

電世界電工技術叢書

電焊工手冊

王世模 汪世襄 汪曾祥 譯

電 焊 工 手 冊

王世模 汪世襄 汪曾祥

一九五四年四月印

內 容 介 紹

本書敘述各種金屬性質及材料試驗概念，電焊機械，手操縱電焊，半自動電焊及自動電焊的操作法，各種電焊元件的施工法，電極和電焊絲的規格，及製圖規範等。書末附錄中並列入有關焊接工作的標準，技術條件和規則，及攷試規程等的參攷資料。

此書為蘇聯烏克蘭共和國科學院院士的集體著作，可作為從事焊接工作者的良好參攷資料。

電 焊 工 手 冊

原 書 名	Справочник Электросварщика
原 校 閱 者	А. И. Мансуров
原 責 任 編 輯	П. Г. Гребельник
翻 譯 者	王 世 模 汪 世 襄 汪 曾 祥
原 出 版 者	Машгиз 1952
出 版 者	電 世 界 出 版 社
	上海圓明園路 169 號 203—207 室
印 刷 者	中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司
	上海延安中路 537 號

版權所有 ★ 不可翻印

專—2 : 0.12

25 開 411 面 330 千

定 價 : 26000 元 1954 年 4 月初版 0001—2000

上海市書刊出版業營業許可證出 065 號

原 序

本手冊是專為工作於電弧焊接部門內的領工和電焊工而寫的。

在現在已知的許多焊接金屬方法中，電弧焊接是最流行的方法。在實施工作的範圍方面，在從事於工作的工人數量方面，以及在工作設備的數量方面，此種焊接方法在各種焊接方法中佔據了首要的地位。

電弧焊接是一件偉大的俄國發明。此種著名的焊接法是俄國和蘇聯學者，工程師，和先進的電焊工——斯塔哈諾夫工作者的勞動所創造。

放電電弧現象是俄國物理學家和電工學家科學院院士彼得洛夫 (В. В. Петров) 於 1802 年所發現。那時因為電工學尚未發達，電弧未能獲得普遍的應用。隨着電工學的發展，В. В. 彼得洛夫所發現的電弧才廣泛地於工業上作為照明，電爐和金屬的焊接等之用。

俄國發明家尼哥拉·尼哥拉維支·倍拿爾陶斯 (Николай Николаевич Бенардос 1842—1905 年) 完成並實施了第一次適用於實際的電弧焊接方法他是百餘種屬於各種技術部門的發現的首創者。這些發現中有許多已被採用於工業上。Н. Н. 倍拿爾陶斯最著名的發現，在技術發展史上將永久地流傳下去的，並且獲得世界榮譽的發明，即是金屬的電弧焊接。1882 年間 Н. Н. 倍拿爾陶斯建議以碳棒電極與金屬間引起電弧使金屬熔化以後，便可焊接金屬。此種電弧焊接方法直到現在還保持着實用上的價值，並用發現者的名字稱為倍拿爾陶斯方法或用碳棒電極的電弧焊接法，或炭弧焊接法。

Н. Н. 倍拿爾陶斯曾鑽研過許多關於應用電流於焊接的電弧供應問題。他也曾對於製造電弧焊接用的各種電極做過許多工作。

H. H. 倍拿爾陶斯第一個研究過在氣流保護之下的電弧焊接方法，並於改善此方法上做了許多工作，但是此方法直到現在才以氬氣一原子的和氬氣一電弧的焊接型式在工業上得到應用。

H. H. 倍拿爾陶斯特別注意於電弧焊接過程的機械化與自動化，因為他已經預見到新過程在未來工業上的廣泛應用，並在許多場合中電焊工人的手操作勞動有為機器的自動機械的工作所替代的必要性。倍拿爾陶斯不僅在理論上創造了自動的電弧焊接方法，並且在建造那時候認為在構造上極複雜而完善的許多電焊自動機中，解決了許多實際上的重要問題。

電弧焊接方法發明了若干年以後，天才的俄國發明家，工程師尼哥拉·茹佛列洛維支·斯拉維揚諾夫 Николай Гаврилович Славянов(1854—1897 年)對於電弧焊接過程提出了許多重要的進一步的改良。

H. Г. 斯拉維揚諾夫建議以金屬棒電極代替碳棒電極。在電極間組成的焊接電弧同時熔化了基部金屬和電極金屬，將它們混和並熔合於共同的焊接槽中。依照發明者的名字，此種電弧焊接方法定名為斯拉維揚諾夫法，或金屬電極的電弧焊接法，或金屬弧焊接法。斯拉維揚諾夫法是最良好的而最適用於實施大規模工作的方法，在蘇聯的工業上採用最多。

斯拉維揚諾夫應用他的方法，將巨大的重要機件焊接而構成巨大的電焊製成的機器。他在焊接各種金屬上，特別是鑄鐵，銅，青銅和黃銅獲得很大成就。從保存下來的他所製成的樣品指示出焊接的高度品質。斯拉維揚諾夫研究金屬電極電弧焊接的自動機和半自動機，並將它們，製造出來應用於生產上。他發明了使用焊劑的半自動焊接方法，在現在的工業上應用極廣。H. Г. 斯拉維揚諾夫的孜孜不倦的勞動和發明，是舉世聞名的。

著名俄國發明家 H. H. 倍拿爾陶斯和 H. Г. 斯拉維揚諾夫的天才的工作並沒有從帝俄的統治階級方面獲得應有的評價和必要的支援。這些發明家們逝世以後，他們的工作幾乎被人遺忘了，但是他們工作的結果却被外國所利用着。

僅於偉大的十月社會主義革命勝利以後電弧焊接方法才在蘇聯獲得廣泛的進展。國家的工業化和偉大的社會主義生產工業的創造引起了電弧焊接的迅速發展，和它在各個國家經濟部門內的應用。現在人們已經完成了固定的與移動的，電動機驅動的和適合於郊區工作的內燃機驅動的電焊機械組合，電焊變壓器，電弧的自動機和半自動機等等的大規模生產，籍以完全滿足蘇維埃聯邦的需要。許多工廠生產了足夠數量的電焊絲，以供電弧焊接中高度品質的電極之用。掌握任何新的技術部門——培養許多忠實的工作幹部使他們完全掌握電弧焊接的技術——是非常重要的。

蘇聯境內所從事的著名的電焊工作證明了電焊工所掌握的技術，和蘇聯電焊技術的高度水平。蘇聯建造了延長到數百公里的電焊的石油管和煤氣管，完全電焊的淺水的和海洋的軍艦，鐵道上全金屬的載客列車，橋樑，高壓的和超高壓的蒸汽鍋爐以及其他許多著名的建築物，在技術的優良方面遠超出了資本主義國家的建築物。

蘇聯對於電弧焊接在工業方面的應用也得到了顯著的成功。這些成功在主要方面是根據於對電弧焊接過程的廣大的多方面的科學研究。世界上沒有一個國家能够像蘇聯一樣在金屬的焊接問題上做了這許多事情和各種的科學研究的。

在科學院院士 В. П. 尼基金 (В. П. Никитин) 領導下的蘇聯科學院中電焊及電熱兩專業正從事於金屬焊接問題的科學研究。在烏克蘭共和國科學院的範圍內設有以 Е. О. 伯多恩 (Е. О. Парон) 為名的電焊學院。電焊學院的成就在蘇聯境內和境外都是非常聞名的。

許多蘇聯的科學研究學院在它們的範圍內設有焊接部和焊接實驗室，在焊接的問題上進行了許多科學工作。中央科學研究院運輸機器製造部 (ЦНИИТМАШ) 的焊接部直接領導他們。對於焊接問題進行科學研究者有許多高等專科學校：以白烏門 (Бауман) 為名的莫斯科高等工業學校，列寧格勒和基輔的工業專科學校及其他。

由於孜孜不倦的研究工作的結果，蘇聯取得了全世界焊接技術上先驅的地位並且成為最近幾年來出現於焊接問題上許多重大發現和改良的誕生地。科學院院士 В. П. 尼基金，工程師 Ю. П. 彼得路思根(Ю. П. Петрунькин)和 С. Т. 拿查洛夫(С. Т. Назаров)領導了關於改良電焊機和電焊變壓器方面的許多工作。

蘇聯焊接技術的優秀工作者 В. П. 伏洛克金(В. П. Вологдин)教授和其他許多科學工作者及產業工人均從事於電弧焊接技術上的研究和改良，他們最優秀的成就曾不斷地獲得了斯大林獎金。在 К. В. 彼特拉恩(К. В. Петрань)，К. В. 呂拜富斯基(К. В. Любавский)，Е. М. 庫土馬克(Е. М. Кузьмак)，А. А. 亞洛夫(А. А. Алов)，А. А. 埃洛興(А. А. Ерохин)，Е. В. 沙格洛夫(Е. В. Соколов)及其他領導之下，對於創造和改良優良的電極(電極 УОНИ-13)做了不少工作。

在發展自動的電弧焊接中，科學院院士 Е. О. 伯多恩(Е. О. Патон)和以電焊學院領銜的集體創作對於創造電弧的自動機和半自動機特別有許多供獻。學院裏完成了關於施用焊劑的電弧焊接的獨創過程，焊劑成份和它們的製造方法，電弧自動機的構造，電焊變壓器和軟管的半自動機，在鉛垂平面上施用焊劑的焊接方法等研究。

學院集體解決了鐵道橋樑橋孔建築的焊接，電焊管子的製造等複雜問題，研究並應用了裝配和焊接鋼板建築物用的磁性支架等等。關於電弧焊接的自動化方面，以下諸人領導了主要的工作：Д. А. 杜列契夫斯基(Д. А. Дульчевский)創造了自動機的獨特的構造，В. И. 佳脫洛夫(В. И. Дятлов)研究了蘇聯最初用於電焊的焊劑成份，並創造了具有恒定輸送速率的電弧自動機的獨特系統，此法後來被普遍地採用於蘇聯工業上。А. А. 阿萊克西也夫(А. А. Алексеев)創導了關於研究電弧自動機作用原理的主要工作，並首先建議以交流實施於自動焊接上。Г. П. 米哈依洛夫(Г. П. Михайлов)研究並實施了三相交流的自動電弧焊接。

蘇聯最先研究在水底焊接和截割金屬的方法(К. К. 克列諾夫 К. К. Хренов)。蘇聯學者研究了電焊連接的強度,並提供了各種利用電焊建造機器和建築物的最良好的設計方法。Е. О. 伯多恩, Б. Н. 格爾蒲諾夫(Б. Н. Горбунов), Г. А. 尼格拉也夫(Г. А. Николаев), Н. О. 奧爾勃羅姆(Н. О. Окерблом) Б. Н. 杜欽斯基(Б. Н. Дучинский)及其他研究者均特別以這方面的工作著名於時。

爲了電焊技術的將來發展起見,電焊過程理論應創造於必需的科學基礎上,關於這方面的研究是極有重大意義的(Н. Н. 契加林 Н. Н. Рыкалин)。

在蘇聯研究機關內進行的關於焊接電弧的研究在發展電弧焊接上也有重大的意義。可以特別提出者有 В. П. 尼基金, К. К. 克列諾夫, Г. М. 李赫傑也夫(Г. М. Тиходеев)所進行的焊接電弧的研究。С. Г. 沙拉法諾夫(С. Г. Сарафанов), А. Я. 勃勞茨基(А. Я. Бродский)的工作引導出關於在氣流保護下電弧焊接方法的發展。

控制電焊品質問題也是極關重要的。С. Т. 拿查洛夫領導了以物理方法控制電焊品質的卓越研究,他在許多控制電焊品質方法中提出了重大的改良,使這些方法能在工廠中得到實際應用。

在蘇聯科學是全體人民的事業,愛好創造使產業工人與科學相結合。因此在蘇聯,電焊的科學工作不僅在科學研究院中進行,並且也直接在企業中,工廠中和建設中進行。內中許多已經成爲科學研究工作的真正中心,在那裏工程技術工作者和產業先進工人——斯塔哈諾夫工作者,電焊工——樣地參加活動。在這種熱愛之下蘇聯科學和技術的力量是不可克服的。

科學工作的發展保證蘇聯於電焊技術的許多成就在工業應用上取得了領導地位。蘇聯電焊技術的成功可從蘇聯關於電焊問題的豐富的科技文獻反映出來。

如以上所述,成功地發展電焊技術的最重要條件係在於存有充分的能够完全掌握此技術的幹部。蘇聯特別注意培養此種幹部的事業。在許多附設於基

輔工業專科學校的高等學校中培養電焊的工程師，在電焊職業學校中培養着電焊的技術員。電焊工的基本幹部培養於工人學校，傳習所等處。

對於這許多電焊工人，需供給以專門的文獻。基輔工業專科學校的電焊教師全體已經出版了若干電焊工應用的簡便小冊，他們認為有出版一本較完善的手冊的必要，因為在這樣手冊中電焊工和電焊工場領工能够查閱他們在實際工作中所必需的基本知識。本手冊的發行即是在這一方向的最初試驗。

在編寫本手冊時，著者們從需要出發提供了電焊工在工作中經常要求的知識。本手冊的主要內容係假定適合於根據實際工作經驗而具有中學第七班教育程度的讀者，手冊中某些最複雜的部份也認為適合於中等教育程度的讀者。本手冊係適用於從事操縱電弧焊接的電焊工，因此關於像自動電弧焊接那樣極重要的問題，敘述得非常簡短，目的僅在提供關於此種過程的一般介紹。

參加本手冊的編訂工作者有以下諸人：烏克蘭共和國科學院執行委員 К. К. 克列諾夫編寫了序言，М. М. 鮑爾脫 (М. М. Борт) 助教編寫了第一和第二兩章，Л. А. 皮勞茨基 (Л. А. Бялоцкий) 助教編寫了第三章，技術科學碩士 Н. А. 加爾卑努克 (Н. А. Гарпенюк) 講師編寫了第四第五兩章，技術科學碩士 М. Н. 加普欽高 (М. Н. Галченко) 講師編寫了第六第七兩章*，斯大林獎金獲得者技術科學碩士 П. Г. 格萊皮列涅克 (П. Г. Гребельник) 編寫了第八第九兩章，技術科學碩士 И. П. 托羅欽 (И. П. Трочук) 講師編寫了第十章，Г. В. 伐西列也夫 (Г. В. Васильев) 助教編寫了第十一章。

第一章提供了關於金屬的一般知識，它們的可煅性，機械性質和結構。此處也討論了碳鋼，特種鋼，硬合金，和最重要的有色金屬。

第二章提供了焊接的各種型式，金屬的火鋸截割和焊接的概要。

第三章包含關於電焊工對於電焊機器組合，變壓器和許多專門器械所必須的知識，它們的主要技術數據，連接線路，保養和服務的規則。

* “灰口鑄鐵的焊接”部份係當 К. П. 伏區諾夫 (К. П. Воцанов) 工程師所編寫的。

第四章敘述用於電弧焊接的電極，並列表示出電極絲的成份，電極上塗料的配合法，和關於製造電極的知識概要。

第五章提供了在各種條件下實施電弧焊接技術的敘述，並指示出用金屬弧實施各種工作的最適當狀態和處理法。

第六章討論特殊的，很少遇見的型式如碳極在氣流保護下的電弧焊接，電弧截割金屬，水底的焊接和截割。

第七章討論焊接特種鋼，鑄鐵，有色金屬的特徵，以及關於硬合金的熔焊。

第八章包含關於電弧的自動焊接，自動機的構造和所有必需的器械等知識，以及關於自動焊接的技術問題。

第九章討論半自動的，軟管的電弧焊接，這是完全機械化的自動電焊與普通的手操縱電焊間互相聯繫的中間環節。電焊工對於本章特別感到興趣，因為半自動的電焊與手操縱電焊非常接近。

第十章提供了生產的組織問題。此處討論到焊接的裝配過程和它們所必需的設備，列舉出焊接工作的代表性的實例，並說明了技術規範的要點和技術上安全的基本規則。

最後，第十一章討論焊接缺陷的主要種類和原理，避免它的方法，和簡短地敘述控制焊接品質最重要方法的要點。

在附錄中表列了焊接標準和法規的概要，電焊工的試驗規則，和電極絲的固定規格(ГОСТ)，在製圖上電極和焊縫的符號。

考慮到本手冊係專用於廣大的電焊工羣衆，不能在本文中過多地採用參考文獻或著者們的引證，所以這些引證在本文中幾乎完全被刪除了。在本手冊之末，列出了著者們所利用的參考文獻的詳細目錄，以爲代替。在此表中，除了一些小的論文和小冊子之外，列示了著者們利用爲參考文獻的關於焊接技術的巨著(專題的著作，教科書和手冊等)，它們可能被推薦給電焊工們作爲更完全地認識電焊生產上某些問題的用途。

在編寫電焊工手冊的第一次經驗之下，可能有遺漏，缺點和錯誤，最好電

焊工讀者們能够將它們指出來。請讀者們將他們的意見和願望通知我們，使我們能在手冊的再版時加以考慮。

電 焊 工 手 冊 目 錄

原 序	1-8
第一章 金屬和它們的性質	1-33
1. 金屬的機構性質和它們的測定	1
2. 金屬的化學組成和結構	19
3. 鋼	22
4. 鑄鐵	27
5. 硬合金	29
6. 有色金屬	30
第二章 金屬的焊接, 鑲焊和截割	34-55
1. 鍛爐鍛接	34
2. 水煤氣鍛接	34
3. 熱劑焊接	36
4. 接觸焊接	37
5. 氣焊接	40
6. 金屬的鑲焊	48
7. 金屬的截割	51
8. 氣體火燄和電弧在熱處理上的應用	54
第三章 電弧焊接的機器與器械	56-88
1. 直流電焊發電機	56
2. 電焊變壓器	67
3. 應用於電弧焊接的特殊設備	80
4. 氬氣—原子焊接器械	81

- 5. 焊接設備的佈置與安裝.....85
- 6. 電焊設備的使用和對於他們的維護.....87

第四章 電弧焊接的電極..... 89-104

- 1. 金屬電極和電極塗料.....89
- 2. 應用於電弧焊接的碳電極..... 104

第五章 金屬電極的電弧焊接.....105-133

- 1. 關於電弧焊接的基本知識..... 105
- 2. 金屬電極的焊接..... 107
- 3. 在下方, 鉛垂, 水平, 和頂上位置的焊接..... 114
- 4. 表面熔焊和缺陷的焊補..... 117
- 5. 對縫焊接..... 120
- 6. 角縫焊接..... 125
- 7. 電焊工的儀器, 工具和保護設備..... 130

第六章 應用電弧於焊接和截割的特殊場合.....134-164

- 1. 碳電極的電弧焊接..... 134
- 2. 氬氣—原子焊接..... 141
- 3. 氬氣—電弧焊接..... 153
- 4. 金屬的電截割..... 156
- 5. 水底的電弧電焊與截割..... 161

第七章 各種金屬與合金的焊接.....165-209

- 1. 碳鋼與特種鋼的焊接..... 165
- 2. 灰口鑄鐵的焊接..... 182
- 3. 可鍛性鑄鐵的焊接..... 193
- 4. 硬合金的熔焊..... 196
- 5. 有色金屬和它的合金的熔焊..... 198

第八章 自動的電弧焊接	210-250
1. 一般知識和自動焊接的原理.....	210
2. 使用焊劑於熔接的自動設備和焊接電流的電源.....	213
3. 用焊劑作自動的電弧焊接的器械.....	213
4. 使用焊劑的自動電弧焊接施工法.....	239
第九章 使用焊劑的半自動電弧焊接	251-284
1. 軟管的半自動焊接過程要點.....	251
2. ИИИ-5 型軟管的半自動機.....	253
3. ИИИ-500 型軟管的半自動機.....	268
4. 軟管的半自動焊接的焊劑和電極絲.....	274
5. 半自動焊接情況.....	275
6. 使用 ИИИ-5 型半自動機連同 ИИИ-5 型手柄的焊接.....	279
7. 軟管的半自動機和輔助器械的照料.....	281
第十章 焊接工作的組織和技術安全	285-314
1. 焊接工作地點和焊接部份的組織和配備.....	285
2. 配合與焊接.....	293
3. 電弧焊接的技術規格的要點.....	303
4. 電弧焊接工作中的技術安全.....	306
第十一章 焊接工作的品質和施工法的檢查	315-345
1. 焊縫廢品的主要形式.....	315
2. 焊接生產的檢查辦法.....	325
附 錄	346-393
參考文獻	394-398

第 一 章

金 屬 和 它 們 的 性 質

一 般 知 識

在自然界中所能遇見的金屬主要為各種不同的化合形式，它們稱為鑛石，或為機械地混合的形式和各種合金。合金的性質與純粹金屬的性質大不相同。

金屬之中，亦有於自然界中發現為純粹的形式者，這是屬於所謂貴金屬之類：金，銀，鉑。純粹形式的鐵殊少發現。為了工程上的需要，人們用電解或熔鍊等方法，從鑛石和各種混合物中提煉金屬，這稱為冶金過程。

通常金屬在它的成份中含有各種雜質。第一表列示金屬與非金屬的主要性質。

1. 金屬的機械性質和它們的測定

金屬與合金的性質決定於它的物理化學的和機械的性質。為了判斷一種或另一種指定的金屬，必須知道它的機械性質。

硬金屬的主要機械性質決定於在標準溫度之下，以及在降低和升高溫度之下的張力，硬度，衝擊，剪切，彎曲，扭轉，壓縮，和疲勞等試驗。

張力試驗。試驗機器。

張力試驗以各種特殊的和萬用的軋碎機施行。

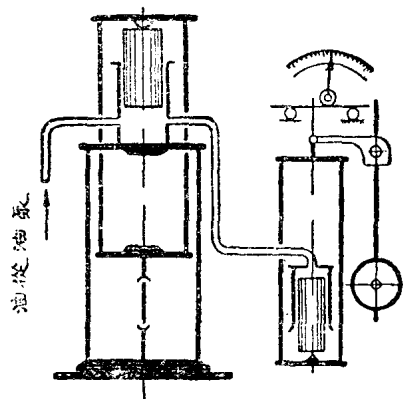
所有軋碎機均有着量測用以軋碎樣棒的力的設備，和在試驗時間以圖形

第一表 純粹金屬與非金屬的主要性質

名 稱	線膨脹係數	熱的傳導率 卡/厘米秒度	電的傳導率 在 0° 下 米/歐毫米 ²	彈 性 極 限 仟克/毫米 ²	伸 長 率 %
鋁	0.0000238	0.52	37	8—11	40
鋁	0.0000123	0.385	4	—	—
鋁	0.0000135	0.02	0.91	2.1	—
鋁	0.0000045	0.476	18.1	110	—
鐵	0.0000120	0.19	1.1	25—33	21—58
金	0.0000144	0.707	45.6	10	30
鋼	0.000033	0.057	11.9	—	—
鉍	0.00000641	0.141	16.5	—	—
鎳	0.0000298	0.217	10.0	6.4	20
鈣	0.000025	—	9.5	6	10
鈦	0.00001208	0.165	10.2	70	3
矽	0.00000695	0.20	—	70	0
—	—	—	1.68	—	—
鎳	0.000056	0.17	11.7	1.8	50
鎳	0.0000257	0.37	23	17—20	15
錳	0.000023	—	22.7	—	0
銅	0.00001642	0.923	64	22	60
鉬	0.00000549	0.35	22.7	70	—
砷	0.00000386	—	2.85	—	—
鈉	0.0000723	0.322	23.3	—	—
鎳	0.0000137	0.14	8.5	40—50	40
鈹	0.0000072	—	5.35	—	—
錫	0.0000224	0.157	8.95	2—4	40
—	—	—	10.5	—	—
鈹	0.0000116	0.161	9.7	20	55
鉑	0.000088	0.166	9.9	15	50
銻	0.000089	0.213	21.3	—	—
—	—	0.02	1.04	—	—
銻	0.000090	—	8.6	—	—
銻	0.0000085	—	7.0	—	—
銻	0.0000295	0.083	4.9	1.8	50
硫	0.00006748	0.0006	—	—	—
銀	0.0000189	0.974	68	18	50
銻	0.00001129	0.044	2.56	—	0
銻	0.000028	0.093	5.68	—	—
銻	0.0000065	0.13	6.85	90	—
銻	0.0000168	0.014	—	0.9	35
銻	0.00000714	—	0.23	—	—
銻	0.0000123	—	—	—	—
銻	0.0000012	0.057	0.08—0.09	—	—
銻	0.0000087	0.165	38.4	—	0
—	—	—	1.28	8.5	—
銻	0.0000326	0.268	17.4	11—15	5—20

記錄此力的設備。第1圖示出一阿姆斯雷爾型的萬用水壓機簡圖。軋碎置於機器夾頭中的樣棒以相鄰接的橫桿的移動施行，此橫桿連接於兩牽桿上，並為水壓機圓筒內活塞所張緊。工作圓筒內油的壓力對於測力計指針位置的影響用以測定樣棒上的受力。

爲了作更精密的樣棒試驗和圖形的記錄起見，可以應用格格林型橫式壓力機。第2圖示出此壓力機的簡圖。此壓力機係應用一反向器(第3圖)達成軋碎樣棒。壓力機用兩對螺輪和螺桿使之聯動，螺輪上有一圓筒耦合，籍以自動記錄巨大張力。量測軋碎力依靠一槓桿系統，重物沿着槓桿臂長的移動是自動地進行的。



第1圖 阿姆斯雷爾型萬用水壓機。

試驗樣棒張力試驗所採用樣棒的形式和尺寸係依ГОСТ 1497-42號規格規定的，第4圖列示圓柱形樣棒的

尺寸和形式。直徑爲20毫米的樣棒稱爲標準樣棒。樣棒計算長度 l_0 等於直徑的十倍(長樣棒)或五倍(短樣棒)。直徑不等於20毫米的樣棒爲比例樣棒。

第二表列出張力試驗用的圓柱形樣棒各種式樣。

樣棒端部的尺寸和形狀與進行試驗的機器夾頭構造及尺寸有關。樣棒工作部份和它端部的連接應當是光滑的。

第5圖示格格林型壓力機上張力試驗用的圓柱形樣棒的尺寸和形狀。

平樣棒係專爲片形的，條形的和有稜角的金屬試驗而設。第6圖示平樣棒的形狀。平樣棒可以是長的或短的。第三表列出，長的，比例的平樣棒的計算長度。短樣棒的長度小兩倍。

第7圖示試驗焊縫用的平板樣棒的尺寸和形狀，焊接縫的加強部份已經