

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

②①

**N° 80 20944**

---

⑤④ Procédé de soudage en bout par étincelage et produits soudés obtenus par ledit procédé.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). B 23 K 11/04.

②② Date de dépôt..... 30 septembre 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° 13 du 2-4-1982.

---

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

⑦② Invention de : V. K. Lebedev, S. I. Kuchuk-Yatsenko, V. G. Krivenko, M. V. Bogorsky, V. T.  
Cherednichok, A. A. Toldin et V. A. Sakharov.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

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

---

La présente invention concerne le soudage et a notamment pour objet un procédé de soudage en bout par étincelage. L'invention peut être utilisée en particulier pour le soudage en bout par étincelage de produits ayant une grande  
5 section transversale.

On connaît largement, dans la pratique du soudage, le procédé de soudage en bout par étincelage continu, dans lequel le tablier de la soudeuse se déplace, au cours de l'étincelage, à une vitesse soit constante, soit croissante.

10 Malgré son rendement électrique élevé, le champ d'application de ce procédé est limité par le type des matériaux à souder, par les dimensions et la forme de la section transversale des pièces à souder.

En pratique, ce procédé est utilisé principalement pour  
15 souder des structures minces en tôle et des pièces de section faible compacte.

L'inconvénient essentiel de ce procédé, qui restreint son champ d'application, réside dans la diminution continue du rendement thermique initial élevé du processus d'étin-  
20 celage, que l'on constate au fur et à mesure de l'échauffement des pièces à souder, ce qui conduit à une baisse de la vitesse de mise en température de celles-ci. Aussi, pour obtenir la zone de réchauffement voulue des bouts des pièces à souder, faut-il faire fondre une plus grande quantité de  
25 métal. Le fait que le rendement thermique soit réduit provoque de grandes difficultés lors du soudage de pièces constituées par un matériau présentant une basse conductibilité thermique, ainsi que de pièces à parois épaisses et de section compacte, étant donné qu'au cours du soudage de pareil-  
30 les pièces le rendement thermique baisse plus rapidement.

On connaît aussi un procédé de soudage en bout par étincelage, selon lequel on rapproche et on écarte à plusieurs reprises les pièces à souder (voir brevets Grande Bretagne N° 1153002, N° 984296), ou bien on communique un mouvement  
35 d'oscillation à l'une des pièces à souder (voir brevet Japon N° 2162). D'après ce procédé de soudage, dans la phase de mise en température, les pièces à souder sont ani-

mées uniquement d'un mouvement de va-et-vient sans se rapprocher d'une façon continue. L'inconvénient de ce procédé de soudage réside dans son bas rendement électrique, sans parler de la nécessité où l'on est mis d'employer des soudeuses de grande puissance électrique. Ce procédé exige une  
5 préparation soignée des bouts des pièces à souder pour assurer leur mise en température uniforme. Cependant, aussi minutieux que soit l'ajustage des bouts des pièces à souder, ce procédé ne permet pas d'exclure l'irrégularité de leur  
10 réchauffage suivant leur section.

Or l'irrégularité de mise en température des pièces à souder se traduit par des défauts du joint soudé, tels que, par exemple, fusion incomplète ou taches dépolies.

On connaît également un procédé de soudage en bout par  
15 étincelage, selon lequel le tablier de la soudeuse se déplace à une vitesse soit constante, soit croissante, et est animé en même temps d'oscillations suivant une direction correspondant à celle de son mouvement (voir certificat d'auteur URSS N° 226052, brevets Grande Bretagne N° 1162073,  
20 RFA N° 1615324, France N° 1517114). La combinaison du rapprochement ininterrompu des pièces à souder et de la vibration simultanée de l'une d'elles permet d'obtenir une augmentation considérable du courant de soudage, du rendement thermique au cours du soudage, par comparaison avec le pro-  
25 cédé de soudage par étincelage continu sans vibration que l'on vient d'examiner. Grâce à ces avantages, le procédé en question permet de souder des pièces à parois épaisses et compactes à grande section transversale, ainsi que des pièces en matériaux ayant une basse conductibilité thermique.

30 L'inconvénient de ce procédé de soudage consiste en ce qu'à l'étape initiale du soudage, au cours d'un temps déterminé, tant que les bouts des pièces à souder sont froids ou peu réchauffés, le processus d'étincelage se caractérise par une intensité de courant proche du courant de court-circuit,  
35 par une perte de puissance pour la mise en température du circuit secondaire du transformateur de soudage, et par un

bas rendement électrique. En cas de soudage de pièces de grande épaisseur ou de grande section, on constate aussi une augmentation de la durée de cette étape initiale, de faible efficacité, du soudage.

- 5 L'invention vise donc un procédé de soudage en bout par étincelage, permettant de réduire la puissance consommée, d'augmenter la vitesse de mise en température des pièces à souder et, par conséquent, d'accroître le rendement du soudage.
- 10 Ce problème est résolu du fait que, suivant le procédé proposé de soudage en bout par étincelage, le soudage par étincelage jusqu'à l'écrasement (refoulement) des pièces est réalisé en deux étapes : à la première étape, on fait fondre les pièces de façon ininterrompue, c'est-à-dire qu'on
- 15 les rapproche de façon ininterrompue, on mesure le courant d'étincelage, la puissance, la durée de l'étincelage et/ou la longueur du tronçon fondu et, lorsque l'un de ces paramètres atteint la valeur voulue correspondant au chauffage de la couche voisine de la zone de contact jusqu'à 650 à
- 20 800°C, on procède à la seconde étape consistant à communiquer à au moins l'une des pièces des mouvements oscillatoires pendant leur rapprochement.

Un tel procédé assure une diminution de la puissance consommée et une augmentation de la vitesse de mise en température, du fait que la combinaison du rapprochement ininterrompu des pièces avec la vibration simultanée de l'une d'elles provoque un changement (un accroissement) de la surface de contact des pièces à souder et, par conséquent, un changement (une diminution) de la résistance au point ou aux

30 points de contact, ce qui donne une augmentation sensible du courant de soudage. Le résultat en est qu'il n'y a que les contacts de faible surface qui explosent, ce qui veut dire que moins de métal réchauffé est projeté de la zone de soudage, ce qui donne un accroissement du rendement thermique

35 en comparaison du procédé de soudage par étincelage continu sans vibration.

On peut commencer l'étape de rapprochement avec oscil-

lations au bout d'un temps constituant 0,2 à 0,3 de la durée totale du soudage à compter du début de la fusion, ou bien on peut commencer cette étape après que les bouts des pièces aient fondu au total de 0,2 à 0,3 de leur épaisseur.

5 Les valeurs relatives du courant, de la puissance, de la durée et de la surépaisseur, qui seront indiquées dans la suite de la présente description, ont été établies par les auteurs de l'invention à la suite de multiples soudages d'essai de pièces ayant diverses sections et fabriquées en di-  
10 vers matériaux.

Le procédé de soudage proposé peut être réalisé également de telle façon qu'à la seconde étape du rapprochement des pièces à souder on fait cesser les oscillations avant le début de l'écrasement des pièces, après que les bouts des  
15 pièces aient fondu d'une valeur de 0,5 à 0,7 fois celle de la surépaisseur totale de soudage, ou bien 5 à 10 secondes avant le début de l'écrasement.

Le procédé revendiqué consiste en ce qui suit.

On rapproche d'une façon ininterrompue les pièces à  
20 souder, serrées dans les mors de la soudeuse, et mises sous tension. A l'étape initiale du soudage, quand les bouts des pièces à souder sont encore froids, le rendement thermique de la fusion est élevé. Le courant de soudage et la puissance consommée correspondent aux valeurs optimales. Au fur  
25 et à mesure du réchauffage des bouts des pièces, la durée des points de contacts individuels se formant sur les bouts des pièces pendant la fusion diminue, les projections de métal surchauffé sous forme d'étincelles augmentent et l'énergie utilisée pour le chauffage des pièces diminue, ce qui  
30 réduit le rendement thermique de la fusion. L'état thermique des bouts des pièces à souder est caractérisé par des paramètres indirects tels que le courant de soudage ou la puissance consommée.

Les expériences réalisées ont révélé que lors du sou-  
35 dage de pièces à l'aide d'une soudeuse et à un régime de

5 soudage déterminé, les valeurs du courant de soudage et de la puissance consommée correspondent à un état thermique déterminé des pièces à souder.

Par conséquent, en mesurant le courant de soudage ou la puissance consommée au cours du soudage des pièces par étin-  
10 celage, on contrôle l'état thermique des bouts des pièces. Au fur et à mesure que les pièces s'échauffent, le courant de soudage et la puissance diminuent. Quand le courant ou la puissance a baissé jusqu'à une valeur comprise entre  $2/3$  et 50 % de sa valeur initiale, on commence la seconde étape de  
15 rapprochement, au cours de laquelle on communique à l'une des pièces un mouvement d'oscillation suivant la direction de son mouvement, en plus du mouvement de rapprochement ininterrompu des pièces.

C'est ainsi que lors du soudage de rails d'un poids de  
20 65 kg/m, le courant mesuré dans le circuit primaire du transformateur de soudage au début de la première étape (soudage par étincelage ininterrompu sans vibration) constitue 200 à 250 A. Au fur et à mesure de l'échauffement des bouts des rails le courant baisse. Quand son intensité a atteint 100  
25 à 150 A, on commence la seconde étape (étincelage ininterrompu avec vibration).

Dès le début des oscillations de l'une des pièces le courant de soudage croît jusqu'à une intensité de 400 à 500 A, les projections de métal surchauffée diminuent, le chauffage des pièces  
30 s'intensifie, le rendement thermique augmente de 1,5 à 2 fois.

Lors du soudage de tubes de grand diamètre, le courant dans le circuit primaire du transformateur au début de la première étape du soudage constitue près de 1000 A. Au fur et à mesure de la mise à la température des bouts des tubes, ce  
35 courant diminue, et quand il a atteint une valeur de l'ordre de 600 A, on commence la seconde étape. Il s'ensuit que le courant de soudage et la puissance augmentent sensiblement

de 2 ou 3 fois, ce qui permet d'intensifier le chauffage.

Dans certains cas, pour simplifier la commande du soudage, on peut commencer l'étape de rapprochement avec vibration en fonction du temps de soudage par étincelage ou 5 de la valeur de déplacement du tablier de la soudeuse.

Dans le premier cas, on contrôle la durée du soudage et on commence l'étape du rapprochement avec vibration au bout d'un temps constituant sensiblement 0,2 à 0,3 fois la durée totale du soudage.

10 Par exemple, en cas de soudage de tubes de grand diamètre, on termine la première étape 50 secondes après le début du soudage, la durée totale du soudage étant de 180 secondes.

Dans l'autre cas, on contrôle le déplacement des pièces 15 et on commence l'étape de rapprochement avec vibration après que les bouts des pièces ont fondu d'une valeur allant sensiblement de 0,2 à 0,3 fois celle de leur épaisseur.

Ainsi, en cas de soudage de tubes ayant une épaisseur de paroi de 20 mm, on réalise la première étape du soudage 20 dans la zone des 5 premiers millimètres de course de la partie mobile de la soudeuse à compter de l'instant de début de l'étincelage. Ensuite on passe à la seconde étape du soudage : étincelage continu avec vibration. Ayant obtenu la température voulue des pièces avant l'écrasement, on réalise 25 le rapprochement des pièces à une vitesse croissante.

Le procédé proposé prévoit le rapprochement des pièces aussi bien sans oscillations de l'une d'elles qu'avec des oscillations poursuivies jusqu'au début de l'écrasement.

Les oscillations sont arrêtées avant le début de l'é- 30 crasement lorsque les bouts des pièces ont fondu d'une valeur totale de 0,5 à 0,7 fois celle de la surépaisseur totale de soudage ou bien 5 à 15 secondes avant le début de l'écrasement.

Ainsi, par exemple, en cas de soudage de rails d'un poids de 65 kg/m, on a interrompu les oscillations, au cours de la

seconde étape, au 1<sup>4</sup>ème millimètre de fusion. La surépaisseur totale de fusion était de 20 mm.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits qui n'ont été donnés qu'à titre  
5 d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens 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. Procédé de soudage en bout par étincelage, du type dans lequel, durant la fusion par étincelage, on rapproche les pièces l'une de l'autre d'une façon ininterrompue tout en communiquant à au moins l'une d'elles des oscillations  
5 suivant une direction correspondant à celle dudit rapprochement, puis on procède à l'écrasement des bouts des pièces, caractérisé en ce qu'on réalise la fusion par étincelage en deux étapes, dont la première consiste à faire fondre les pièces d'une manière ininterrompue et à mesurer un paramètre  
10 de soudage tel que, notamment, la durée de la fusion par étincelage, le courant d'étincelage, la puissance consommée et/ou la longueur fondue, puis, lorsque l'un desdits paramètres a atteint une valeur prédéterminée correspondant au chauffage de la zone adjacente à la ligne de contact jusqu'à  
15 une valeur de 650 à 800°C, on commence la seconde étape consistant à communiquer à au moins l'une des pièces lesdites oscillations.

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on réalise la seconde étape d'étincelage à partir  
20 du moment où le courant de soudage ou la puissance a atteint une valeur de, sensiblement, 66 à 50 % de leur valeur initiale durant l'étincelage.

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on commence la seconde étape au bout d'un intervalle  
25 de temps compris sensiblement entre 20 et 30 % de la durée totale du soudage.

4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on commence la seconde étape lorsque les bouts des pièces ont fondu d'une valeur totale de, sensiblement, 20 à  
30 30 % de leur épaisseur.

5. Procédé suivant l'une des revendications 1 et 4,

caractérisé en ce qu'au cours de la seconde étape de l'étincelage, on fait cesser les oscillations avant le début de l'écrasement des bouts des pièces, lorsque lesdits bouts ont fondu d'une valeur totale comprise entre 50 et 70 % de  
5 la surépaisseur totale de soudage.

6. Assemblages soudés de pièces, caractérisés en ce qu'ils sont obtenus par étincelage conformément au procédé faisant l'objet de l'une des revendications 1 à 5.