

[苏联] Д. А. 杜德科 著

焊剂层下软管半自动电焊

科学技术出版社

內 容 提 要

本書敘述在焊劑層下用細焊絲的軟管半自動電焊法，這種焊法在焊接短焊縫、曲綫焊縫和自動電焊所不易達到地方的焊縫時，充分地顯示它的優越性能。半自動電焊設備簡單，技術可靠，更為廣大焊接工人所樂用。本書扼要地介紹此種技術特點、本質、焊接過程、和設備操作，確為半自動電焊書中較為系統化和完整的書。

本書供焊接工作技術人員參考。

焊劑層下軟管半自動電焊

ШЛАНГОВАЯ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКАЯ
СВАРКА ПОД ФЛЮСОМ

原 著 者 (蘇聯) Д. А. Дудко

原出版者 Мангиз 1952年版

譯 者 李 登 華

*

科學技術出版社出版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九號

上海新華印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號: 15119·406

開本 850×1168 1/32 · 印張 3 13/16 · 字數 85,000

一九五六年十二月第一版

一九五六年十二月第一次印刷 印數 1—5,300

定價: (10) 六角五分

原 序

我国(苏联)是一个电弧焊接的国家。1802年,彼得堡外科医学院物理学教授B. B. 彼得洛夫(B. B. Петров)发现了电弧放电现象,并曾指出利用电弧发出的热量可能熔化金属。

在上一世紀八十年代里,俄国工程师H. Г. 斯拉汶諾夫(H. Г. Славянов)和H. H. 別那尔道斯(H. H. Бенардос)提出了金属的电弧焊接法。H. Г. 斯拉汶諾夫是粉末焊剂层下用金属电极自动电弧焊法的奠基者;他还提供了把焊絲自动輸送到电弧区中去的特殊裝置。

在沙皇俄国,H. Г. 斯拉汶諾夫的杰出发明,也和許多俄国工程师和学者們的其他发明一样,未能得到发展。

在我們社会主义的国家里,特别是在斯大林五年計劃的年代里,焊接科学和焊接技术达到了巨大的成就,电焊在极短的时期內就在工业上得到了广泛的应用,在金属結構制造工艺过程中起了主要的作用。新电弧焊法、接触焊法、气焊法都已产生,新穎的焊接工艺过程也被研究出来并已被掌握,但电焊过程还是不得不以焊工的繁重手工操作为基础。这种先进的金属連接方法的进一步发展,要求焊接过程自动化,这在1940年已为烏克蘭科学院以E. O. 巴頓院士(акад. E. O. Патон)命名的电焊研究所所实现,該研究所創立了本国的焊剂层下高生产率的自动电弧焊法。

党和政府讚揚了工业上这种最先进方式焊接的巨大作用。所以,現在我国在应用的規模上、技术水平上和自动电焊理論的研究上都已超过资本主义国家而占世界第一位。

焊剂层下自动电焊的广泛应用不仅能在很大的程度上代替电焊工的繁重手工操作,而且在許多工厂里还能根本改变工艺过程,并在某些工业部門中能实行焊件的連續制生产。

但是,最近,手工焊接还在許多工业部門中保持巩固的地位。生产經驗証明,在大量生产或成批生产的企业中,为焊接自动电焊机能够达到的直綫焊縫和环形焊縫,采用焊剂层下自动电焊是合理的。

为使那些不能应用自动电焊机的構件和在小批生产或單件生产企业中的焊接过程机械化起見,必須有最簡單的、可靠的和通用式的小型焊接设备。

从开始应用自动焊接的最初时候起,这样设备的必要性就迫使頑强地創造出一种这样的焊法来,这种焊法兼有焊剂层下焊接在生产率和焊縫質量上的优越性及手动焊接在通用性、机动性和簡單方面的优点。最近一个时期,祖国焊接技术巨大成就之一,就是創造出在焊剂层下使用細焊絲的新式软管焊法。通用性和高度机动性,有可能在普通或专业化自动焊机难于达到的地方,进行焊接,有可能焊接短焊縫和不同几何曲形焊縫及許多其他長处,使得软管焊法获得公認和使软管半自动电焊机在所有工业部門中获得广泛的运用。

从1949年起,为我国工业广泛应用的这种焊法大大地扩展了焊剂层下焊接的应用范围。在焊剂层下使用細焊絲的新焊接工艺和使用直径4~6公厘焊絲的普通自动电焊工艺比較起来不同的地方,就是有許多有利的特点,因此,它給減輕和簡化焊接设备、創造新型的自动焊机和半自动焊机及簡化焊接技术开辟广闊的可能性。

应用細焊絲使显著降低最小电流值成为可能,在这一电流值时焊接过程还是相当的稳定。因此,人們可以實現薄金属和小截而角接焊縫在焊剂层下的焊接。

当使用細焊絲进行焊接时,把焊絲中的电流密度提高到 200 安培/平方公厘或更大些是可能的。这时,焊絲的熔化系数显著提高,并能成功地应用于堆焊工作中。

当使用細焊絲进行焊接时,能显著减少焊縫金属中的基体金属部分。这就使得在焊剂层下能够質量优良地焊接高含碳量的鋼种。

除此以外,使用 1~3 公厘的細焊絲来代替直徑 4~6 公厘的焊絲还能提高焊縫質量和整个焊接接头的質量,降低电流、焊剂和焊絲的單位消耗量,并在手工焊接用的普通电源供应电弧的曠野条件下,能采用焊剂层下焊法和使焊剂层下焊接普及到新型的焊接接头。

电焊研究所出产的 ДИИ-5 型通用式半自动电焊机在短时期內就在各工业部門中得到了极为广泛的普及。接到 ДИИ-5 型軟管半自动电焊机上的专业化焊把,已被研究出来并成功地应用于工业中。专业化焊把有:为环焊蒸汽鍋炉及其他鍋炉螺撑用的 ДИИ-6 型焊把,为环焊支管用的 ДИИ-7 型焊把,为焊接小尺寸角接焊縫用的 ДИИ-14 型和 ДИИ-15 型焊把,为焊接法藍盤用的 ДИИ-16 型及 ДИИ-17 型焊把,为焊接加固肋板用的 ДИИ-22 型焊把,及許多其他型式的焊把。新式軟管焊接設備已开始在生产中运用于垂面、斜面和曲面上的对接焊縫、角接焊縫和搭接焊縫中。

本書对这些問題予以闡述和講解。本書是焊接文献中首次研究焊剂层下使用細焊絲的軟管半自动电焊法的工艺和设备的。所以,本書不强求叙述完善和深刻的系統化。

本書并不研計“电工”厂及其他型式的軟管焊接設備,因为作者所抱定的目的是要綜合烏克蘭科学院以 E. O. 巴頓院士命名的电焊研究所所得到的軟管半自动电焊方面的資料。該研究所全体工作人員在創立新式焊法中都起了重大的作用。作者在写本書的时候广泛地利用了該研究所工作人員的著作,并对他們供給的有

用資料, 深表謝意.

科学工作人員与工厂工作人員的創造友誼和研究焊接設備的結構師及把这些設備运用到生产中的技術員、先进焊工的共同努力, 使软管焊法更加发展和运用; 因之, 它一定会促进我国社会主义工业的发展和迅速实现由偉大的斯大林所规划的大規模的共产主义建設计划.

目 录

原序

第一章 熔剂层下软管半自动电焊的方法与特点	1
第一节 熔剂层下软管半自动电焊的本质	1
第二节 熔剂层下焊接时细焊丝的熔化过程	5
第三节 焊接规范对于焊缝形状和组成的影响	19
第四节 焊缝和焊接接头的性质	29
第五节 熔剂层下使用细焊丝的焊接开创新的可能	36
第二章 软管半自动电焊设备与操作技术	38
第六节 ПЛН-5型通用式软管半自动电焊机、软管半自动电焊 机的配备与装置	38
第七节 软管半自动电焊	48
第八节 专业化焊把与焊接技术	58
第九节 立焊用软管半自动电焊机	76
第十节 软管半自动电焊机及辅助设备的维护	81
第十一节 软管半自动电焊在工业中的应用及其进一步发展的 远景	88

附录

熔剂层下软管半自动电焊主要时间定额	94
中俄主要焊接名词对照表	109
参考文献	110

第一章

焊剂层下軟管半自动电焊 的方法与特点

第一节 焊剂层下軟管半自动电焊的本質

从焊剂层下自动电焊应用于工业上的同一天起,就明显地、除了普通的自动电焊机和焊接装置以外,必須創造出能在焊剂层下进行短的、曲綫的、和各种不易达到焊缝焊接的小型焊接設備。只要創造出这样的焊剂层下的焊接設備,就差不多在許多工业部門中完全能代替手工电弧焊接。为了解决这一問題,必須簡化自动焊接設備,成为通用性大的、外形小的和輕便的設備,人們是在放弃了焊剂层下焊接过程的全机械化以后,才达到了这样的目的。

所以,还在1940~1941年,电焊研究所就开始致力于所謂焊剂层下半自动电焊机新型焊接設備的創造。新型的焊接設備应能保証下列要求:(1)有可能在普通自动电焊机或專用自动电焊机所不能达到的地方进行焊接;(2)有可能焊接短的、断續的、曲折的和各种形狀的焊缝;(3)重量和尺寸最小,使用簡易、便利、可靠和安全,能为低級技能的焊工易于控制;(4)不同性質的产品时能用最少的輔助時間服务于大的生产面积;(5)比手工电焊降低成本和提高劳动生产率。

从1941年开始,曾經提出和研究过不同型式的半自动焊机(APC型、ПП型等)。有許多科学研究机关和工厂實驗室与电焊研究所同时进行研究工作。但是,所有这些企图均未得到承認,这是因为設備不可靠,通用性和机动性不够大、重量和尺寸較大和有

許多其他缺点的緣故。

这一复杂問題原則上新的和正确的解决是 1944 年在电焊研究所获得的, 当时, 技术科学碩士 Б. Е. 巴頓 (Б. Е. Патон) 提出用長而軟的焊絲进行焊接的方法。这是首次研究出的焊剂层下通用的半自动电焊方法。

这种焊法的本質如下: 直径 4~5 公厘的裸焊絲 (图 1a 及图 1б) 被焊头沿螺旋綫式的軟管輸送到焊把中去, 由于有预先撒上的焊剂, 焊工能象使用普通焊钳一样使用这种焊把来工作 [2]。

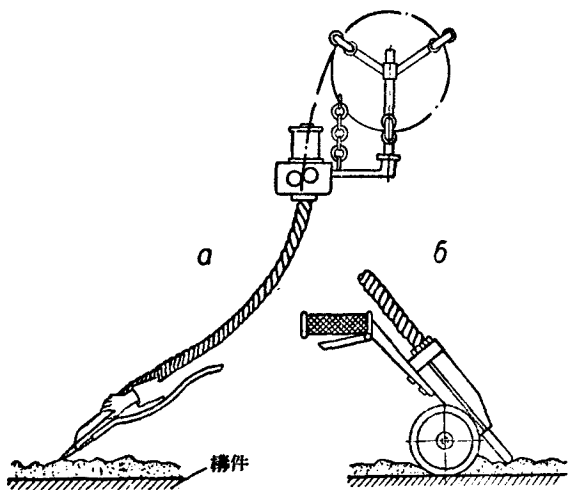


图 1 使用長而軟的焊絲的焊接

这种新焊法經過实驗室的工艺試驗以后, 就轉到“Красное Сормово”工厂进行試驗設備的生产試驗。但是, 那时所研究的設備、焊接工艺和焊接技术具有本質上的缺点: 在里面帶有直径 5 公厘被送进焊絲的軟管是剛性的, 工作起来不方便, 焊接过程的稳定性不够。虽然后来进行过長时期的工厂試驗, 但这种半自动电焊机并未得到推广, 但焊剂层下通用式焊法創造中的主要問題已被

正确的解决了。

从1945到1948年,以E. O. 巴頓院士命名的电焊研究所曾經进行过在焊剂层下应用小直径焊丝来进行焊接的科学研究工作。結果使用細焊絲(直径1~3公厘)在电流密度超过自动焊接普通所采用的4~7倍情况下的新的焊接工艺被研究出来。这样的焊接过程的特点也已考查清楚,使用長而軟的焊絲的半自动电焊設備和新技术也被研究出来了。

由于焊絲輸送到焊接电弧中去是經由特殊的軟管,所以,这种新式的焊接方法称为軟管焊接[3]。

第一种型式軟管半自动电焊机的工业試驗,証明了它有高的生产質量。

在作过这些試驗以后,以E. O. 巴頓院士命名的电焊研究所科学工作人員就在极短的时期內就研究出、試驗过和在生产中运用了几种常用型式的焊剂层下半自动电焊設備。

与电焊研究所同时致力于焊剂层下軟管半自动电焊設備設計的“电工”厂全体工作人員創造了АДШ-500型軟管自动电焊机和ПДШ-500型軟管半自动电焊机。

烏克蘭科学院以E. O. 巴頓院士命名的电焊研究所研究出和出产的ПШ-5型通用式軟管半自动电焊机,由于机动性大、輕便和使用可靠,得到了广泛的应用,所以軟管半自动电焊机就在各地代替起手工焊接来了。

电焊研究所研究出的焊法超出原定任务,創出方便而通用的焊接設備,为焊接短焊縫、曲綫焊縫以及自动电焊机所达不到的焊縫用的。工艺和結構尽可能做到,使用这种簡單可靠的設備来进行多种焊法的焊接工作。

烏克蘭科学院以E. O. 巴頓院士命名的电焊研究所和許多机关(“电工”厂、中央科学研究所等)現在都在进行有关使用細焊絲焊接过程工艺特点和新型設備的研究工作。

软管焊接的应用范围决不限于半自动电焊机：软管自动电焊机也已研究出来并在生产上开始应用。焊剂层下半自动电焊和自动电焊彼此互相增补，每一种焊法有其适当的应用范围。

为焊接短焊缝、曲线焊缝和不容易达到的焊缝，应用软管半自动电焊机是合理的，其机动性和“超越障碍能力”差不多和用普通焊钳的手工焊接一样，但焊缝的质量和生产率却与焊剂层下自动电焊相等。

在小批生产时，为焊接较长的直线焊缝，应用软管自动电焊机是合理的。

我国技术发展的特点是速度极快的在工业中运用最新成就。

苏维埃新式的焊剂层下软管焊法，在极短的时期内，就在许多工业部门中得到了广泛的应用。

到1950年末，在我国工厂里已经有数千台软管半自动电焊机在运转，就是充分的说明。由于焊工劳动减轻和工作生产率高，软管焊接处处在排挤手工焊接。

在资本主义世界呈现另外一种景象，在那里软管焊接应用于极小的范围内。这要首先由资本主义经济的特征来说明。例如，美国出产手工焊接用厚涂料焊条的大公司就极力反对焊剂层下软管焊接的推广，因为后者能很容易地排挤掉手动焊接，因此使生产焊条的垄断组织受到损害。所以，在美国，软管焊接设备，仅只在几家工厂里应用。

这是腐朽的资本主义妨碍和阻滞科学与技术发展许多例子中的一个。

最后应该指出，关于美国工业中采用焊剂层下使用软焊丝进行半自动电焊的报导是在1948年初夏在美国刊物上出现的。因此，在焊剂层下软管焊接研究领域内优先权是属于苏联的。乌克兰科学院以E. O. 巴顿院士命名的电焊研究所关于这种焊法的研究工作，早在1944~1945年，就已经开始进行和发表了。

第二节 焊剂层下焊接时細焊絲的熔化过程

在一般的电流密度情况下进行焊剂层下自动电焊时，焊絲的熔化过程已經用实验的方法反复的研究过。这些研究工作确定了各种牌号焊絲熔化速度与焊接规范和焊剂成分間的关系。焊絲熔化系数与通过焊接电流的焊絲“伸出部分”預热間的关系，也已闡明。

这样的資料对于解决許多工艺問題、选用最适当的焊接规范和研究、并选择焊絲輸送調节綫路图、及供应焊接电弧的綫路图來說，都是必要的。

当在焊剂层下进行自动电焊时，焊絲的加热过程和熔化过程，可以根据分析方法和电焊研究所技术科学碩士 B. E. 巴頓导出的方程式来进行研究。

焊絲熔化过程的实验研究是软管半自动焊接的首要任务。这一研究工作的目的是确定直徑 2 公厘焊絲熔化速度与电流、电弧电压、焊接速度，以及焊絲伸出長度和焊剂粒度間的关系。这种关系在高电流密度的情况下特別有趣。焊接过程的稳定性已被研究出来，依焊接规范和焊剂的稳定性为轉移。根据这些資料，进行焊接应该使用的电流范围就被确定。

当进行試驗性焊接时，应使用自动調节輸送速度的焊头。这种焊头的綫路图，相当完善，以至电弧电压在焊接过程中保持不变。供应的电源是具有 $U_{xx} = 80$ 伏特和能自动保持电流不变的焊接变压器和調节器。改变电流的大小，使所需要的焊接规范能够做到。

焊接是在焊剂 AH-348-III 下，使用牌号 C₆IA 直徑 2 公厘的低碳鋼焊絲进行的。

焊絲的熔化速度是借助于連接在焊头帶有中間傳动軸的电磁离合器上專門的計数器測量出来的；計数器上刻度牌的一分度，相当于輸送到弧区中 0.37 公厘長度的焊絲。在稳定的焊接規

范下,把按钮压下某一时间,使计算器和电动停表接通;根据它们的示度,即能计算出所需要的数据。为更准确起见,可进行几次测量。

表1载列了当焊丝伸出长度为20公厘和焊接速度为30公尺/小时时焊丝熔化速度和熔化系数与电流和电弧电压间的关系。

说明在焊丝熔化系数 K_n 与焊接速度 $v_{cs}=30$ 公尺/小时和焊丝不变伸出长度 $H=20$ 公厘时的电流值 I_0 和电压值 U_0 间关系的图表(图2),是根据试验数据绘制成的。在该图表中还列出了直流电焊(正联和反联)时,它们之间的关系。

表 1

电流(安培)	电弧电压(伏特)							
	26~28		32~34		38~40		44~46	
	v_n (公尺/ 安培 小时)	K_n (克 /安培 小时)	v_n (公尺/ 安培 小时)	K_n (克 /安培 小时)	v_n (公尺/ 安培 小时)	K_n (克 /安培 小时)	v_n (公尺/ 安培 小时)	K_n (克 /安培 小时)
200	78	9.8	75	9.4	72	9.0	--	--
250	102.5	10.3	97.5	9.8	91.5	9.2	87.5	8.8
300	132.5	11.2	122	10.2	117	9.8	112	9.4
350	176	12.6	156	11.2	145	10.4	139.5	10.0
400	218	13.7	192	12.0	179	11.2	171	10.8
450	272	15.2	229	12.8	218	12.2	208	11.6
500	329	16.5	281	14.1	265	13.3	249	12.5
550	390	17.8	329	15.0	314	14.3	298	13.6
600	462	19.3	397	16.6	372	15.6	348	14.6
650	539	20.8	456	17.6	432	16.7	412	15.8

在焊丝不变伸出长度 $H=20$ 公厘和电压 $U_0=32\sim34$ 伏特时,熔化系数大小与焊接速度的变化关系见表2。

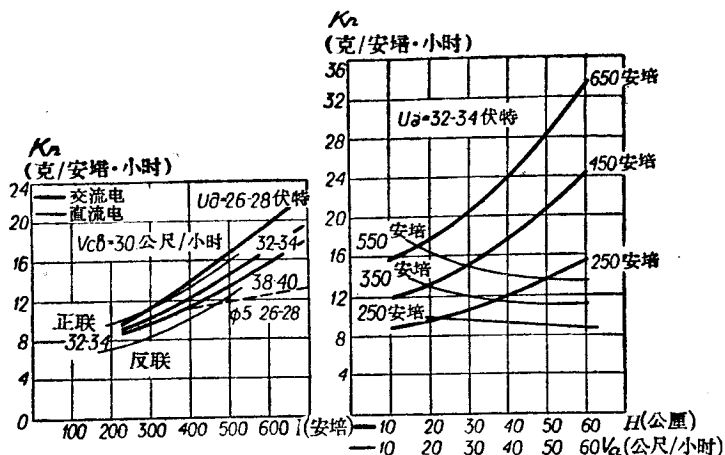


图 2 直径 2 公厘焊丝的熔
化系数与电流和电弧
电压的关系

图 3 直径 2 公厘焊丝的熔
化系数与伸出长度和
焊接速度的关系

表 2

电流(安培)	v_{cs} (公尺/小时)							
	15		30		45		60	
	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培·小时)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培·小时)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培·小时)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培·小时)
250	103.5	10.4	97.5	9.8	89.6	9.0	84.5	8.5
350	191	13.7	156	11.2	153	11.0	150.5	10.8
550	382	17.4	329	15.0	300.5	13.7	283	12.9

熔化系数 K_n 在颇大的程度上取决于焊丝伸出长度 H 的变化; 这种关系如图 3 所示。试验是在不变焊接速度 $v_{cs} = 30$ 公尺/小时和电压 $U_d = 32 \sim 34$ 伏特时进行的(表 3)。

表 3

电流 (安培)	焊絲伸出長度(公厘)									
	12		20		30		40		60	
	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培)
250	91.5	9.2	97.5	9.8	109	11	120.5	12.1	146	14.7
450	216	12	229	12.8	273	15.2	323	18	443	24.7
650	415	16	456	17.6	531	20.5	630	24.3	885	34.1

焊剂的粒度和成分也能影响熔化系数的大小。当 $U_d = 30 \sim 34$ 伏特、 $v_{cs} = 30$ 公尺/小时和 $H = 20$ 公厘时, 研究的結果見表4。

表 4

$H = 20$ 公厘; $U_d = 30 \sim 34$ 伏特; $v_{cs} = 30$ 公尺/小时

焊剂的粒 度和成分	电流 I_d (安培)						說 明
	250		350		550		
	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培/小时)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培/小时)	v_n (公尺/小时)	K_n (克/安培/小时)	
AH-348-III 粗顆粒	90.5	9.1	141	10.1	296	13.5	穩定性和成形均良好。 穩定性良好, 电流为 550 安培时成形令人滿意。 电流为 250 安培时穩定性不能令人滿意; 其他电流值令人滿意; 成形也令人滿意。同上, 在电流为 550 安时不能令人滿意。
AH-348-III 細顆粒	97.5	9.8	155	11.2	329	15.0	
AH-348 粗顆粒	91.5	9.2	146	10.4	312	14.2	
AH-348 細顆粒	100.5	10.1	157.5	11.4	342	15.6	

实验得到的数据很好地证实著作 [5、6] 中所載列焊絲熔化速度和焊接规范間的分析关系。

当研究焊絲伸出長度对于熔化速度的影响时, 焊絲溫度場的

确定是极有趣的。图4给出(图5试样“6”)直径2公厘焊丝顶端的显微磨片。焊丝焊后是在空气中自由冷却的。

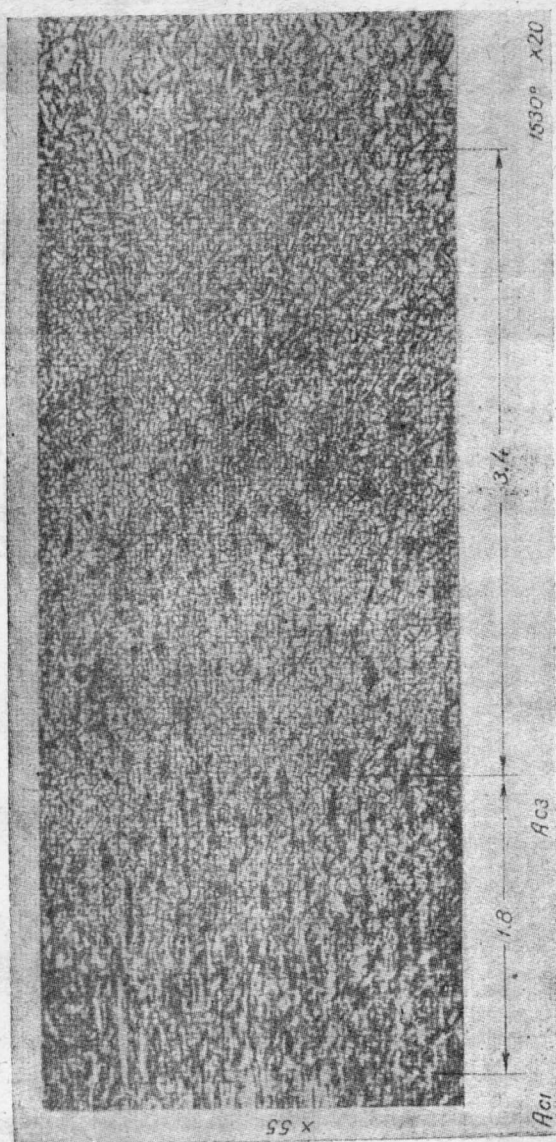


图4 焊丝顶端的显微磨片

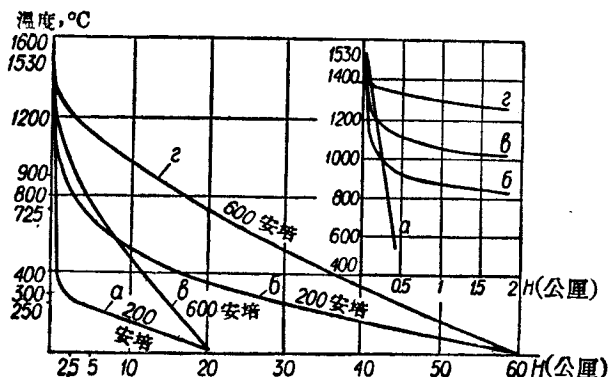


图 5 在焊絲伸出部分上溫度的分布

在显微磨片的照片上清楚地看到热影响区各区段的温度边界。725°C 时的温度边界位于距焊絲頂端鑄造組織区 $l=5.2$ 公厘之处。試样 a 、 b 、 c 、 i 相当于下列焊接规范：

$a) I_d=200$ 安培; $U_d=32$ 伏特; $v_{cs}=20$ 公尺/小时; $H=20$ 公厘; $l=0.35$ 公厘;

$b) I_d=200$ 安培; $U_d=32$ 伏特; $v_{cs}=20$ 公尺/小时; $H=60$ 公厘; $l=6.4$ 公厘;

$c) I_d=600$ 安培; $U_d=36$ 伏特; $v_{cs}=20$ 公尺/小时; $H=20$ 公厘; $l=5.2$ 公厘;

$i) I_d=600$ 安培; $U_d=40$ 伏特; $v_{cs}=20$ 公尺/小时; $H=60$ 公厘; $l=21.2$ 公厘。

焊絲由于电弧热而加热到高温的区域，扩展到距焊絲頂端极近之处，焊絲輸送速度愈快，溫度的衰减也愈快。

随着焊絲伸出長度的增加，由于預热大，比較低温的区域显著地被扩大(图 5)。因此，焊絲的熔化速度急剧提高。如果使用直径 2 和 5 公厘的焊絲在采用 60 公厘的等長伸出部分进行焊接，则在电流为 600 安培时，直径 2 公厘的焊絲熔化系数可达 35 克/安