

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 22060**

---

(54) Charge pour fils de soudage en poudre.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). B 23 K 35/36.

(22) Date de dépôt..... 15 octobre 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° 15 du 16-4-1982.

---

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

(72) Invention de : Igor Konstantinovich Pokhodnya et Vladimir Nikolaevich Golovko.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

---

La présente invention concerne les matériaux utilisés pour le soudage à l'arc et a notamment pour objet une charge pour fil de soudage en poudre destiné au soudage d'aciers sous un gaz de protection.

5 L'invention peut s'appliquer avec le plus d'efficacité aux fils en poudre prévus pour le soudage automatique et semi-automatique lorsque le joint soudé occupe une position basse, inclinée ou horizontale sur un plan vertical.

On connaît des charges pour fils de poudre du type à fluorure de calcium, destinés au soudage et au recharge-  
10 ment d'aciers sous gaz carbonique en diverses positions dans l'espace, ces fils se présentant sous la forme d'une gaine d'acier remplie d'une charge pulvérulente constituant le noyau desdits fils. En particulier, on attribue les meilleures qualités technologiques de soudage aux fils en  
15 poudre dont le noyau comporte les ingrédients suivants:  
en % en poids :

|    |                       |    |
|----|-----------------------|----|
|    | concentré de rutile   | 31 |
|    | concentré de fluorine | 16 |
|    | ferro-manganèse       | 9  |
| 20 | ferro-silicium        | 2  |
|    | poudre de fer         | 42 |

(voir brevet de Grande-Bretagne N° 858854).

L'utilisation, pour le soudage de l'acier, de fils en poudre dont le noyau est constitué par une charge ayant la  
25 composition mentionnée permet d'obtenir un métal de soudure raffiné ayant une teneur insignifiante en inclusions non métalliques et une faible teneur en oxygène.

Le résultat en est que le joint soudé se caractérise  
30 par de hautes propriétés plastiques, surtout par sa résilience dans le domaine des températures négatives. Toutefois, la charge mentionnée contient une grande quantité de concentré de fluorine, qui y est introduite pour prévenir la dissolution de l'hydrogène dans le métal de la soudure.

La haute teneur en concentré de fluorine trouve son explication dans le fait qu'il ne fixe pas avec suffisamment d'intensité l'hydrogène, ce dernier se trouvant, pendant le soudage, en grande quantité dans la zone de l'arc et conduisant à l'apparition de pores dans le métal de la soudure. Or, étant donné que le concentré de fluorine contient plus de 90 % en poids de fluorure de calcium, qui est un fort destabilisateur de l'arc, le fil de poudre dont le noyau est constitué par la charge indiquée se caractérise, au cours du soudage, par une forte pulvérisation du métal de l'électrode.

Par "pulvérisation" du métal de l'électrode on entend ici l'éclaboussement des gouttes provenant du fil en poudre ayant fondu durant le soudage.

Il convient de noter que la formation du joint de soudage ne répond pas toujours aux conditions auxquelles doivent satisfaire les structure travaillant en charges alternées. Les soudures sont généralement fort imbriquées et ont une forme bombée, ce qui réduit leur résistance à la fatigue. Aussi, pour augmenter cette dernière, doit-on fournir un travail supplémentaire pour le traitement des soudures.

On connaît des compositions de charges pour fils en poudre, du type à rutile, destinés au soudage et au rechargement d'aciers sous gaz carbonique en différentes positions dans l'espace. En particulier, les meilleures propriétés technologiques de soudage sont celles des fils en poudre dont le noyau est constitué par une charge composée des ingrédients suivants, % en poids :

|    |                        |            |
|----|------------------------|------------|
| 30 | concentré de rutile    | 18 à 38    |
|    | feldspath              | 0,6 à 5    |
|    | fluosilicate de sodium | 0,6 à 2,5  |
|    | ferro-manganèse        | 9,5 à 12,5 |
|    | ferro-silicium         | 0,6 à 1,5  |
| 35 | poudre de fer          | le reste   |

(voir certificat d'auteur URSS N° 285801).

En introduisant dans ladite charge le fluosilicate

de sodium, il devient possible, au cours du soudage, de fixer d'une manière plus intense l'hydrogène présent en grande quantité dans la zone de l'arc, l'influence du fluosilicate de sodium sur la pulvérisation du métal d'électrode étant sans signification. Le fait d'employer des fils en poudre dont les noyaux sont confectionnés avec la charge indiquée permet d'obtenir une soudure caractérisée par une bonne formation (soudure légèrement concave avec passage doux au métal de base). Toutefois, étant donné que le fluosilicate de sodium est un composé hautement toxique, on doit prévoir des mesures de sécurité supplémentaire visant à assurer les conditions hygiéniques normales de la fabrication des fils de soudure confectionnés à partir de ladite charge. D'autre part, le système du laitier des fils de poudre avec les noyaux constitués comme décrit possède une basse basicité, c'est pourquoi le métal rechargé contient une quantité élevée d'oxygène (0,08 % en poids) sous forme d'inclusions non métalliques oxydes, ce qui compromet la résistance de la soudure à la formation de fissures à chaud et déplace le seuil de fragilité à froid vers le domaine des températures élevées.

L'invention vise par conséquent une charge pour les fils en poudre destinés au soudage et au rechargement d'aciers sous un gaz de protection, qui permettrait, grâce à des modifications qualitative et quantitative de sa composition, d'améliorer les qualités technologiques de soudage dudit fil de poudre et d'améliorer les conditions hygiéniques de sa production, ainsi que d'améliorer les propriétés mécaniques du joint soudé dans une large gamme de températures.

Ce problème est résolu en ce que la charge de fils en poudre destinés au soudage et au rechargement d'aciers sous un gaz de protection, du type contenant un concentré de rutile, du ferro-manganèse, du ferro-silicium et du fer, comporte selon l'invention, outre les ingrédients

mentionnés, un concentré de néphéline, un concentré de fluorine et de la cryolithe, les proportions desdites ingrédients étant les suivantes : % en poids :

|    |                        |             |
|----|------------------------|-------------|
|    | concentré de rutile    | 20 à 40     |
| 5  | concentré de fluorine  | 0,6 à 8,5   |
|    | ferro-manganèse        | 13,5 à 18,5 |
|    | ferro-silicium         | 1,6 à 2,7   |
|    | concentré de néphéline | 0,5 à 7     |
|    | cryolithe              | 0,6 à 4,5   |
| 10 | poudre de fer          | le reste.   |

Les fils de poudre dont les noyaux sont confectionnés à partir de la charge proposée possèdent de bonnes propriétés technologiques de soudage, assurent un haut rendement des opérations de soudage et de rechargement d'aciers en position basse, inclinée ou horizontale, sur un plan vertical du joint . La soudure se distingue par une bonne formation, par ses propriétés mécaniques élevées, par sa résistance à la fissuration à chaud et par la basse teneur du métal de la soudure en gaz (oxygène, azote et hydrogène).

L'introduction dans la charge proposée, des quantités indiquées de concentré de néphéline contenant plus de 15 % en poids d'oxygène de sodium et de potassium, assure une haute stabilité de l'arc pendant le soudage étant donné que lesdites oxydes sont de bons stabilisateurs.

Il a été établi qu'une teneur de la charge proposée en concentré de néphéline inférieure à la limite inférieure mentionnée est inadmissible, car cela altère brutalement la stabilité de l'arc et donne lieu à une forte pulvérisation du métal de l'électrode, tandis qu'une teneur supérieure à la limite supérieure indiquée conduit à une dégradation des qualités technologiques du laiteir en augmentant sa viscosité en diminuant son pouvoir de raffinage. Il se produit aussi un retard de la fusion du noyau du fil en poudre par rapport à la fusion de la gaine d'acier dudit fil, ce qui favorise l'accroissement, dans le métal de la soudure, de la quantité d'inclusions non

métalliques constitués par les particules de la charge du noyau qui n'ont pas fondu, ce qui en définitive, conduit à une dégradation considérable des propriétés du métal déposé.

5        Au cours du soudage, il y a une grande quantité d'hydrogène dans la zone de l'arc. Or on sait que l'hydrogène, en se dissolvant dans le métal à de hautes températures, s'en dégage pendant la cristallisation. Etant donné que la vitesse de dégagement de l'hydrogène  
10 n'est pas élevée, des pores se forment dans le métal, il y reste une grande quantité d'hydrogène exerçant une influence défavorable sur les propriétés mécaniques du joint soudé. Pour prévenir la dissolution, dans le métal de la  
15 soudure, de l'hydrogène entraînant la formation de pores, on introduit, dans la charge proposée, de la cryolithe dans les proportions indiquées. Ceci permet d'améliorer considérablement les conditions d'hygiène au cours de la fabrication du fil en poudre, vu que la cryolithe, à la différence du fluosilicate de sodium, n'est pas un composé  
20 toxique.

L'introduction, dans la charge proposée d'une proportion de cryolithe plus basse que la limite inférieure indiquée ne donne pas de résultat, tandis que des proportions supérieures à la limite supérieure indiquée conduit à une  
25 forte dégradation de la stabilité de l'arc et, par conséquent, à une forte pulvérisation du métal de l'électrode.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la  
30 lumière de la description qui va suivre des différents modes de réalisation donnés uniquement à titre non limitatif.

#### Exemple 1

On a utilisé pour le soudage de fils de poudre d'un  
35 diamètre de 2,5 mm (désignés conventionnellement A et B) dont les noyaux ont été confectionnés à partir de la

charge obtenue selon la présente invention. La gaine d'acier de chacun des fils constituait 70 % en poids de la masse totale du fil et avait la composition suivante, % en poids : carbone: 0,05 ; manganèse : 0,20 ;  
 5 silicium : traces ; phosphore : 0,010 ; soufre : 0,010.

Le soudage des échantillons d'acier a été réalisé en positions basse et inclinée par un procédé semi - automatique en courant continu de polarité inversée. Le soudage a été conduit dans les conditions suivantes :

10 courant de soudage 400 à 450 A  
 tension de l'arc 30 à 32 V  
 l'atmosphère de protection était constituée par du gaz carbonique.

L'acier à souder, d'une épaisseur de 20 mm, avait la  
 15 composition suivante, % en poids : carbone : 0,18 ; manganèse : 0,45 ; silicium : 0,20 ; soufre : 0,020 ; phosphore : 0,015; fer : le reste.

Les compositions de la charge à partir de laquelle on été confectionnés les noyaux des fils de poudre  
 20 sont données dans le Tableau 1 ci-dessous .

Tableau 1.

|    | Ingrédients de la charge                                      |          | Fil de poudre |   |
|----|---------------------------------------------------------------|----------|---------------|---|
|    | pour noyaux                                                   |          | A             | B |
| 25 | Composition quantitative de la charge pour noyaux, % en poids |          |               |   |
|    | concentré de rutile                                           | 20       | 28            |   |
|    | concentré de fluorine                                         | 0,6      | 3,2           |   |
| 30 | ferro-manganèse                                               | 13,5     | 15,0          |   |
|    | ferro-silicium                                                | 1,6      | 2,0           |   |
|    | concentré de néphéline                                        | 0,5      | 3,4           |   |
|    | cryolithe                                                     | 0,6      | 3,3           |   |
| 35 | poudre de fer                                                 | le reste | le reste      |   |

Le métal des soudures obtenues en employant des fils de poudre dont les noyaux respectifs étaient constitués par la charge dont les compositions viennent d'être mentionnées, a été soumis à des essais mécaniques portant sur la résilience, l'allongement relatif et la résistance temporaire à la rupture, ainsi qu'à une analyse physico-chimique visant à déterminer la teneur du métal déposé en gaz (oxygène, azote et hydrogène).

Les essais mécaniques du métal des soudures ont été réalisés par les méthodes connues.

La teneur du métal déposé en oxygène, azote et hydrogène résiduel a été déterminée par la méthode connue de fusion sous vide, la teneur en hydrogène de diffusion a été déterminée d'après la norme internationale ISO 3690.

Pour illustrer les avantages des fils de poudre avec des noyaux confectionnés à partir de la charge faisant l'objet de la présente invention, on a comparé les résultats des essais mécaniques des joints de soudure et les résultats de l'analyse physico-chimique de la teneur du métal déposé en gaz aux résultats analogues obtenus en utilisant la solution technique connue (cf. Certificat d'auteur URSS N° 285801).

Les résultats des essais réalisés sont donnés dans les Tableaux 2 et 3.



Tableau 2.

| Fil en poudre                                           | Résistance<br>temporaire<br>à la rupture,<br>$\text{kg/mm}^2$ | Allongement<br>relatif,<br>% |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 1                                                       | 2                                                             | 3                            |
| A                                                       | 54 à 55                                                       | 26 à 28                      |
| B                                                       | 56 à 58                                                       | 27 à 29                      |
| Fil d'après<br>certificat<br>d'auteur URSS<br>N° 285801 | 42 à 46                                                       | 18 à 22                      |

Tableau 2 (suite)

| Résilience (entaille Mesnager), $\text{kgm/cm}^2$ |         |           |         |
|---------------------------------------------------|---------|-----------|---------|
| +20°C                                             | -20°C   | -40°C     | -60°C   |
| 4                                                 | 5       | 6         | 7       |
| 16 à 18                                           | 13 à 14 | 12 à 13   | 11 à 12 |
| 16 à 18                                           | 11 à 13 | 11 à 12   | 10 à 11 |
| 11 à 12                                           | 6 à 7   | 2,5 à 3,0 | -       |

Tableau 3

| 5  | Fil en poudre             | Teneur en gaz<br>% en poids |       | Teneur en hydrogène,<br>cm <sup>3</sup> /100 g |          |                                        |
|----|---------------------------|-----------------------------|-------|------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|
|    |                           | oxygène                     | azote | diffusion                                      | résiduel | total<br>diffu-<br>sion et<br>résiduel |
| 10 | A                         | 0,06                        | 0,007 | 2,8                                            | 2,2      | 5,0                                    |
|    | B                         | 0,07                        | 0,010 | 4,0                                            | 3,0      | 7,0                                    |
|    | Fil d'après<br>certificat |                             |       |                                                |          |                                        |
| 15 | d'auteur                  |                             |       |                                                |          |                                        |
|    | URSS                      |                             |       |                                                |          |                                        |
|    | N° 285801                 | 0,08                        | 0,012 | 4,0                                            | 4,0      | 8,0                                    |

Il ressort du Tableau 2 que le métal des soudures  
 20 obtenues en utilisant les fils de poudre A et B, possède  
 des qualités mécaniques meilleures que celui de la  
 soudure obtenue en employant le fil de poudre réalisé  
 selon le certificat d'auteur URSS N° 285801.

D'autre part, les fils en poudre dont le noyau est  
 25 fabriqué à partir de la charge conforme à l'invention  
 assurent une bonne formation des joints de soudure.

#### Exemple 2.

On a utilisé pour le soudage un fil de poudre d'un  
 diamètre de 2,5 mm dont le noyau a été confectionné à  
 30 partir de la charge obtenue selon la présente invention.  
 La gaine d'acier de ce fil constituait 70 % en poids de la  
 masse totale du fil et avait la composition suivante, %  
 en poids : carbone : 0,08 ; manganèse : 0,30 ; silicium :  
 0,12 % ; phosphore : 0,030 ; soufre : 0,030.

35 Le soudage des échantillons d'acier a été réalisé  
 en position basse par le procédé semi-automatique

en courant continu de polarité inversée. Le soudage a été conduit dans les conditions suivantes :

courant de soudage 400 à 450 A

tension de l'arc 30 à 32 V

- 5 L'atmosphère de protection était constituée par un mélange de gaz carbonique et d'oxygène dans le rapport pondéral de 0,7: 0,3.

L'acier à souder, d'une épaisseur de 20 mm, avait la composition suivante, % en poids : carbone : 0,18 ; manganèse : 0,45 ; silicium 0,20 ; soufre : 0,020 ; phosphore : 0,015 ; fer : le reste.

Ci-dessous est donnée la composition de la charge ayant servi à la fabrication du noyau dudit fil de poudre, % en poids :

|    |                        |           |
|----|------------------------|-----------|
| 15 | concentré de rutil     | 36        |
|    | concentré de fluorine  | 5,8       |
|    | ferro-manganèse        | 17,0      |
|    | ferro-silicium         | 2,5       |
|    | concentré de néphéline | 6,3       |
| 20 | cryolithe              | 4,5       |
|    | poudre de fer          | le reste. |

- Le métal de la soudure obtenue à l'aide du fil de poudre dont le noyau était fabriqué à partir de la charge proposée a été soumis à des essais mécaniques portant
- 25 sur la résilience, l'allongement relatif et la résistance temporaire à la rupture, ainsi qu'à une analyse physico-chimique visant à déterminer la teneur du métal déposé en gaz (oxygène, azote et hydrogène).

- Les essais mécaniques du métal de la soudure ont été
- 30 effectués par les méthodes connues.

Les teneurs du métal rechargé en oxygène, azote et hydrogène résiduel ont été déterminées par la méthode connue de fusion sous vide, celle en hydrogène de diffusion a été déterminée d'après la norme internationale ISO 3690.

- 35 Ci-dessous sont donnés les résultats des essais exécutés :

|    |                                                                                     |         |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|    | résistance temporaire à la rupture, $\text{kg/mm}^2$                                | 58 à 62 |
|    | allongement relatif, %                                                              | 26 à 28 |
|    | résilience (entaille Mesnager),<br>$\text{kgm/cm}^2$ , +20°C                        | 13 à 14 |
| 5  | -20°C                                                                               | 9 à 10  |
|    | -40°C                                                                               | 8 à 9   |
|    | -60°C                                                                               | 6 à 7   |
|    | teneur en oxygène, % en poids                                                       | 0,05    |
|    | teneur en azote, % en poids                                                         | 0,008   |
| 10 | teneur en hydrogène de diffusion, $\text{cm}^3/100 \text{ g}$                       | 3,2     |
|    | teneur en hydrogène résiduel, $\text{cm}^3/100 \text{ g}$                           | 2,8     |
|    | teneur totale en hydrogène de diffusion<br>et résiduel, $\text{cm}^3/100 \text{ g}$ | 6,0.    |

D'autre part, les fils de poudre dont le noyau est  
15 fabriqué à partir de la charge conforme à l'invention  
assurent une bonne formation des joints soudés.

### Exemple 3

On a utilisé pour le soudage des fils de poudre d'un  
diamètre de 2,2 mm (désignés conventionnellement A et  
20 B), dont les noyaux ont été fabriqués à partir de la  
charge conforme à l'invention. La gaine d'acier de  
chacun des fils constituait 74 % en poids de la masse  
totale du fil et avait la composition suivante, % en  
poids : carbone : 0,06 ; manganèse : 0,30 ; silicium :  
25 0,10 ; phosphore : 0,010 ; soufre 0,010.

Le soudage des échantillons d'acier a été effectué  
sur un plan vertical (joint soudé horizontal) par le  
procédé semi-automatique en courant continu de polarité  
inversée. Le soudage a été conduit dans les conditions  
30 suivantes :

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| courant de soudage | 350 à 400 A |
| tension de l'arc   | 29 à 30 V.  |

L'atmosphère de protection était constituée par  
un mélange de gaz carbonique et d'oxygène dans le rapport  
35 pondérale de 0,7 : 0,3.

L'acier à souder, d'une épaisseur de 20 mm, avait la  
composition suivante, % en poids : carbone : 0,18 :

manganèse : 0,45 ; silicium : 0,20 ; soufre : 0,020 ;  
phosphore : 0,015 ; fer : le reste.

Les compositions de la charge à partir de laquelle  
on a confectionné les noyaux des fils de poudre sont  
5 données dans le Tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4

| Ingrédients de la charge pour noyau |                                                              | Fil de poudre |          |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------|----------|
| A                                   |                                                              | B             |          |
| 10                                  | Composition quantitative de la charge pour noyau, % en poids |               |          |
| <hr/>                               |                                                              |               |          |
|                                     | concentré de rutil                                           | 32            | 40       |
|                                     | concentré de fluorine                                        | 4,6           | 8,5      |
| 15                                  | ferro-manganèse                                              | 16,3          | 18,5     |
|                                     | ferro-silicium                                               | 2,2           | 2,7      |
|                                     | concentré de néphéline                                       | 4,0           | 7,0      |
|                                     | cryolithe                                                    | 2,7           | 4,5      |
|                                     | poudre de fer                                                | le reste      | le reste |
| 20                                  |                                                              |               |          |

Le métal des soudures obtenues à l'aide des fils de  
poudre dont le noyau était constitué de la charge conforme  
à l'invention a été soumis à des essais mécaniques portant  
sur la résilience, l'allongement relatif et la résistance tempo-  
25 raire à la rupture, ainsi qu'à une analyse physico-chimique  
visant à déterminer la teneur du métal déposé en gaz  
(oxygène , azote et hydrogène).

Les essais mécaniques des soudures ont été réalisés  
par les méthodes connues.

30 Les teneurs du métal déposé en oxygène, azote et  
hydrogène résiduel ont été déterminées par la méthode  
connue de fusion sous vide, la teneur en hydrogène de  
diffusion l'a été d'après la norme internationale ISO 3690.

Les résultats des essais exécutés sont donnés dans  
les Tableaux 5 et 6.

Tableau 5.

| Fil de poudre | Résistance<br>temporaire<br>à la rupture<br>kg/mm <sup>2</sup> | Allongement<br>relatif, % |
|---------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1             | 2                                                              | 3                         |
| A             | 52 à 55                                                        | 29 à 31                   |
| B             | 58 à 62                                                        | 24 à 26                   |

Tableau 5 (suite)

| Résilience (entaille Mesnager), kgm/cm <sup>2</sup> |         |         |        |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|--------|
| +20°C                                               | -20°C   | -40°C   | -60°C  |
| 4                                                   | 5       | 6       | 7      |
| 18 à 19                                             | 14 à 15 | 11 à 12 | 8 à 10 |
| 15 à 16                                             | 11 à 12 | 8 à 9   | 6 à 7  |

Tableau 6

| Fil de poudre | Teneur en gaz<br>% en poids |       | Teneur en hydrogène,<br>cm <sup>3</sup> /100 g |          |                                        |
|---------------|-----------------------------|-------|------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|
|               | oxygène                     | azote | diffusion                                      | résiduel | total<br>diffu-<br>sion et<br>résiduel |
| A             | 0,05                        | 0,007 | 2,5                                            | 2,2      | 4,7                                    |
| B             | 0,05                        | 0,008 | 3,2                                            | 2,8      | 6,0                                    |

Les fils de poudre dont le noyau est constitué de la charge conforme à l'invention permettent d'obtenir une bonne formation de la soudure.

Exemple 4

5 On a utilisé pour le soudage un fil de poudre d'un diamètre de 2,2 mm dont le noyau était fabriqué à partir de la charge conforme à l'invention. La gaine d'acier de ce fil constituait 74 % en poids de la masse totale du fil et avait la composition suivante, % en poids :

10 carbone : 0,08 ; manganèse : 0,030 ; silicium : 0,12 ; phosphore : 0,030 ; soufre : 0,030.

Le soudage des échantillons d'acier était réalisé sur un plan vertical (soudure horizontale) par le procédé semi-automatique en courant continu de polarité inverse.

15 Les conditions du soudage étaient les suivantes :

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| courant de soudage | 350 à 400 A |
| tension de l'arc   | 29 à 30 V.  |

L'atmosphère de protection était constituée par le gaz carbonique. L'acier à souder d'une épaisseur de 20 mm

20 avait la composition suivante, % en poids : carbone : 0,018 ; manganèse : 0,45 ; silicium 0,20 ; soufre : 0,020 ; phosphore : 0,015 ; fer : le reste.

Ci-dessous est donnée la composition de la charge ayant servi à la confection du noyau du fil en poudre considéré

25 en poids :

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| concentré de rutile       | 23        |
| concentré de fluorine     | 0,8       |
| ferro-manganèse           | 15,5      |
| ferro-silicium            | 1,8       |
| 30 concentré de néphéline | 1,0       |
| cryolithe                 | 1,0       |
| poudre de fer             | le reste. |

Le métal de la soudure obtenue à l'aide du fil de poudre dont le noyau était fabriqué à partir de la charge

35 conforme à l'invention a été soumis à des essais mécaniques portant sur la résilience, l'allongement relatif

et la résistance temporaire à la rupture, ainsi qu'à une analyse physico-chimique visant à déterminer la teneur du métal déposé en gaz (oxygène, azote et hydrogène).

5 Les essais mécaniques du métal de la soudure ont été effectués par les méthodes connues.

La teneur du métal rechargé en oxygène, azote et hydrogène résiduel a été déterminée par la méthode connue de fusion sous vide, la teneur en hydrogène de diffusion 10 l'ayant été d'après la norme internationale ISO 3690.

Pour illustrer les avantages du fil en poudre à noyau fabriqué à partir de la charge conforme à l'invention, on a procédé à une comparaison entre, d'une part, les résultats des essais mécaniques de la soudure et ceux 15 de l'analyse physico-chimique visant à déterminer la teneur du métal déposé en gaz, et d'autre part, les résultats analogues obtenus en utilisant la solution technique connue (certificat d'auteur URSS N° 285801).

Les résultats desdits essais font l'objet des 20 Tableaux 7 et 8.

Tableau 7

| 25 | Fil de poudre                              | Résistance temporaire à la rupture, $\text{kg/mm}^2$ | Allongement relatif, % |
|----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------|
|    | 1                                          | 2                                                    | 3                      |
| 30 | Conforme à l'invention                     | 52 à 54                                              | 26 à 28                |
|    | D'après certificat d'auteur URSS N° 285801 | 42 à 46                                              | 18 à 22                |

35



Tableau 7 (suite)

| Résilience (entaille Mesnager), kgm/cm <sup>2</sup> |         |         |         |         |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                                                     | +20°C   | -20°C   | -40°C   | -60°C   |
|                                                     | 4       | 5       | 6       | 7       |
| 5                                                   | 17 à 18 | 13 à 14 | 11 à 12 | 10 à 11 |
| 10                                                  | 11 à 12 | 6 à 7   | 2,5 à 3 | -       |

Tableau 8

|    | Fil de poudre               | Teneur en gaz, % en poids |       | Teneur en hydrogène, cm <sup>3</sup> / 100 g |          |                             |
|----|-----------------------------|---------------------------|-------|----------------------------------------------|----------|-----------------------------|
|    |                             | oxygène                   | azote | diffusion                                    | résiduel | total diffusion et résiduel |
| 15 | Conforme à l'invention      | 0,08                      | 0,007 | 2,8                                          | 2,2      | 5,0                         |
| 20 | D'après certificat d'auteur |                           |       |                                              |          |                             |
| 25 | URSS N° 285801              | 0,08                      | 0,012 | 4,0                                          | 4,0      | 8,0                         |

30 Le Tableau 7 montre que la soudure obtenue à l'aide du fil en poudre dont le noyau est fabriqué à partir de la charge conforme à l'invention possède des qualités mécaniques meilleures que la soudure réalisée au moyen du fil en poudre à noyau confectionné selon le certificat d'auteur URSS N° 285801.

Exemple 5 ( négatif)

Le soudage a été réalisé pour l'essentielle comme décrit dans l'exemple 2. On a seulement employé un fil en poudre dont le noyau était fabriqué à partir de la charge dont les ingrédients étaient introduits en quantités plus faibles que la limite inférieure revendiquée. Le diamètre dudit fil était de 2,5 mm. La gaine d'acier du fil constituait 70 % en poids de la masse totale du fil et avait la composition suivante, % en poids : carbone : 0,08; manganèse : 0,23 ; silicium : 0,09; phosphore ; 0,010; soufre: 0,010. Le soudage a été conduit dans les conditions suivantes :

|    |                    |             |
|----|--------------------|-------------|
|    | courant de soudage | 400 à 450 A |
| 15 | tension de l'arc   | 30 à 32 V.  |

Ci-dessous est donnée la composition de la charge ayant servi à la confection du fil de poudre:

|    |                        |          |
|----|------------------------|----------|
|    | concentré de rutil     | 18       |
|    | concentré de fluorine  | 0,5      |
| 20 | ferro-manganèse        | 13,0     |
|    | ferro-silicium         | 1,4      |
|    | concentré de néphéline | 0,3      |
|    | cryolithe              | 0,5      |
| 25 | poudre de fer          | le reste |

Les résultats des essais mécaniques qu'on a fait subir au joint soudé ainsi obtenu ont été les suivants :

|    |                                                        |         |
|----|--------------------------------------------------------|---------|
|    | résistance temporaire à la rupture, kg/mm <sup>2</sup> | 47 à 48 |
|    | allongement relatif, %                                 | 24 à 25 |
| 30 | résilience (entaille Mesnager, kgm/cm <sup>2</sup> ,   |         |
|    | à +20°C                                                | 12 à 13 |
|    | -20°C                                                  | 5 à 6   |
|    | -40°C                                                  | 3 à 4   |
|    | -60°C                                                  | -       |

35 Les résultats cités des essais mécaniques montrent que le fil de poudre à noyau composé comme décrit ci-dessus, donne un joint soudé dont les propriétés mécaniques, surtout la résilience sont altérées, un tel

joint donne lieu facilement à la formation de pores et de fissures. D'autre part, la stabilité de l'arc est compromise, il y a augmentation de la pulvérisation du métal de l'électrode.

5      Exemple 6. (négatif).

Le soudage a été réalisé pour l'essentiel comme décrit dans l'exemple 1. Toutefois, on a utilisé un fil en poudre dont le **noyau** était fabriqué à partir de la charge dont la plupart des ingrédients étaient introduits  
10 dans les proportions dépassant les limites supérieures revendiquées. Le diamètre de ce fil était de 2,5 mm. La gaine d'acier dudit fil constituait 70 % en poids de la masse totale du fil et avait la composition suivante,  
% en poids: carbone: 0,08 ; manganèse : 0,30; silicium:  
15 0,12 ; soufre : 0,30; phosphore : 0,030. Le soudage a été conduit dans les conditions suivantes :

|                    |             |
|--------------------|-------------|
| courant de soudage | 400 à 450 A |
| tension de l'arc   | 30 à 32 V.  |

La composition de la charge utilisée pour la confec-  
20 tion du fil de poudre employé dans cet essais était la suivante :

|                        |       |
|------------------------|-------|
| concentré de rutil     | 40,5  |
| concentré de fluorine  | 8,6   |
| ferro-manganèse        | 18,7  |
| 25 ferro-silicium      | 2,8   |
| cencentré de néphéline | 7,5   |
| cryolithe              | 4,6   |
| poudre de fer          | 17,3. |

Ci-dessous sont donnés les résultats des essais  
30 mécaniques auxquels on a soumis le joint soudé :

|                                                        |         |
|--------------------------------------------------------|---------|
| résistance temporaire à la rupture, kg/mm <sup>2</sup> | 65 à 70 |
| allongement relatif, %                                 | 19 à 20 |
| résilience (entaille Mesnager, kgm/cm <sup>2</sup> ,   |         |
| à +20°C                                                | 10 à 12 |
| 35 -20°C                                               | 4 à 5   |
| - 40°C                                                 | 2 à 4   |
| -60°C                                                  | -       |

L'utilisation, pour le soudage du fil en poudre confectionné à partir de la charge mentionnée, permet d'accroître considérablement la résistance mécanique du métal de la soudure, mais en même temps on constate  
5 une réduction de sa plasticité, surtout de sa résilience à des températures négatives. On constate aussi une mauvaise formation du joint.

Bien entendu l'invention n'est nullement limitée aux  
10 exemples 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 exemples décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci 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. Charge pour fils de soudage en poudre destinés au soudage et au rechargement d'aciers sous gaz de protection du type comportant un concentré de rutile, du ferro-manganèse, du ferro-silicium et une poudre de fer caractérisée en ce qu'outre lesdits ingrédients, elle contient un concentré de néphéline, un concentré de fluorine et de la cryolithe.

2. Charge pour fils en poudre suivant la revendication 1, caractérisée par la composition suivante, % en poids :

|    |                        |             |
|----|------------------------|-------------|
| 10 | concentré de rutile    | 20 à 40     |
|    | concentré de fluorine  | 0,6 à 8,5   |
|    | ferro-manganèse        | 13,5 à 18,5 |
|    | ferro-silicium         | 1,6 à 2,7   |
|    | concentré de néphéline | 0,5 à 7     |
| 15 | cryolithe              | 0,6 à 4,5   |
|    | poudre de fer          | le reste .  |