

鋼粉塗料焊條

Д.М. 熱列茲涅克 著

建築工程出版社

目 录

序 言	2
緒 論	3
一、鋼粉涂料焊条的主要性能	5
1. 焊接电流对焊条的加热情况	7
2. 焊接电流的选择	9
3. 电弧电压	11
4. 熔敷生产率	11
5. 基本金屬的熔化情况	12
6. 引弧过程	17
7. 电能及材料的消耗	18
8. 各种位置焊縫的焊接	20
9. 結 論	22
二、关于鋼粉的基本知識	22
三、焊接接头及焊縫金屬的机械性能	27
四、鋼粉涂料焊条在工业上的应用和制造問題	32

目 录

序 言	2
緒 論	3
一、鋼粉涂料焊条的主要性能	5
1. 焊接电流对焊条的加热情况	7
2. 焊接电流的选择	9
3. 电弧电压	11
4. 熔敷生产率	11
5. 基本金屬的熔化情况	12
6. 引弧过程	17
7. 电能及材料的消耗	18
8. 各种位置焊縫的焊接	20
9. 結 論	22
二、关于鋼粉的基本知識	22
三、焊接接头及焊縫金屬的机械性能	27
四、鋼粉涂料焊条在工业上的应用和制造問題	32

序 言

近十年来，在鋼結構制造中广泛地采用了助熔剂自动及半自动焊接，因为这种焊接的生产率远远地超过了手工电弧焊接。

然而，目前现有的助熔剂自动及半自动焊接不能应用在所有的焊接工作中，因此，还有大部分的焊接工作仍采用着手工电弧焊接。

但是，在用现有的焊条焊接时，手工电弧焊的生产率不能满足日益增长的建設上的需要。而最近提出的先进的深熔依附焊接法又未能广泛地推广。因为这种焊接法需要厚涂料的特殊焊条，而且只能应用于水平位置焊缝的焊接。

为了改进这种方法，提高手工电弧焊接的生产率，建造部所属建筑科学研究所，施工組織研究所及其他一些部門曾經提出，并在生产中应用了能够提高手工电弧焊接生产率的方法。这种方法就是采用鋼粉涂料焊条进行焊接。

鋼粉被电弧加热熔化后，能作为焊条芯的附加填充金属，因此，采用这种焊条进行焊接可以提高生产率。此外，鋼粉涂料焊条用依附焊接法能够适用于各种位置焊缝的焊接。新焊条的这个重要性能，对于在架設条件下需要焊接大量的垂直及仰焊焊缝的建筑工程來說，具有特別重大的意义。

新焊条的这种性能减少了手工电弧焊接与助熔剂自动及半自动焊接在劳动生产率方面的相差程度，并且減輕了焊接工人的劳动。

在这里，作者对曾給予帮助，并供給有关研究鋼粉涂料焊条所用資料的建造部建筑科学研究所實驗室主任，科学技术碩士B.Г.契尔那士金(Чернашкин)同志表示感謝。

緒 論

目前,甚至在最近时期,相当一部分的焊接工作还是要用手工电弧焊来进行的。这种焊接方法在架設条件下更是重要。根据鋼結構設計定額与技术规范(НКТУ121-55)的规定,主要应用Э42及Э42А型的焊条来进行焊接。属于第一类的焊条有:ОММ-5, МЭЗ-04及ЦМ-7等;属于第二类的有:УОНИ-13, УП及СМ-11等。



图 1 主要由熔敷金属所形成的焊缝

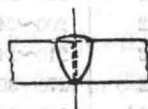


图 2 主要由基本金属熔化而形成的焊缝

鋼結構焊接接头的焊缝可分为两种:

a) 主要由熔敷金属所形成的焊缝(大坡口的对接接头, 图1);

б) 主要由基本金属熔化而形成的焊缝(无坡口及小間隙的对接接头, 图2)。

第二种焊缝是用最近推广了的, 所謂深熔快速焊接法焊接的。

对于第一种焊缝, 必須保証焊条具有大的熔敷系数(α_H 克/安培小时)。

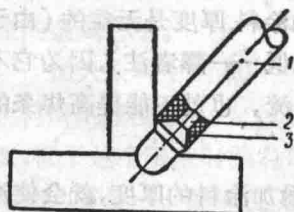


图 3 深熔依附焊接

1—焊條; 2—金屬芯子; 3—塗料

要得到深熔焊缝,就应采用能够依附在坡口上进行焊接的焊条(图3),这样就使热量集中在焊缝的轴线上,减少焊条金属的飞溅,并能减轻焊接操作。在保证质量的前提下,采用大电流也能增加熔深。

几种焊条的特性

表 1

焊 条 牌 号	焊 条 类 型 (按 ГОСТ-2523-51)	5 公 厘 焊 条 所 用 的 电 流 强 度	电 弧 电 压	熔 敷 系 数	熔 敷 生 产 率 克/小时
ОММ-5	Э42	220~250	18~22	7~8	1760
МЭ3-04	Э42	200~240	22~24	8~9	1870
ЦМ-7	Э42	210~240	24~30	10~11	2140
ЦМ-7С	Э42	270~300	40~42	11~12.5	3350
УОНИ-13/45	Э42А	160~180	22~24	8~9	1450

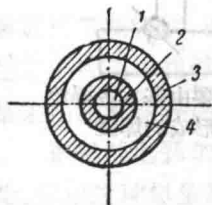


图 4 E. M. 庫茲馬克及 H. II. 陀洛宁焊条示意图

1—焊条芯子; 2—3—塗料厚; 4—附加金屬層

目前,在焊接建筑鋼結構时,采用具有表 1 所列特性的一些焊条。由这些数据可知,只有人們所熟悉的、塗料厚度特別大的 ЦМ-7С(Э42 型)焊条,才能采用比普通焊条較大的电流,才具有較高的熔敷系数。

由此可见,增加塗料的厚度能使一种焊条用来焊接两种不同类型的焊缝。但是,增加 Э42А 型焊条的塗料厚度是无益的(由于此塗料的导热性能低——譯者注),因为它不能采用大的焊接电流,也就不能提高焊条的

熔敷生产率。

另一方面,仅以配料(矿石材料)来增加塗料的厚度,就会使塗料材料(包括貴重的鉄合金及淀粉等)的消耗量增加几乎一倍;同时由于熔渣的增加,使得此种焊条只能应用于平焊。此外,由于焊

条涂料厚度的增加,熔化涂料所需的热量也必须随之增长,这样便使焊接电弧的功率不能合理地利用。

应当指出,早在1937年Е.М.庫茲馬克(Кузмак)及И.П.陀洛宁(Доронин)就已經証明了,焊接生产率还可以显著地提高。他們曾建議,在被涂料絕緣了的金属芯上再纏繞一层金属絲或者涂上一层鋸屑,然后再涂以涂料(图4)。但是,不能在现有的焊条压敷机上大量生产这种焊条,因为焊条压敷机在焊条芯上只能涂上一层涂料。此外,这种焊条不能显著地增加焊接电流,所以它仅适用于第一种类型的焊縫。

如此看来,对于提高焊接生产率來說,在焊条中采用附加金属应当認為是一种最可行的方法。然而,必須找到一个附加金属加入到涂料中的合理方法。

一、鋼粉涂料焊条的主要性能

附加金属以鋼粉形式(按其顆粒大小乃是与焊条涂料类似的材料)加入新焊条中;将鋼粉与涂料搅拌在一起并一块涂敷在焊条芯子上。生产这种焊条是在焊条压敷机上进行的。为了进行試驗,选取了ОММ-5、ЦМ-7、УОНИ-13/45及СМ-11等牌号的焊条涂料,在其中加入不同数量的鋼粉。制造焊条时采用3到12公厘的金属芯子。

加入涂料中的鋼粉重量对焊条的主要影响是:鋼粉含量愈多,涂料层的厚度就愈大(因为涂料与熔化金属重量的比有一定的限度,低于这个限度时涂料的保护作用就降低,脫氧能力减弱,影响焊縫的質量——譯者注)。由于在相应的涂料配合料中采用鋼粉,所以必須确定,加入的鋼粉数量应与配料成怎样的比例。

初步試驗已經确定,这种比例并不是不变的,它与涂料的类型

有关。同时又因各种涂料的比重不同,为了試驗方便起见,我們就将鋼粉的重量算作焊条金属芯的重量。鋼粉重量与焊条金属芯重量之比下面以 V 代表。新焊条中鋼粉重量为金属芯涂有涂料部分重量的25、50及100%。譬如,制造芯子直径为5公厘的焊条时,若熔化部分的重量为60克,那么加入涂料中的鋼粉的重量分别为15、30及60克。配料(不計算鋼粉的重量)与焊条金属(包括鋼粉与金属芯子)重量之比与相应的普通焊条一样。

鋼粉焊条的直径

表 2

芯子直径 (公厘)	塗料類型	3	4	5	6	8	10	12
鋼粉重量 爲芯子的 50%	OMM-5 塗料	4.9~5.1	7.1~7.5	8.8~9.2	10.6~ 11	14.2~ 14.6	17.8~ 18.2	21.2~ 21.6
	УОНН-13 塗料	4.8~5	6.9~7.1	8.6~8.9	10.4~ 10.7	13.8~ 14.2	17.4~ 17.8	20.8~ 21.2
鋼粉重量 爲芯子的 100%	OMM-5 塗料	5.9~6.1	8.6~8.9	10.7~ 11.1	12.8~ 13.2	17.1~ 17.5	21.5~ 21.8	25.8~ 26.2
	УОНН-13 塗料	5.6~5.8	8.2~8.5	10.1~ 10.5	12.2~ 12.4	16.8~ 17.2	20.9~ 21.3	25.1~ 25.5

由表2可知,所列各种焊条,由于加入了鋼粉,因之涂料层都加厚了。

大家知道,熔敷金属的数量以下式表示:

$$G_H = \alpha_H I t, \quad (1)$$

式中: G_H ——熔敷金属的数量(克);

α_H ——熔敷系数(克/安培小时);

I ——焊接电流(安培);

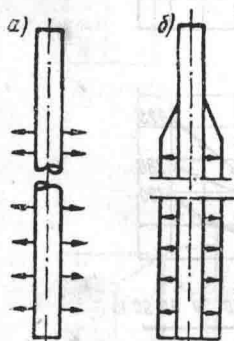
t ——燃弧时间(小时)。

由式(1)可知,决定熔敷金属数量的主要因素是熔敷系数和焊接电流。

下面我們來探討一下,用适当改变这些因素的方法,来提高焊接生产率的可能性。

1. 焊接电流对焊条的加热情况

要增加焊接电流强度,必須創造适当的条件,以便使焊条芯子的加热程度减小,也就是要加速热量的傳导。实际上,如果比較两种直径相同而涂料厚度不同的焊条芯子(如白堊涂料与優質涂料 ИМ-7),那么就能知道,第一种芯子(图 5),由于周围是导热能力差的介質——空气,在焊接时的加热情况比通过涂料导热的第二种



种芯子强烈得多。所以对于厚涂料的焊条,可以提高它的許用焊接电流。

这就是厚涂料焊条在工艺上的优点之一。然而,应当說明的是,在这种情况下涂料的导热性能具有决定性的作用。象 Э42А 型焊条涂料,由于具有較低的导热能力,这类焊条的电流规范就比 Э42 型焊条的数值低。同时如 Ю.И. 卡賽諾夫 (Казеннов) 等的試驗所証明,对这类焊条,涂料厚度的增加沒有起到应

图 5 涂料厚度不同的焊条金

屬芯子热量的傳导情况

a—薄塗料的焊條; б—厚塗料的焊條

有的作用。其原因之一是因为涂料的导热能力低,热量不能迅速地由芯子傳导到外部。

因此,决定新焊条的許用焊接电流强度的試驗,其实就是測定焊条熔化时涂料表面与芯子的温度的工作。温度的測定工作是靠固定在距焊鉗 40~50 公厘处的热电偶来进行的。图 6 所列数据証明,在熔化終了时,鋼粉涂料焊条金屬芯子的温度比同类不含鋼

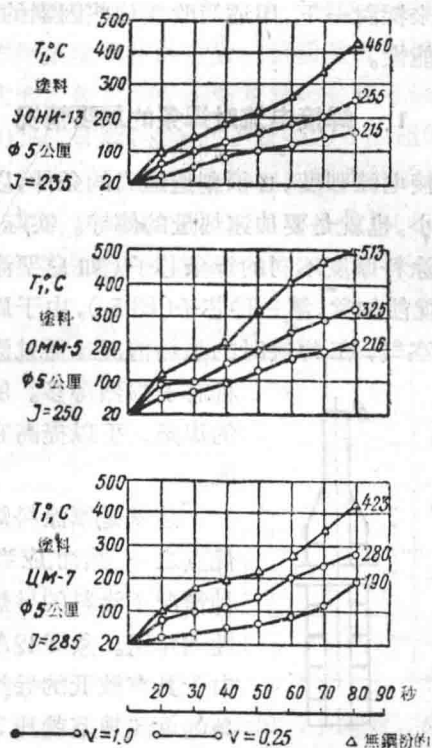
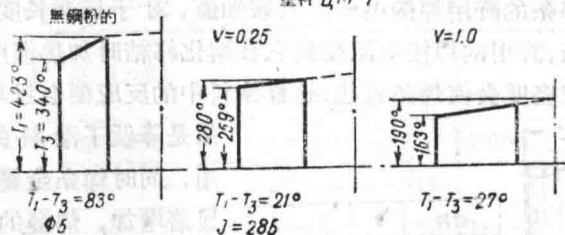


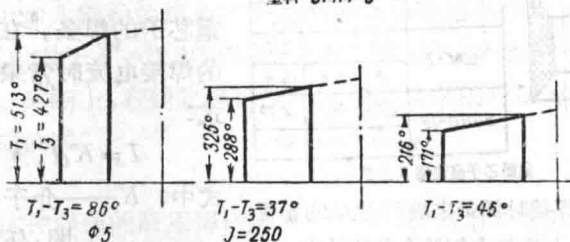
图 6 焊接过程中焊条金属芯子温度的变化与涂料类型及铜粉数量的关系

粉的焊条要低得多。并且,加入涂料中的铜粉愈多,芯子的温度就愈低。对于无铜粉的焊条,芯子与涂料外部的温度差是比较大的(图7)。由已经得到的资料可作下列结论:在涂料厚度相同时,含有铜粉的焊条的加热程度比普通焊条小。这主要是由于铜粉质点与芯子接触,提高了涂料的导热能力的缘故,也就是说,借助于这些铜粉微粒加速了数量的传导。在增加涂料中的铜粉含量(到

塗料 $UM-7$



塗料 $OMM-5$



塗料 $УОНН-13$

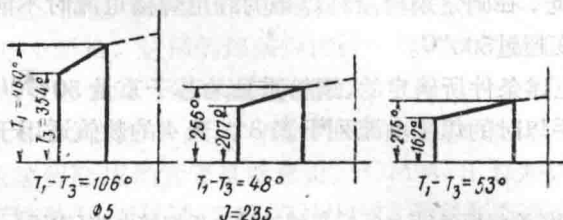


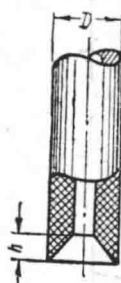
圖 7 焊條金屬芯及塗料表面的溫度降落情況與鋼粉數量及塗料類型的關係

$V=1.0$) 時, 還由於塗料的热容增加, 金屬芯子的加熱溫度會繼續降低。

2. 焊接電流的选择

所得到的關於鋼粉塗料焊條加熱條件變化的資料, 使我們能

够确定焊条的許用焊接电流。大家知道,对于标准长度的某一直径的焊条,許用的焊接电流受到它在熔化終結时加热温度的限制。大的电流密度会使焊条过热,这样涂料中的反应便会过早进行,結果是降低了涂料的保护作用,同时焊条金屬的飞溅也显著增加,焊缝的质量也随之降低。实践中,对于低碳鋼芯子的焊条,在确定許用的焊接电流时常采用下列公式:



塗料	V	D	h
OMM-5	0.25	8.2	2.5
	1.0	11.0	6.2
ЦМ-7	0.25	8.4	3.0
	1.0	11.6	4.5
УОНН-13	0.25	8.2	1.7
	1.0	11.0	4.0

金屬芯子直径爲5公厘

图8 焊接时焊条末端所生成的套管大小与涂料中鋼粉含量的关系

当焊条熔化終了,芯子加热温度超过 500°C 时,金屬的损失很大。因此,在确定鋼粉涂料焊条的許用焊接电流时不能使芯子的加热温度超过 500°C 。

按上述条件所确定的、鋼粉重量为芯子重量50%($V=0.5$)的焊条在平焊时的焊接电流列于表3。表4的数值适用于立焊及仰焊。

鋼粉涂料焊条($V=0.5$)平焊时的許用焊接电流(安培) 表3

芯子直径(公厘)	3	4	5	6	7	10	12
OMM-5及MЭ3-04 塗料焊條	150~180	220~240	280~360	370~420	420~490	600~650	650~710
ЦМ-7塗料焊條	160~180	220~260	370~400	420~470	540~580	650~700	700~750
СМ-11塗料焊條	150~160	240~280	300~360	350~400	540~600	660~720	740~830

鋼粉涂料焊条($V=0.5$)立焊及仰焊时的許用焊接电流(安培) 表 4

芯 子 直 径 (公厘)	3		4	
	立 焊	仰 焊	立 焊	仰 焊
ОММ-5 及 МЭЗ-04 塗料焊條.....	130~150	130~150	180~200	160~180
ЦМ-7 塗料焊條.....	130~150	120~130	—	—
СМ-11 塗料焊條	130~150	130~140	180~200	160~180

涂料中加入鋼粉的焊条芯子,由于它的导热条件比普通焊条好得多,所以对于 $V=0.5$ 的焊条,上面公式(2)中系数 K 的数值应为 50~70。实际上,在确定鋼粉涂料低碳鋼焊条的焊接电流时,可采用下列的公式:

$$I = (50 \sim 70)d. \quad (3)$$

因而这种焊条的許用焊接电流約增加 20%(在 $V=0.5$ 时)

3. 电 弧 电 压

我們知道,能造成高电压焊接电弧的焊条一般可焊出較宽的焊缝,其外形呈斜状。这样的焊条焊接第二种类型的焊缝很方便,并且,在焊接过程中应当采用依附焊接法。

加入涂料中的鋼粉愈多,焊条涂料层的厚度就愈大,这样焊接时在焊条末端所形成的套管也就愈大。ОММ-5 塗料焊条在末端生成的套管最大,而 ЦМ-7 及 УОНИ-13 塗料焊条得到的套管深度較小,但是,对于应用依附焊接法还是足够的。随着焊条末端套管的增大,焊条的电弧电压就增加(图 9)。用 ОММ-5 焊条时所得到的电弧电压最大,而对于 ЦМ-7 及 УОНИ-13 塗料焊条,电弧电压虽然較低,但也比普通焊条的电弧电压大。

4. 熔敷生产率

涂料中鋼粉含量为 50 及 100%($V=0.5$ 及 $V=1.0$) 的焊条,其

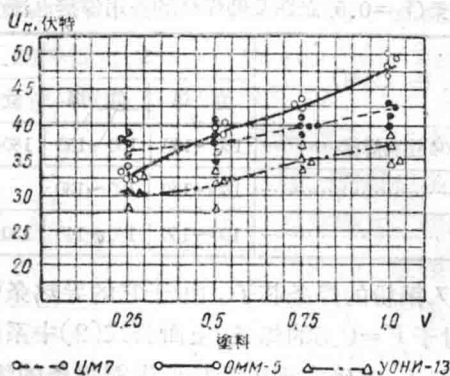


图 9 涂料中銅粉含量不同的焊条电弧电压

熔敷系数及熔化系数是用同一种方法确定的。由表5所列数据可知,熔敷生产率随着涂料中銅粉含量的增加而增大,并且以UM-7涂料焊条的熔敷生产率为最高。銅粉涂料焊条的熔敷系数还与涂料的类型有关,例如,OMM-5涂料焊条的熔敷系数最小,但是,它比无銅粉的OMM-5涂料焊条几乎还要大一倍。

新焊条的熔敷系数还随着焊接电流的大小而变化。对于銅粉重量为金属芯子重量50%,直径为5公厘的UM-7涂料焊条,在图10中列出了它的熔敷系数随焊接电流变化的情况。当电流超过400安培时,熔敷系数很有规律地降低,结果引起金属芯子过热,其温度超过许用值,使得焊条金属剧烈飞溅。但是,在用低的焊接电流焊接时熔敷系数也要减少,所以,对于銅粉涂料焊条应当采用较高的焊接电流。只有这样才能得到采用这种焊条所应有的效果。

5. 基本金属的熔化情况

前面已经说过,銅粉涂料焊条可以进行深熔焊接。因此,所得到的焊缝横截面面积比用普通焊条减少30%还要多,这就为提高

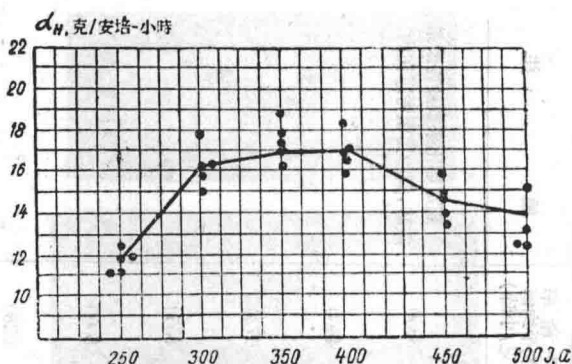


图 10 熔敷系数随焊接电流变化的情况(焊条直径 5 公厘,
 $V=0.5$, 涂料为 ИМ-7)

焊接生产率, 减少焊条及电能的消耗量提供了充分的条件。关于在用钢粉涂料焊条焊接时, 获得大的熔化深度的条件问题, 我们已用实验的方法得到了解决。

实验是这样进行的: 采用焊接电流的平均值(根据表 5)、相同的焊接速度(18 公尺/小时), 借助气切割机来带动, 焊条不作摆动(图 11), 用钢粉含量为 25、50 及 100%, 金属芯子直径为 5 公厘的焊

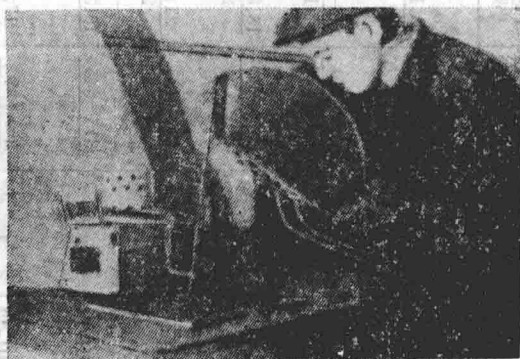


图 11 借助气切割机带动所得到的均速焊接熔敷焊缝

表 5

几种焊条的特性(芯子直径 5 公厘, 鋼粉牌号为 С110)

塗料	鋼粉與芯子 重量之比	電流強度 (安培)	熔滲係數 (克/安培 小時)	耗損係數 (%)	熔滲係數 (克/安培 小時)	生產率 的平均值 (克/小時)	備 注
ОММ-5	0.5	$\frac{310-350}{335}$	$\frac{15.1-17.2}{16}$	$\frac{10.5-12.8}{11.3}$	$\frac{12.5-15.3}{14.5}$	3950	確定熔滲係數及耗損係數時, 鋼粉重量考慮在內
ОММ-5	1	$\frac{350-380}{365}$	$\frac{15-18.5}{17.5}$	$\frac{8.5-11.2}{9.7}$	$\frac{13.7-16.5}{15.7}$	4860	
ЦМ-7	0.5	$\frac{360-380}{370}$	$\frac{18.8-21.2}{20.1}$	$\frac{8.8-12.4}{10.5}$	$\frac{17.1-19.6}{18.2}$	6720	
ЦМ-7	1	$\frac{400-435}{420}$	$\frac{21.5-23}{22.7}$	$\frac{8.5-11}{9.3}$	$\frac{19.3-21.5}{20.4}$	8550	
УОНИ-13	0.5	$\frac{315-345}{330}$	$\frac{15.3-17.5}{16}$	$\frac{6.3-9.5}{7.3}$	$\frac{14.5-15.9}{15.1}$	5000	
УОНИ-13	1	$\frac{350-380}{370}$	$\frac{17.9-19}{18.5}$	$\frac{5.8-7.2}{6.5}$	$\frac{16.4-18.3}{17}$	6280	

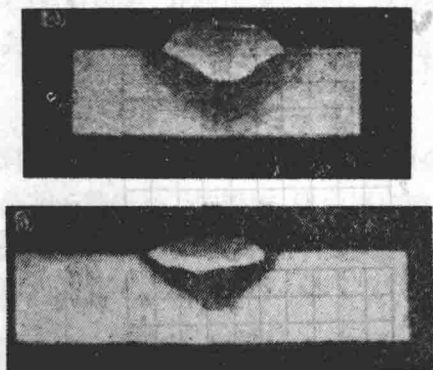


图 12 用VOHII-13及含有鋼粉的VOHII-13/45
 涂料焊条焊接时,基本金屬的熔化深度
 a—塗料中含有鋼粉; б—塗料中無鋼粉

条在鋼板上熔敷焊縫。同时为了作比較,还在鋼板上用直径为6公厘的LM-7C焊条熔敷了焊縫。用由熔有焊縫的鋼板上切下的板条来确定熔化区的大小。

用另一組实验确定了焊条的熔透作用与焊接速度的关系。业已証明,对于所有涂料中含有鋼粉的焊条来講,基本金屬的熔化深度都是大的(图12)。

在用上述含有鋼粉的焊条焊接时,基本金屬的熔化深度比普通焊条增加0.5~1.0倍,同时焊縫与金屬坡口的衔接处是平坦均匀的。这样的衔接能够防止基本金屬上产生咬边的缺陷,而咬边是在焊接鋼結構,特别是用深熔法焊接时的普通缺陷之一。

并且实验还証明了,在其他条件相同的情况下,涂料中含鋼粉50%的焊条所得到的基本金屬的熔化深度最大,繼續增加涂料中鋼粉的含量时,熔化深度就要减小。很显然,这是由于用来熔化鋼粉的所需之电弧热量增加,而必須分出电弧的一部分热量来熔化涂料的緣故。第二組实验确定了焊接速度对基本金屬熔化深度的