零件和将零件送入配套仓库时发生困难，而且有时零件还会散失；

2. 在一个套件中对某些相同的零件最好号在一张鋼板上，如果这样不致損害鋼板的利用率时；

3. 如果所修造的船舶需要大量相同的零件时，可将这些零件畫在一张鋼板上，即使它們是各属于不同的套件。在这种情况下，必要的条件是这些零件在图紙上不作固定的安排，这样才能在配套仓库內組織專門的放置架来存放这些不固定的零件；

4. 零件的尺寸必須包括加工和装配的余量，沿着零件留有余量的邊緣畫出两条綫：淨尺寸用虛綫，余量用实綫；

5. 在一張鋼板上布置某些零件时，零件与零件之間应留有空隙，空隙的大小由鋼板切割的方法来确定：

压 剪 机	龍 門 剪 床	手 动 气 割	自 动 气 割
5—10 公厘	3—5 公厘	8—12 公厘	2—5 公厘

6. 在鋼板上布置零件的原則是能以最合理的方法进行切割，而且化

費的勞動力也最少;

7. 鋼板面積的利用率應達到最大的限度(余料不得超過表1所列的數量)。

按照船舶零件加工工藝明細表中的號碼,下料卡上每一零件的輪廓內都要一一給注上。同時在下料卡上還應附有一份零件在鋼板上的分布說明書及其重量表,以及用測量平面法或近似計算法得出的鋼板面積利用率。

下料卡應注上順序號碼,並在零件加工工藝明細表內對照每一零件注上該零件的下料卡號碼。

布滿零件的下料卡式樣見圖2。

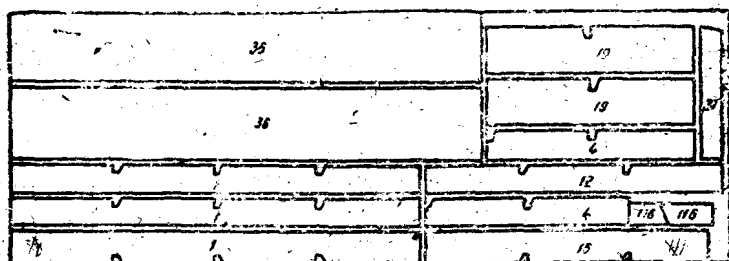


圖2 下料卡

序 號	明編 細 表號	圖 號	零件 編號	零件名稱	圖的 紙數 上量	下的 料數 卡上	切 割 方 法
1	1	574-ЖК-6	3	縱 梁	12	3	剪; 冲
2	4	574-ЖК-6	4	縱 梁	6	2	剪; 冲
3	12	574-ЖК-6	8	縱 梁	3	1	剪; 冲
4	16	574-У-12	3	加 強 筋	2	1	剪; 手動氣割
5	19	574-ЖК-6	14	縱 梁	4	2	剪
6	36	574-У-12	5	加 強 筋	4	2	剪
7	37	574-ЖК-38	2	肘 板	2	1	剪
8	116	574-ЖК-38	3	肘 板	3	2	壓剪

用2塊 4200×1400×6 鋼板

26 號 鋼

利用率為 0.96

用繪圖法編制下料卡對直線零件是比較有效的。這種零件的全部幾何尺寸都是由圖紙確定的。這種方法同樣也適用於膠合板的下料。

當零件的外形為曲綫形或其尺寸必須取自放樣台時，最好不採用繪圖法。因為在繪零件圖時可能發生較大的誤差。

對於這種零件最好不要採用繪圖法而應採用照相法來編制下料卡。

照相法是在專門的房間內進行的。房間的地板或復板的表面要塗上黑漆，並用白綫畫成幾個250—300公厘的正方格，再將所有鋼板件的樣板鋪放在地板上，在其相互之間應留出最小空隙，然後從10—12公尺的高度處進行零件照相。

為了避免照相失真，採用玻璃底片進行攝影。如要取得1:25或1:50比例的印跡，可將照片先行放大，然後再將其送至設計科或工藝科，將剪開的樣板照片黏貼在同等比例的鋼板圖紙上。

確定出樣板的位置，並編制下料卡的序號。

造船廠大大改進了在造船工業上的這一廣泛應用的方法。照相法是直接在放樣間內進行。所照的並不只是單個的零件樣板，而是整張下料卡。為此，在放樣間內必須鋪上漆布，漆布總尺寸應比進行下料的鋼板每邊大出100—200公厘，漆布還必須經過仔細的擦洗，不能有污點，裂縫及其他外表缺陷。

下料的鋼板外形尺寸可用削尖的鉛筆畫在漆布上，然後再放置零件樣板。在留出間隙時應考慮加工和裝配的餘量，以及切割的工藝要求。待工長按照上述要求驗視過之後，再用粉筆將樣板的輪廓畫下來，在輪廓內對照加工工藝明細表寫上零件的序號，然後將樣板從漆布上移開，再進行照相。

照相機應儘可能放置在離地面較高處（在伏洛達爾斯基造船廠放樣間內的棚頂下設有專門的平台）。攝影時的曝光應保證使輪廓綫和零件序號的形象充分清晰。這種攝制的下料卡照片的形式與用繪圖法制成的下料卡相類似。

將照片放大到1:25—1:50倍，然後將已印在感光紙上的零件說明貼在照片下面。

型鋼下料數量不是按照下料卡，而是根據明細表來進行的（表2）。

表 2

序 号	工 表 圖 明 細	圖 號	零 件 編 號	零 件 長 度 (公厘)	圖 的 上 規 量 定	采 用 數 量	總 長 (公厘)	利 用 率	扁 鋼 數 量
		L 90×60×8×9000							
1	45	574-Ж-15	16	1460	14	12	17520	0.97	2
2	49	574-Ж-32	11	2300	18	12	27600	0.99	4
	172	574-У-18	3	1100	4	4	4400		
	206	574-У-20	1	900	6	4	3600		

明細表是分別按型鋼的各種形式和尺寸大小編制而成的。

第二章 在电磁平台上的自动焊接

伏洛达斯基造船厂从 1951 年起就实行了在电磁平台上自动焊接 4—8 公厘厚的鋼板，从 1954 年起在电磁平台上能够自动焊接 3 公厘厚的鋼板；一次单面焊接厚度 6 公厘以下的鋼板；还能形成反面焊缝，但是厚达 8 公厘的鋼板则需要进行双焊。这些焊缝質量都很高，这根据补焊（修补缺陷）工作量沒有超过焊缝全长的 4—6 % 就可以得到証明。

最感困难的是对 3 公厘厚的鋼板的焊接方式的選擇，因为所選擇的方式既要能够避免产生連續的燒穿，又要使反面焊缝的形成符合技术要求。

在 1954 年以前，BOP—600 型蒸汽拖輪上层建筑分段（每艘船上約有 50 个这样的分段，所需鋼板厚度一般为 3 公厘）的对接縫全部都是用手工双面焊的。这样就延长了上层建筑的建造時間，增加了变形，并增高了船舶的造价。在巴頓院士电焊研究所的协助下，造船厂在 1954 年才制定出最适宜于电磁平台上焊接 3 公厘厚鋼板的规范。

在 1955 年以前便开始在带有熔剂垫层的单槽电磁平台上进行自动焊接。造船厂按照內河船舶中央科学研究院的圖紙首先制造了这样的平

台。内河船舶中央科学研究院是在内河船厂中应用自动焊接的首创者。

平台(图3)主要是由台座、电磁铁及熔剂垫层等组成的。电磁铁是用来吸紧被焊接的钢板。熔剂垫层则是沿着对接焊缝线向上托紧熔剂。下面被托紧的一层熔剂是用来防止熔化金属的流失,并在焊接过程中促使反面焊缝的形成。

电磁铁的吸力是由以下情况确定的:当软管充满压缩空气时,磁板的吸力除能抵消熔剂垫层顶向钢板的压力外还能吸住被焊接的钢板,只有这样才能保证钢板的单面对接焊,也能消除烧穿钢板边缘的可能。

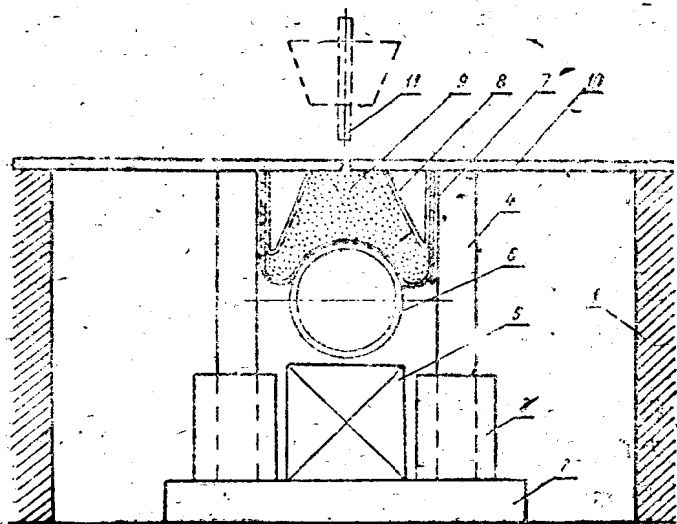


图3 ЭМС-ЦНИИРФ-4型电磁平台

1-平台座; 2-电磁基座; 3-电磁线圈; 4-电磁板; 5-支撑木; 6-橡皮软管;
7-帆布槽; 8-将帆布槽固定于电磁板上的固紧物; 9-熔剂垫; 10-焊接钢板;
11-自动焊接机的焊条。

电磁铁是由数个电磁组做成的, 每个长 660 公厘。电磁组是安装在用 20 公厘厚的扁钢做成的基座上, 在这个基座上 20 公厘厚的扁钢做成的槽形铁芯焊在上面, 在铁芯上再装上电磁铁线圈。这种电磁铁线圈是缠绕在压板框架上的, 并浸过绝缘漆。

綫圈是用牌号 ПЭВО、截面 1 公厘的導綫所繞成，每个繞組上繞有 175 圈，一共 5 层，每层 35 圈（如采用其他截面導綫时，圈数应重新換算）。电磁組每边的綫圈相互之間是串联的，这样可以使电磁組每边相邻的电极具有交替的极性，并使相反位置的电极也具有同样的极性。

每一对串联相邻的电极对 3 公厘厚的鋼板应具有 40 公斤的吸力，对 5 公厘厚的鋼板則应有 60 公斤的吸力。

每公尺熔剂垫层上的电磁繞組需耗銅 5 公斤，每公尺平台上的电磁鉄的功率为 140—155 瓩。

电磁鉄的电源是由电压为 65 伏的直流电焊机供給的。托盛熔剂的装置是由与平台同样长的熔剂槽、壓縮空气軟管和能把均匀的压力从軟管傳送到整个熔剂槽上去的装置所組成的。熔剂槽是用密織帆布做成，并用木螺釘和木板条固定在磁板上。

因为这种平台有些缺点——主要是电磁鉄的功率不大，所以造船厂在电焊研究所的协助下制造了新的 6 公尺长的单路式电磁平台，它和第一种平台的不同之处是电磁綫圈采用了椭圆形截面，电源是由功率 6 瓩、电压 12 伏的直流电动发电机供給。托盛熔剂的装置也有很大的改进，在新的設計中，壓縮空气軟管并不是直接作用于熔剂槽上，而是通过支撑在縱板条上的一系列联杆来发挥作用的。虽然造船厂使用这种結構的平台已經有 5 年了，但是还不能認為很完善，今后还需要进一步改进。

为了不使平台的电磁綫圈受到机械损伤，应在磁板上緣整齐地装置木护条以作保护。

平台用的壓縮空气是从工厂中的壓縮空气主管引接过来的。但在第二班和第三班工作时，如果使用 11 立方公尺/分鐘的壓縮空气机来專門供应平台所用的壓縮空气，这样就势必增大非生产費用。

按照造船厂机修車間工长 М. А. 科波索夫的建議，电磁平台所用的壓縮空气供应系統在 1953 年已被改裝（图 4）。

在靠近电磁平台处安装一台电动空气压缩机（1），生产率为 100 公升/分鐘，空气压力为 6 公升/平方公分。壓縮空气机周期地将壓縮空气压入用氧气瓶改制的貯气瓶（2）內，在貯气瓶上装有两个閥（3）和檢查空气压力的气压表（4）。