

金屬電噴鍍

卡茨、林尼克著



機械工業出版社

金屬電噴鍍

卡茨、林尼克著

高徽元、易志寬、譚霞珊、鄒定康譯



機械工業出版社

1955

出版者的話

用金屬電噴鍍的方法修理拖拉機、汽車和農業機器的零件，對於汽車修理工廠和拖拉機站的修理工作非常重要。

本書原文是由金屬電噴鍍發明者所寫成的，書中包括：各種金屬電噴鍍器的說明，金屬電噴鍍車間的設備，噴鍍層形成的過程，噴鍍層的物理機械性能和金屬電噴鍍的工藝過程。

此外，書中還詳細地介紹了拖拉機和汽車的某些重要零件的修理工作。

本書可供汽車、拖拉機修理工廠技術人員的參考，也可供一般機器工廠技術人員的參考。

蘇聯 Н. В. Катц, Е. М. Линник 著 ‘Электрометаллизация’
(Сельхозгиз, 1953 年第一版)

* * *

書號 0794

1955 年 9 月第一版 1955 年 9 月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字數 134 千字 印張 5 $\frac{3}{8}$ 0,001— 2,500 冊

機械工業出版社(北京經甲廠 17 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

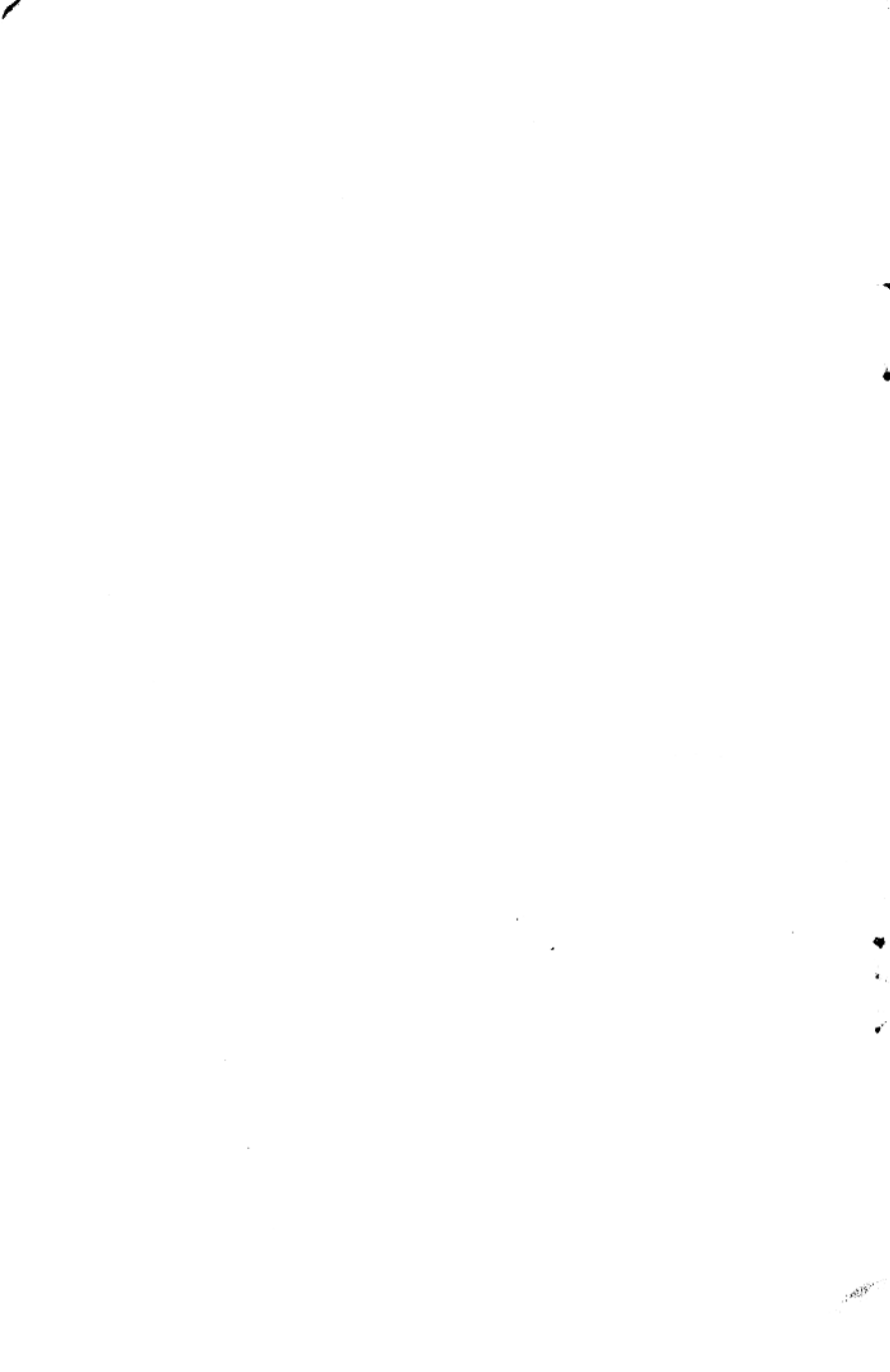
北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(8) 1.03 元

目 次

緒論	7
金屬電噴鍍的應用範圍	9
金屬電噴鍍的工藝過程概述	12
一 金屬電噴鍍車間的設備	14
金屬電噴鍍工部	14
ЛК-6a 型金屬電噴鍍器	15
ЛК-Y型金屬電噴鍍器	19
ЛК-12 型金屬電噴鍍器	22
ЛК-6a-12型金屬電噴鍍器	25
ЭМ-1, ЭМ-2, ЭМ-3和ЭМ-4 型金屬電噴鍍器	27
坩堝式金屬電噴鍍器	29
粉末式金屬噴鍍器	32
金屬絲的氣噴鍍器	32
降壓變壓器	34
配電盤	37
繞線架	38
繞線輪	38
繞線車	39
清理金屬絲用的裝置	39
金屬噴鍍箱	40
噴鍍迴轉物體用的車床	41
車床上用的吸塵器	41
抽風機	43
集塵器	44
噴砂工部	46
金屬電噴鍍車間的空氣壓縮機工部和風動設備	50
空氣壓縮機	50
儲氣罐	54
油水分離器	57
設備的佈置	60
二 產生鍍層的過程和鍍層的物理機械性能	63
金屬電噴鍍法產生鍍層的過程	63

顆粒運動的速度及其溫度	64
噴鍍金屬的結構	67
噴鍍金屬的抗拉強度	70
噴鍍金屬的抗壓強度	72
噴鍍金屬的延伸率和楊氏彈性係數	73
噴鍍金屬的硬度	74
噴鍍金屬的密度和不滲透性	77
金屬噴鍍層的耐磨性	79
鍍層與底基的聯結強度	83
表面準備的方法和質量對於聯結強度的影響	87
噴砂法	87
用鑿子在表面刻痕再噴砂處理	90
車削「皺形」螺紋	91
車削「皺形」螺紋隨後再壓花	96
車削「圓形」螺紋	97
用鋼絲繩繞的零件表面準備法	98
表面電弧準備法	99
表面預熱對於聯結強度的影響	99
鍍層厚度對於聯結強度的影響	101
噴鍍規範對於聯結強度的影響	101
噴鍍時金屬的損失	103
三 金屬電噴鍍工藝	109
表面準備	109
各種表面準備方法的比較	109
電噴鍍中零件的幾種特殊準備法	109
技術檢查	117
噴鍍金屬層	118
鍍層厚度	123
消除某些形式的鑄件缺陷	124
表面包鋁法	126
防止空氣-水和化學性的侵蝕	128
噴鍍的基本時間的計算	129
已經噴鍍的零件的技術檢查	131
鍍層加工	135
鍍層切削加工	135
增加鍍層的緊密性	140
提高鍍層與底基的聯結強度	143
提高噴鍍層的耐磨性	144

四 用電噴鍍法修理拖拉機、汽車和農業機器的零件·····	145
拖拉機發動機曲軸的修復·····	145
ДТ-54型拖拉機的狄塞爾發動機曲軸的修復·····	147
汽車和康拜因的發動機曲軸的修復·····	149
凸輪軸的修復·····	150
СТЗ 拖拉機的半軸的修復·····	151
СТЗ 拖拉機的差速器側盤的修復·····	151
СТЗ 拖拉機的轉向節的修復·····	154
ЗИС-5 型汽車的半軸套的修復·····	155
活塞的修復·····	155
滑動配合軸承的修復·····	157
在水套上有裂縫的拖拉機和汽車的發動機零件的修復·····	164
壁上具有穿透裂口的零件之準備·····	164
具有寬度和長度較大的裂縫的零件之準備·····	165
具有寬度較小的裂縫的零件之準備·····	165
鋁製汽車零件的裂縫填補·····	166
五 安全技術·····	167
電噴鍍操作的安全保證·····	167
參考文獻·····	172



緒 論

我們社會主義農業的技術裝備逐年在增長着。

農業機器修理站有系統地在擴展着，因而保證了現有數量的農業機器的高生產率的使用。

黨和政府對正確的組織修理現有數量的農業機器的問題予以極大的注意。根據第十九次黨代表大會關於增加農業機器站的拖拉機總馬力數，提高拖拉機的日工作量和完成柴油拖拉機的運用的指示，現有數量的農業機器的修理問題就具有更大的意義。

在蘇聯各區共用的大修廠和農業部的修理工廠中，用增補金屬法修理磨損零件得到大大的推廣。鉚接在這些方法中佔首要地位。用氣鉚或電弧堆鉚能够修復像齒輪、軸等這樣重要的零件，特別是當使用各種特殊合金作為熔鉚材料的時候，更宜於修復重要零件。

用堆鉚法修復磨損零件其效果極佳，同時也有一些缺點，這些缺點之中首要的是在零件中發生的內應力，這可能引起變形，甚至會造成裂縫。此外，急劇加熱的結果，會改變製成零件的金屬組織，這將改變它原有的性質。

增補磨損零件的另一個已經得到廣泛推廣的方法——電鍍鉻或鍍其他金屬——可以在磨損零件的表面得到厚度較薄的鍍層。電鍍層不能增加零件的機械強度，而只能增加它的尺寸到所要求的限度，並且僅僅在某些情況下，才能提高耐磨性。電鍍層幾乎不用於修復磨損太大的零件。在農業上所採用的機器中，恰好發生相當大的磨損。所以，在各區共用的大修廠和修理工廠的實際工作中，電鍍金屬薄膜只得到了有限的應用。近年來，創造出並運用了磨損零件電鍍修復的新方法——[鍍鋼]。

為防止各種形式的腐蝕，極廣泛地採用了電鍍層，並且其結果

良好。但是，電鍍金屬薄膜的方法對於大尺寸的或形狀複雜的物體，是極不方便的，因為，需要採用容量很大的鍍槽、複雜的陽極和能量很大的機器。此外，用電鍍法覆蓋許多種合金是困難的，並且可以說，覆蓋鋁是不可能的。用電鍍法在鋁及其合金製成的零件上覆蓋各種金屬薄膜也同樣是困難的。

近年來，還產生了一種可以在各種零件上增添金屬膜的新方法。斯大林獎金獲得者拉札林科提出了利用電火花的方法在金屬零件上鍍薄膜。這種方法可以用任何金屬在金屬零件上鍍被覆層。這種方法所得到的被覆層的最大厚度不超過 0.06 公厘。

用金屬電噴鍍金屬被覆層的方法得到廣泛的推廣，這種方法被蘇聯農業部的企業、工業和整個國民經濟的各個部門用於各種各樣的目的。

在鍍被覆層的其他方法之中，金屬電噴鍍表現出特別的萬能性和機動性，它幾乎可以用所有的金屬和合金，在任何形狀、尺寸和任何材料（例如：用金屬、玻璃、洋灰、石膏、木材、紙、塑料等）製成的零件表面上得到便宜而質優的被覆層。

金屬電噴鍍所用的設備，無論在結構上和使用上都是很簡單的。

用金屬電噴鍍法產生金屬被覆層的過程就是把作為原料的金屬加以熔化，並用強力的壓縮空氣流或其他氣體流使之霧化。從噴鍍器噴嘴中出來並以很大速度移動的壓縮空氣流或其他氣體流把已熔化的金屬帶出，並把它噴散成極細的顆粒。



圖 1 金屬噴鍍層的組織。

因為使已熔金屬霧化的空氣流具有高速度並一同引帶着金屬粉末的顆粒，所以，

這些顆粒也具有相當大的速度。小顆粒在向前行進的道路中遇到被噴鍍物體表面的阻礙，就撞擊到表面上，並由於飛射速度很大而碰扁。金屬顆粒由於撞擊而變形，填塞在零件表面上預先做好的粗

糙面及刻痕裏，因之緊緊地黏在零件表面上面。其他的顆粒撞擊在先落下的顆粒上面，填補在它們的間隙中而形成一完整的被覆層。

用金屬電噴鍍得到的噴鍍層（圖1）總是有些小孔。孔的大小與很多的因素有關，改變電噴鍍器的工作規範可在較廣的範圍內改變孔的大小。在金屬電噴鍍的過程中可使被噴鍍的零件幾乎受不到熱，這就是金屬電噴鍍較銲接有利的地方。

金屬電噴鍍的應用範圍

目前金屬電噴鍍基本上應用於以下幾方面：

1. 修復機器的磨損零件；
2. 消除鑄造的廢品（氣孔、蜂窩氣孔、裂縫）；
3. 消除機械加工的廢品（增加報廢零件的尺寸）；
4. 預防空氣——水份的腐蝕；
5. 預防在化學性腐蝕的介質中和高溫下的腐蝕；
6. 用噴鍍過的黑色金屬代替有色金屬，或用噴鍍過的木材、塑料、陶器、玻璃、瓷器、洋灰、石膏等代替金屬；
7. 修飾裝飾品；
8. 各種特別形式的被覆層。

在所有這些情況下，採用金屬電噴鍍時其效果極高，但是，目前在這一方面最有意義的是修復磨損零件，填補生鐵零件上的裂縫和預防腐蝕。

為了修復磨損零件，已較廣泛地採用了金屬電噴鍍法。

工作時不受集中衝擊的任何機器零件都可用金屬電噴鍍來修復。例如，用金屬電噴鍍法可以有效地修復拖拉機和汽車的這些零件：如曲軸、凸輪軸、氣門挺桿銷子、頂桿、前軸、變速箱的下軸、中間傳動軸、側盤、半軸、前制動器凸輪的曲柄、舵輪軸、半軸套管、水泵轉動軸、風扇軸、發電機電樞、起動機轉子、油泵軸等。

必須注意，用鋼噴鍍過的零件的特點是有較高的耐磨性，在這方面比較起來，要大大地高於普通熱處理過的零件。

根據一些研究者的資料和在實際使用上的經驗，噴鍍過的零件的耐磨性要比普通的（新的）零件高 1~9 倍。拖拉機、汽車和康拜因發動機的曲軸的使用經驗是非常重要的，噴鍍過的曲軸在工作中的耐磨性要大大地高於普通的曲軸。

用金屬電噴鍍來填補生鐵和其他鑄件上的蜂窩氣孔和縮孔是特別有效的。同時應當注意到，在電噴鍍過程中，被修理的零件幾乎受不到任何的熱，這是金屬電噴鍍法較補焊法有利的地方。

我們都知道，送到修理廠來的汽車和拖拉機發動機，最常見的一種毛病是因水在水套中凍結而使水套上產生裂縫。

用金屬電噴鍍來填補生鐵和其他鑄件的裂縫，其效果極佳。

在某些企業中，很早就已經使用金屬電噴鍍，而且應用金屬電噴鍍的效果非常高。根據某些工廠的資料，用金屬電噴鍍法填補 ЗИС-5 型汽車的發動機體上的裂縫總共需要 15~20 分鐘（包括全部準備工序），可是補焊法，需要 5 小時以上。應當估計到，用金屬電噴鍍法填補鑄件上的裂縫，其工藝過程是非常簡單的，並不要求用高度熟練的工人，同時幾乎完全沒有廢品。

在零件表面上覆蓋厚度 0.05~0.10 公厘的鋅層，來防護鋼的和生鐵的零件以及建築物，使在大氣中不致受到腐蝕。這樣厚的保護層可以很長久地保護鋼和生鐵的零件。用鋅噴鍍莫斯科附近的鐵路橋樑的桁架〔1〕[●]即可作為例證，這座橋過 5 年後，曾經過極仔細的觀察，甚至在水分聚積的地方也未曾發現任何腐蝕的痕跡。應當指出，在橋上相鄰的未經金屬噴鍍的一孔，在同一期間重新油漆了 4 次。在像鐵路橋樑這樣大型的物體上加蓋鋅層，一般說來，只有利用金屬噴鍍才有可能。

在造船廠，曾用鋅鍍過很多的船隻零件，外殼的鋼板，整個船體，以及各種容器、纜柱、法蘭盤、圓形小玻璃窗、螺釘、螺帽、管子等。

● 括弧內的數字表示文獻的來源，參考文獻表在本書的最後面。

爲了預防在化學性腐蝕介質中的腐蝕作用，採用對於這種介質是耐蝕的各種金屬作被覆層。

在蘇聯農業部別洛切爾科夫修理廠中，爲了用鍍鋅法來預防汽油車和汽油加油車的零件的腐蝕，曾採用了金屬電噴鍍法。

有時鍍兩層被覆層，例如第一層用鋅，而第二層（外面的）用鋁。當用鋼板製成的容器必須預防石油的作用時，特別是必須預防二氧化硫和含水二氧化硫的作用時要鍍這種被覆層〔2〕。

爲了預防硫酸的作用，用鉛來作被覆層，並要經最後塗擦或浸透處理，以減少鍍層的可透性。

很多鋼和生鐵設備的零件，如爐床、爐子的零件等，由於受高熱而經常燒燬。把這些零件噴鍍一層鋁跟着就進行熱處理，則其使用壽命可延長到2倍、3倍，甚至5倍。

金屬電噴鍍法的效果，表現在能够大量地節省黑色及有色金屬，減少修理企業機器場的工作量，節省電能，以及大大地改善用金屬電噴鍍法修復的零件的使用性能。在這些性能之中，首先必須注意到，除了增加在摩擦下工作的零件的使用期限以外，同時也將減少潤滑材料的消耗，提高機器的效率等。

修復磨損零件的價格大約爲新零件價格的9~60%。

根據蘇聯農業部某些企業[●]的資料，用金屬電噴鍍修復的拖拉機發動機曲軸的使用期限爲新曲軸的2~3倍。同時，應當注意到，上面所說的曲軸是用含碳量0.5~0.6%的鋼絲做原料而修復的。利用高碳鋼絲或滲過碳的鋼絲，曲軸修復後的使用期限會更長。

拖拉機、農業機器和汽車的其他零件，經金屬電噴鍍以後其使用期限增加1~3倍。採取金屬電噴鍍，在許多情況下可以用噴鍍過的黑色金屬代替有色金屬。

● 卡贊MMKP、烏拉季米爾MMKP，利亞贊修理工廠，斯 傑爾利達瑪可修理工廠等。

爲了代替稀有而貴重的錫基巴比特合金及青銅，用金屬電噴鍍噴射成的假合金其效果特別大。這種合金本身的耐磨性能超過B-83牌號的巴比特合金。

利用金屬電噴鍍法，就有可能用其他材料（木材、玻璃、洋灰、塑料、石膏等）包以適當的金屬層來代替金屬。

木材、紙、塑料等經金屬電噴鍍後，就使其表面具有金屬的性質，例如導電性。

金屬電噴鍍的工藝過程概述

金屬電噴鍍的工藝過程可分爲三個獨立的階段：

1) 噴鍍前零件的準備；2) 噴鍍被覆層；3) 最後加工。

金屬電噴鍍前零件的準備 噴鍍前進行零件的準備工作是爲了在表面上得到必要的粗糙面，並清除污物和水份。

表面的準備普通是用噴砂機噴射零件，以及在保證表面上得到毛刺、凹坑和刻痕的條件下用車刀加工的方法進行，以便使噴鍍層在底基金屬上更好的聯結。但也採用其他的準備方法（酸洗法例外，因其效果欠佳）。

零件表面準備好後，應加以保護，以防髒污，特別要防油、防水。零件在準備好以後最好立刻進行噴鍍。在零件準備終了和電噴鍍開始之間的間隔時間，無論如何不應超過2~3小時。

噴鍍被覆層 噴鍍被覆層是用各種噴鍍器藉助壓縮空氣噴散已熔金屬的方法來進行。當增補具有迴轉物體形狀的磨損零件時，噴鍍器裝置在車床的刀架上，而零件固定在車床的卡盤上或頂尖之間。噴鍍時，零件作均勻的迴轉運動，而噴鍍器和刀架一起沿零件的軸線往復運動。

爲了填補裂縫、噴鍍抗蝕被覆層等，金屬噴鍍工作用手工進行。

噴鍍器的工作規範對被覆層的質量影響很大，所以應當根據被覆層的用途及其使用條件來確定。

被覆層的最後加工 進行被覆層的最後加工是爲了得到必要的準確尺寸和表面的質量要求，以及使被覆層具有某些特殊的性能。

被覆層可以用車刀、銑刀、鑽頭等進行加工。

— 金屬電噴鍍車間的設備

爲了保證金屬電噴鍍車間的正常工作，應有下列各主要工部：

- 1) 金屬電噴鍍工部；
- 2) 噴砂工部；
- 3) 壓縮空氣工部(壓縮空氣機工段)；
- 4) 最後加工工部。

僅前三個工部具有不同的特點，所以關於其設備的說明述之於下。最後加工工部的設備和普通機械加工車間沒有什麼區別，所以這裏不再進行說明，況且金屬噴鍍工件的最後加工，通常都是在各企業內的機械加工車間進行的。

金屬電噴鍍工部

在金屬電噴鍍工部要完成金屬霧化過程並噴鍍出金屬薄膜來。

金屬噴鍍器是金屬電噴鍍的主要設備。

金屬噴鍍器具有各種不同的型式。

金屬噴鍍法在蘇聯已得到特別的推廣，所以在這方面蘇聯佔有優先地位。

蘇聯的坩堝式金屬噴鍍器也有一些用途。

在外國是利用金屬氣噴鍍器。

電弧噴鍍器可以噴射任何金屬，其中包括高熔點金屬，同時並保證能得到極優質的被覆層。

電弧噴鍍器的作用原理如下：需要進行噴射的兩根金屬絲1(圖2)，連續不斷地受噴鍍器本體內部的機構3所牽引，因之金屬絲穿過噴鍍器並進入特製的嘴子4內，而在嘴子中變彎。金屬絲從嘴子中出來，在a點彼此接觸，同時，沿導線2傳給它們電流而使

其熔化。由於拉線機構連續不斷地推送金屬絲而在兩金屬絲末端之間發生電弧，這樣就使金屬連續不斷地熔化。在金屬絲末端所產生的熔化金屬滴，被由正中間的

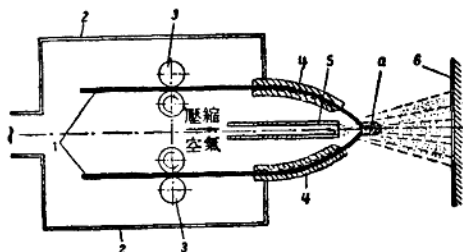


圖2 JIK型電弧噴鍍器的構造簡圖：

1—被噴射的金屬絲；2—導線；3—拉線機構；4—通金屬絲的嘴子；5—風口；6—被噴鍍零件的表面。

（在兩個通金屬絲的嘴子之間）特製噴嘴5中噴出來的強力的壓縮空氣流連續吹散並帶走。金屬小顆粒撞擊到物體6的表面上，並黏在上面而形成被覆層。

JIK-6a 型金屬電噴鍍器

JIK-6a 型金屬電噴鍍器是專門用來添補機器的磨損零件的。蘇聯農業部克洛明修理廠出產的這種噴鍍器，是一種用小電動機（手動電鑽的）帶動的儀器，電動機和噴鍍器一起安裝在底板上。

噴鍍器的剖面總圖如圖3所示。電動機12通過彈性聯軸器11轉動球軸承上的蝸桿軸2。蝸桿1和裝於中間軸8上的蝸輪6相嚙合。在中間軸的絕緣套管上還裝有牽引輪7。

經過嘴子10往噴鍍器中導入兩根金屬絲，並用牽引輪把它拉住。上牽引輪的軸承固緊在兩個可打開的蓋子5上，這兩個蓋子能够分別地在軸上活動。用兩個帶彈簧的和帶螺帽的螺釘9將蓋子固定在工作位置。

擰緊這兩個螺帽時，多多少少能較為有力地把牽引輪間的金屬絲壓住，這在調整噴鍍器時完全是必要的。

中間軸8在其中旋轉的軸承，具有能够使軸左右移動的結構，因此蝸桿1與整個軸系統裝置配合得更為準確。

電流經過端鈕13傳給噴鍍器。

使用 JK-6a 型噴鍍器不僅安全可靠，並具有較高的生產率。

用串聯於電動機線路內的滑鍵式電阻器來改變電動機的轉數和調節金屬絲的推送速度。

JK-6a 型噴鍍器按以下次序拆卸：打開噴鍍器的左右蓋，取下油盂，並退出中間部件的軸承。

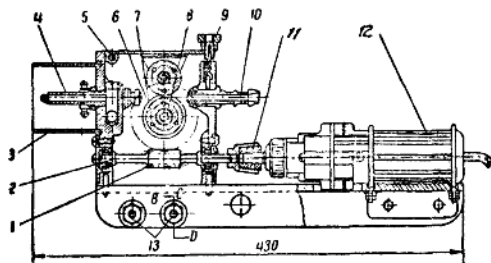


圖 3 JK-6a 型金屬噴鍍器：

- 1—蝸桿；2—蝸桿軸；3—防護罩；4—金屬絲定向嘴子；5—活動蓋；
6—蝸輪；7—牽引輪；8—中間軸；9—制緊螺釘；10—嘴子；11—彈
性聯軸器；12—電動機；13—導電用端鈕。

然後，即可很容易地將軸 8 和裝在軸 8 上的蝸輪和牽引輪一起取出。

如果必須取出蝸桿 1 時，那麼，應當預先取下電動機 12 和軸承蓋。

此後，不必拆下聯軸器 11，將蝸桿軸與後球軸承一齊取出。

每次拆過後，應當細心地檢查機器是否短路，並要證實在通電部分和機體之間有無漏電現象。

球軸承應該用優質的工業凡士林油潤滑，每月不少於 3 次，軸 8 的青銅軸承按需要情況加油。

每天用汽油擦洗機器是完全必要的，洗後應當在蝸輪 6 上塗一薄層工業凡士林。

作為原料用的鋼絲，捲繞在套於專用裝置的軸上的兩個繞線輪上，而此專用裝置則安在機器的底板上。