

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 25774

(51)

Procédé de fabrication de fil en poudre, notamment pour soudage, et fil en poudre obtenu par ledit procédé.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). **B 23 K 35/40.**

(22)

Date de dépôt 4 décembre 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 23 du 11-6-1982.

(71)

Déposant : INSTITUT ELEKTROSVARKI IMENI E. O. PATONA AKADEMII NAUK UKRAINSKOI
SSR, résidant en URSS.

(72)

Invention de : I. K. Pokhodnya, V. F. Alter et V. N. Golovko.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte aux matériaux de soudage et a notamment pour objet un procédé de fabrication de fil en poudre. Elle peut être utilisée en particulier pour la production, à partir de poudres, de fils à souder et de fils de rechargement par soudage.

On connaît à l'heure actuelle plusieurs procédés de fabrication de fil en poudre, parmi lesquels on peut citer, par exemple, le procédé décrit par I.K. Pokhodnya, A.M. Suptel et V.N. Shlepakov dans l'ouvrage "Svarka poroshkovoi provoloki" (Kiev, "Naukova dumka", 1972, pp. 128-137), lequel procédé consiste d'abord à donner à une bande métallique laminée à froid la forme d'un auget, que l'on remplit ensuite d'une charge en poudre et que l'on soumet au façonnage pour en obtenir un tube, la charge occupant tout le volume intérieur dudit tube. Ensuite le tube contenant la charge subit un étirage multiple en vue de compacter la charge et d'obtenir un fil de diamètre voulu.

Ce procédé nécessite que les dimensions de la bande métallique (épaisseur et largeur) soient choisies respectivement de façon que :

$$h = kd \left[1 - \sqrt{\frac{\gamma_b \cdot K_r}{\gamma_{ch} + K_r \cdot (\gamma_b - \gamma_{ch})}} \right]$$

où :

h est l'épaisseur de la bande métallique ;

k est un coefficient qui dépend du taux de réduction totale de la section du fil rempli de charge, et qui varie de 0,75 à 1 ;

d est le diamètre voulu du fil à obtenir ;

K_r est le coefficient de remplissage du fil, déterminé d'après le rapport $\frac{m_{ch}}{m_{ch} + m_b}$, m_{ch} étant la

masse de la charge contenue dans le fil et m_b étant la masse de la bande formant le fil ;

γ_b est la masse spécifique du matériau formant la bande ;

γ_{ch} est la masse volumique de la charge
et que :

$$B = (D - h) \pi$$

où :

- 5 B est la largeur de la bande métallique ;
D est le diamètre extérieur du tube, qui est égal
à $2 K_d$;
 π est égal à 3,14.

10 On sait que, lors de la fabrication de fil en poudre,
les conditions de sa déformation sont déterminées essen-
tiellement par le caractère de la résistance de la charge
en poudre à la compression et à la traction. Toutes les
substances pulvérulentes, y compris les charges en poudre,
opposent une résistance aux efforts de compression et ne
15 peuvent opposer aucune résistance aux efforts de traction.

Pour cette raison, et du fait que la résistance à la
traction n'est opposée, lors de l'étirage, que par la
gaine du fil, on est obligé, pour éviter la rupture du fil, de
diminuer le taux de réduction unitaire le long de la
20 voie d'étirage, ce qui, à son tour, rend le processus
d'étirage lui-même moins productif. D'autre part, le fait
d'abaisser le taux de réduction unitaire le long de la
voie d'étirage a pour résultat une baisse des pressions
spécifiques dans la zone de déformation, d'où la présence
25 d'une couche plus épaisse de graisse technologique sur
la surface du fil étiré. Cela, à son tour, pose un certain
nombre de problèmes pour l'utilisation des fils ainsi
obtenus. Par exemple, les flexibles des soudeuses auto-
matiques sont rapidement obstrués par la graisse qui se
30 détache de la surface du fil. Lors du soudage, la graisse
brûle en dégageant une quantité importante de produits
de combustion nocifs, ce qui nuit aux conditions de
travail et exige que des moyens appropriés de protection
et de ventilation soient mis en jeu. En outre, la tendance
35 du métal de la soudure à devenir poreux s'accroît, ce qui
altère les propriétés mécaniques de l'assemblage soudé.

En cas d'élimination de la graisse de la surface du

fil par exemple par une technique de calcination, on assiste à une augmentation sensible des frottements du fil contre les parois intérieures du flexible de la soudeuse automatique, ce qui empêche l'avancement dudit fil lors du soudage.

Les graisses spéciales employées pour le graissage des parois intérieures du flexible ne permettent l'avancement du fil à l'intérieur dudit flexible qu'à une vitesse de 150 à 250 m/h. Mais aux vitesses les plus utilisées d'avancement du fil le long du flexible (dans les limites de 300 à 500 m/h), on voit diminuer l'efficacité des graisses mentionnées et augmenter la consommation de celles-ci, ce qui entraîne finalement une augmentation du coût des travaux de rechargement et du métal de rechargement lui-même.

L'invention vise à remédier aux inconvénients mentionnés.

On s'est donc proposé de mettre au point un procédé de fabrication de fil en poudre, dans lequel les opérations à effectuer et leurs régimes seraient choisis de façon à assurer une haute stabilité du processus d'étirage, en même temps que des taux élevés de déformation totale et de déformation unitaire.

Le problème ainsi posé est résolu en ce que le procédé de fabrication de fil en poudre, du type consistant à déformer une bande métallique laminée à froid de manière à lui donner la forme d'un auget, à remplir l'auget ainsi obtenu d'une charge en poudre et à le façonner ensuite pour en obtenir un tube que l'on soumet à un étirage multiple, est caractérisé, selon l'invention, en ce que l'auget est rempli de charge de sorte que celle-ci occupe un volume allant de 5 à 65 % du volume de la cavité du tube à façonner, et l'étirage du tube rempli de charge est exécuté de telle manière que le taux de réduction totale soit de 70 à 95 %, et le taux de réduction unitaire le long de la voie d'étirage, de 20 à 45 %, l'épaisseur (1) et la largeur (2) de la bande étant choisies respectivement de façon que :

$$h = kd \left[1 - \sqrt{\frac{\rho_b \cdot K_r}{K_{r.c.} \cdot \rho_{ch.} + K_r \cdot (\rho_b^{-K_{r.c.}} \cdot \rho_{ch.})}} \right] \quad (1)$$

où :

h est l'épaisseur de la bande métallique ;

5 k est un coefficient dépendant du taux de réduction totale de la section du fil rempli de charge et qui varie de 0,9 à 2,25 ;

d est le diamètre voulu du fil à obtenir ;

10 ρ_b est la masse spécifique du matériau formant la bande ;

$\rho_{ch.}$ est la masse volumique de la charge ;

K_r est le coefficient de remplissage du fil ;

$K_{r.c.}$ est le coefficient de remplissage de la cavité du tube, qui varie de 0,05 à 0,65

15 et que :

$$B = (D - h)\pi \quad (2)$$

où :

B est la largeur de la bande métallique ;

20 D est le diamètre extérieur du tube, qui est égal à 2Kd ;

π est égal à 3,14.

Le fait de ne remplir que partiellement la cavité du tube métallique de charge en poudre (5 à 65 % du volume de la cavité) a pour résultat que, jusqu'à une certaine
25 valeur du taux de réduction totale, ladite charge ne participe pas du tout à la résistance du fil à la déformation. Le degré de compactage de la charge en poudre peut être soit plus faible que dans le cas de la solution technique connue décrite plus haut, soit la même, mais
30 dans le cas d'un diamètre plus réduit du fil. Cela permet d'élargir la marge de plasticité du fil en poudre, d'où la possibilité d'étirer ledit fil avec un pourcentage important de réduction totale (de 70 à 95 %) et de réduction unitaire le long de la voie d'étirage (de 20 à
35 45 %).

Le fait d'appliquer des taux élevés de réduction totale, dans les limites revendiquées, permet à son tour d'obtenir un fil en poudre de diamètre voulu à partir d'une pièce brute plus grande que dans le cas de la technique antérieure, c'est-à-dire d'utiliser à cette fin une bande métallique plus large et plus épaisse. D'autre part, cela permet d'obtenir des fils en poudre de faible diamètre à partir de bandes de type répandu et facilement transformable.

- 10 Lorsqu'on dépasse la limite supérieure du taux de réduction totale de la section de la pièce brute pendant l'opération d'étirage de celle-ci, cela aboutit à une diminution de la marge de plasticité du fil. Le fait d'étirer le fil avec un taux de réduction unitaire
- 15 important, dans les limites revendiquées, permet d'opérer sous de hautes pressions spécifiques dans la zone de déformation, d'où les quantités plus faibles de graisses sur la surface du fil obtenu. Lorsqu'on dépasse la limite supérieure du taux de réduction unitaire le long de la
- 20 voie d'étirage de la pièce brute, cela aboutit à la rupture du fil.

Pour obtenir un fil en poudre suivant le procédé conforme à l'invention, on opère de la manière suivante.

- 25 Pour fabriquer le fil de diamètre voulu et à coefficient prédéterminé de remplissage, on calcule d'abord les dimensions de la section transversale de la bande métallique laminée à froid (épaisseur et largeur) respectivement suivant la relation :

30
$$h = kd \left[1 + \sqrt{\frac{\sigma_b \cdot K_r}{K_{r.c.} \cdot \sigma_{ch.} + K_r (\sigma_b - K_{r.c.} \cdot \sigma_{ch.})}} \right]$$

où :

- h est l'épaisseur de la bande métallique ;
- k est un coefficient dépendant du taux de réduction totale de la section du fil rempli de charge, et qui
- 35 varie de 0,9 à 2,25 ;
- d est le diamètre voulu du fil à obtenir ;

γ_b est la masse spécifique du matériau formant la bande ;

γ_{ch} est la masse volumique de la charge ;

K_r est le coefficient de remplissage du fil ;

5 $K_{r.c.}$ est le coefficient de remplissage de la cavité du tube, qui varie de 0,05 à 0,65

et la relation :

$$B = (D - h) \pi$$

où :

10 B est la largeur de la bande métallique ;

D est le diamètre extérieur du tube, qui est égal à $2K_d$;

π est égal à 3,14.

15 Plus le diamètre du fil à obtenir est faible, plus le coefficient $K_{r.c.}$ à choisir est bas (toutes conditions égales par ailleurs).

La valeur calculée de l'épaisseur de la bande métallique est arrondie jusqu'à la plus proche épaisseur standardisée en allant dans le sens de la diminution, 20 tandis que la valeur calculée de la largeur de la marche de la bande doit être arrondie jusqu'à la plus proche largeur standardisée dans le sens de l'augmentation.

La bande métallique arrive, à partir d'un rouleau placé dans un dispositif de déroulement, entre les galets 25 de façonnage, où elle prend la forme d'un auget que l'on remplit ensuite, à l'aide d'une doseuse, de charge en poudre. La quantité de charge est choisie de façon à obtenir une valeur K_r prédéterminée, les dimensions de la bande assurant à leur tour une valeur $K_{r.c.}$ prédéterminée.

30 Ensuite l'auget rempli de charge est façonné de manière à en obtenir un tube que l'on soumet alors à un multiple étirage sur des bancs d'étirage continus à voie rectiligne pour amener ledit tube au diamètre voulu. L'étirage du tube est opéré de sorte que le taux de réduction 35 totale de sa section soit dans les limites de 70 à 95 %, et que le taux de réduction unitaire le long de la voie d'étirage soit dans les limites de 20 à 45 %.

Pour évaluer la qualité du fil, on détermine la teneur en gaz du métal de rechargement. L'analyse gazeuse des échantillons est exécutée par la technique de fusion sous vide qui fournit des résultats reproductibles sur la teneur en azote, en oxygène et en hydrogène résiduel.

La teneur en hydrogène diffusé est déterminé en obtenant des échantillons composites spéciaux de métal de rechargement que l'on place ensuite dans des eudio-mètres sous une couche de glycérine. Pour exécuter les opérations de rechargement à l'aide du fil en poudre obtenu par le procédé de l'invention, on a recours à une soudeuse automatique munie d'un étai à mâchoires en cuivre refroidies par eau.

Exemple 1

Le procédé conforme à l'invention est mis en oeuvre pour obtenir un fil en poudre de 2,2 mm de diamètre et à coefficient de remplissage de 0,18.

A cette fin on choisit une bande métallique laminée à froid, d'une section transversale de 0,5 à 15 mm, ces dimensions étant déterminées de la manière décrite plus haut (pour $k = 1,2$; $\rho_b = 7,8 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{ch.} = 2,5 \text{ g/cm}^3$; $K_{r.c.} = 0,65$ et $D = 5,3 \text{ mm}$).

Ladite bande métallique est amenée, à partir d'un rouleau, entre les galets de façonnage, où elle prend la forme d'un auget. Ensuite l'auget obtenu est rempli, à l'aide d'une doseuse, de charge en poudre en quantité correspondant au coefficient de remplissage du fil, qui est égal, en l'occurrence, à 0,18. Les dimensions de la bande métallique étant comme décrit, on arrive à obtenir le coefficient prédéterminé de remplissage de la cavité du tube, lequel coefficient est égal, en l'occurrence, à 0,65 (65 %). Ainsi rempli, l'auget en question est façonné de façon à obtenir un tube de 5,3 mm de diamètre, qui est soumis ensuite à 6 opérations d'étirage sur les blancs d'étirage continus pour l'amener au diamètre voulu, qui, en l'occurrence, est égal à 2,2 mm.

L'étirage est exécuté avec un taux de réduction totale

de 87,4 % et un taux de réduction unitaire de 20 à 35 %.
L'épaisseur de la gaine métallique du fil obtenu est de 0,38 mm et la densité de la charge est de 4,4 g/cm³.

Pour déterminer les propriétés technologiques et
celles de soudage du fil obtenu, on met en oeuvre des
essais de soudage et on détermine la teneur en gaz du
métal de rechargement de la manière décrite plus haut.

Ci-dessous sont réunies les données caractérisant
la teneur en gaz du métal de rechargement :

10	azote, %	0,009
	oxygène, %	0,005
	hydrogène, cm ³ par 100 g de métal de rechargement	7,4.

Exemple 2

Le procédé conforme à l'invention est mis en oeuvre
pour obtenir un fil en poudre de 2,3 mm de diamètre et à
coefficient de remplissage de 0,18.

On choisit à cette fin une bande métallique laminée
à froid, de section transversale 0,5 x 12 mm.

Les dimensions de la bande métallique sont détermi-
nées de la manière décrite plus haut (pour $k = 0,93$;
 $\rho_b = 7,8 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{ch.} = 2,5 \text{ g/cm}^3$; $K_{r.c.} = 0,48$;
 $D = 4,3 \text{ mm}$).

La bande métallique en question est soumise au
façonnage pour recevoir la forme d'un auget, et celui-ci
est rempli de charge, tout comme dans l'exemple 1. Les
dimensions de la bande étant comme mentionnées, on arrive
à obtenir la valeur prédéterminée du coefficient de
remplissage de la cavité du tube, c'est-à-dire 0,48 (48 %).

Ainsi rempli de charge, l'auget en question est façonné en
tube de 4,8 mm de diamètre, lequel tube est ensuite
soumis à 4 opérations d'étirage sur des bancs d'étirage
continus pour être amené au diamètre voulu qui, en
l'occurrence, est égal à 2,3 mm.

L'étirage est exécuté avec un taux de réduction
totale de 70 % et un taux de réduction unitaire de 20 à
30 %. L'épaisseur de la gaine métallique du fil obtenu

est de 0,45 mm, et la densité de la charge, de 3,0 g/cm³.

Pour évaluer les propriétés technologiques et celles de soudage du fil obtenu, on effectue des essais de soudage et on détermine la teneur en gaz du métal de
5 rechargement de la manière décrite plus haut.

Les données caractérisant la teneur en gaz du métal de rechargement sont les suivantes :

azote, %	0,0085
oxygène, %	0,048
10 hydrogène, cm ³ par 100 g de métal	
de rechargement	4,8

Le métal de rechargement obtenu à partir du fil fabriqué par la technique antérieure se caractérise par une teneur en gaz analogue.

15 Exemple 3

Le procédé conforme à l'invention est mis en oeuvre pour obtenir un fil en poudre de 1,14 mm de diamètre, avec un coefficient de remplissage de 0,18.

On choisit à cette fin une bande métallique laminée
20 à froid, de section transversale 0,3 x 15 mm, ces dimensions étant déterminées de la manière décrite plus haut (pour $k = 2,25$; $\rho_b = 7,8$ g/cm³ ; $\rho_{ch.} = 2,5$ g/cm³ ; $K_{r.c.} = 0,05$ et $D = 5,1$ mm.

La bande métallique est façonnée de manière à lui
25 donner la forme d'un auget, et celui-ci est rempli de charge comme dans l'exemple 1. Les dimensions choisies de la bande permettent d'obtenir la valeur prédéterminée du coefficient de remplissage de la cavité du tube, qui, en l'occurrence, est de 0,05 (5 %). A partir de l'auget
30 ainsi rempli de charge, on façonne un tube de 5,1 mm de diamètre, que l'on soumet alors à 6 opérations d'étirage pour le réduire à un diamètre de 1,14 mm.

L'étirage est exécuté avec un taux de réduction totale de 95 % et un taux de réduction unitaire de 35 à
35 45 %. L'épaisseur de la gaine métallique du fil obtenu est de 0,25 mm, la densité de la charge est de 3,5 g/cm³.

Pour évaluer les propriétés technologiques et celles

de soudage du fil obtenu, on effectue des essais de soudage et on détermine la teneur en gaz du métal de rechargement de la manière décrite plus haut.

5 Les données caractérisant la teneur en gaz du métal de rechargement sont les suivantes :

azote, %	0,012
oxygène, %	0,065
hydrogène, cm ³ par 100 g de métal de rechargement	7,5.

10 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits, ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci
15 sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de fabrication de fil en poudre, du type consistant à déformer une bande métallique laminée à froid de manière à lui donner la forme d'un auget, à remplir l'auget ainsi obtenu d'une charge en poudre et à le façonner ensuite pour en obtenir un tube que l'on soumet à un étirage multiple, caractérisé en ce que l'auget est rempli de charge de sorte que celle-ci occupe un volume allant de 5 à 65 % du volume de la cavité du tube à façonner, et l'étirage du tube contenant la charge est exécuté de manière que le taux de réduction totale soit de 70 à 95 %, et le taux de réduction unitaire le long de la voie d'étirage, de 20 à 45 %, l'épaisseur (1) et la largeur (2) de la bande métallique étant choisies respectivement de façon que :

$$h = kd \left[1 - \sqrt{\frac{\rho_b \cdot K_r}{K_{r.c.} \cdot \rho_{ch.} + K_r \cdot (\rho_b - K_{r.c.} \cdot \rho_{ch.})}} \right] \quad (1)$$

où :

h est l'épaisseur de la bande métallique ;

k est un coefficient qui dépend du taux de réduction totale de la section du fil rempli de charge, et qui varie de 0,9 à 2,25 ;

d est le diamètre voulu de fil à obtenir ;

ρ_b est la masse spécifique du matériau formant la bande ;

$\rho_{ch.}$ est la masse volumique de la charge ;

K_r est le coefficient de remplissage du fil ;

$K_{r.c.}$ est le coefficient de remplissage de la cavité du tube, qui varie de 0,05 à 0,65

et que :

$$B = (D - h) \pi \quad (2)$$

où :

B est la largeur de la bande métallique ;

D est le diamètre extérieur du tube, qui est égal à 2Kd ;

π est égal à 3,14.

2. Fil en poudre, notamment pour soudage, caractérisé en ce qu'il est obtenu par le procédé faisant l'objet de la revendication 1.