

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

①1 N° de publication :

**2 632 223**

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national :

**89 04830**

⑤1 Int Cl<sup>4</sup> : B 23 K 9/18, 9/225, 9/32.

①2

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 12 avril 1989.

③0 Priorité : SU, 6 juin 1988, n° 4429057.

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 49 du 8 décembre 1989.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *INSTITUT ELEKTROSVARKI IMENI E.O.  
PATONA AKADEMII NAUK UKRAINSKOI SSR. — SU.*

⑦2 Inventeur(s) : Boris Evgenievich Paton ; Vladimir Vladi-  
mirovich Podgaetsky ; Pavel Alexandrovich Varenchuk ;  
Nikolai Timofeevich Privalov ; Vladimir Illarionovich Gal-  
nich ; Valentin Deonisovich Kovalev ; Yaroslav Alexeevich  
Romanenko.

⑦3 Titulaire(s) :

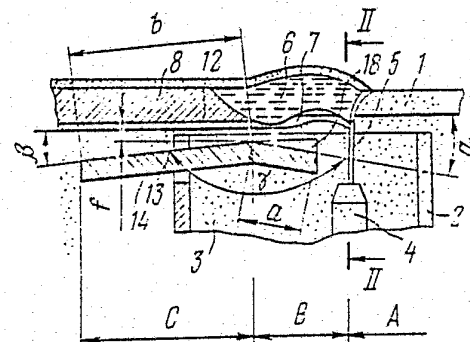
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Weinstein.

⑤4 Procédé de soudage à l'arc au plafond sous flux et dispositif pour sa mise en œuvre.

⑤7 L'invention concerne un procédé de soudage à l'arc au  
plafond sous flux.

Le procédé selon l'invention consiste à amener, par en  
dessous, le flux 3 au joint à souder, à amener également, par  
en dessous, une électrode consommable 5 traversant le flux et  
à allumer l'arc; le bain de soudage 6 se forme avec une  
couche de laitier liquide; au soudage du joint, le flux 3 est  
amené dans une zone A avant l'arc, par rapport à la soudure 8  
en formation, sous une pression constante et dans la zone B  
du fonctionnement de l'arc et du bain de soudage 6, la  
pression est transmise à travers une couche de flux 3 et une  
couche de laitier liquide et la majeure partie du flux 3 est  
amenée sous pression dans la zone de formation du bain de  
soudage 6; la pression est progressivement augmentée jusqu'à  
une valeur maximale en assurant sa répartition à la limite de la  
zone du début de cristallisation de la soudure 8 et en la  
maintenant constante sur toute l'étendue de la limite de cris-  
tallisation; ensuite, la cristallisation et la formation de la sou-  
dure 8 sont effectuées.

L'invention s'applique notamment au soudage de joints lon-  
gitudinaux et de joints circulaires tournants.



FR 2 632 223 - A1

D

La présente invention concerne la technique, la  
technologique et l'équipement du soudage à l'arc et a no-  
tamment pour objet un procédé de soudage à l'arc au pla-  
fond sous flux ainsi qu'un dispositif pour sa mise en  
5 oeuvre.

Il est avantageux d'utiliser la présente inven-  
tion pour souder des joints longitudinaux et des joints  
circulaires tournants lors de la fabrication d'articles  
à partir de tôles de différentes épaisseurs qu'il faut  
10 assembler par soudage.

Pour la réalisation de structures soudées, une  
partie importante des travaux est due au soudage des joints  
circulaires tournants d'articles creux dans lesquels l'ac-  
cès aux joints à souder du côté intérieur est limité. Par-  
15 mi ces joints, figurent les joints circulaires des réci-  
pients, des réservoirs et des corps creux, les joints  
circulaires des conduites, les joints de montage et les  
joints longitudinaux du bordé du revêtement extérieur des  
coques des navires, les joints longitudinaux d'articles  
20 de grande surface, dont le retournement en position com-  
mode pour le soudage est difficile. Parmi ces joints figu-  
rent également des joints d'articles plats, de segments,  
de sections trimensionnelles et plates ainsi que d'autres  
structures.

Le procédé de soudage à l'arc au plafond sous  
flux est caractérisé en ce que, comparativement au soudage  
sous flux à plat, l'électrode consommable et le bain de  
soudage sont en position pour ainsi dire retournée de 180°.  
Le flux et l'électrode sont amenés à l'article à souder  
30 dans la direction du bas en haut, c'est-à-dire comme si  
le soudage s'effectuait au plafond, l'électrode étant amenée  
à travers un flux compacté.

C'est pourquoi ce mode de soudage sera nommé, ici  
et dans la description qui va suivre, "soudage à l'arc au  
35 plafond sous flux".

Un tel mode de soudage est également nommé "pro-

cedé de soudage à l'arc submergé au plafond" car l'axe se trouve plongé dans une couche de métal.

Par ce mode de soudage, on obtient des soudures dites "soudures au plafond".

5 Les soudures au plafond peuvent être de différents types, par exemple, des soudures à couche de racine au plafond et des soudures renforcées à l'envers au plafond. Il existe également des soudures au plafond qui sont réalisées en une seule passe ainsi que d'autres types de  
10 telles soudures.

Les soudures de racine au plafond sont les soudures réalisées en premier lieu lors du soudage d'un joint et qui se trouvent à la partie supérieure des sections à souder du côté opposé du joint où est amenée l'électrode.  
15 Le soudage ultérieur du joint, c'est-à-dire la réalisation nécessaire des cordons ultérieurs de soudure, s'effectue selon n'importe quel mode connu dans lequel l'électrode est amenée du même côté que dans le cas de l'application d'un cordon de racine au plafond, par exemple, les soudures  
20 intérieures de racine des joints circulaires tournants de récipients, de réservoirs, de joints des virures de fond d'un revêtement extérieur de navires ainsi que d'autres articles.

Le soudage à l'arc au plafond sous flux de cordons de racine permet de supprimer, en règle générale, l'opération de soudage à l'intérieur des récipients dans le cas du soudage de joints circulaires tournants et d'éliminer le soudage dans des espaces clos difficiles d'accès pour le soudage des joints longitudinaux de structures  
25 dans lesquelles l'accès au plafond du côté opposé est limité.  
30

Les soudures renforcées à l'envers sont celles réalisées en premier lieu lors du soudage d'un joint et qui se trouvent à la partie inférieure des sections à souder du côté du joint le plus voisin de l'amenée de  
35 l'électrode. Dans ce cas, le soudage ultérieur est réalisé selon n'importe quel mode connu dans lequel l'électrode est

amenée du côté d'un joint à souder qui est opposé en comparaison avec le soudage au plafond d'un joint à souder.

Dans la pratique, les cordons de racine au plafond sont réalisés pour le soudage de joints circulaires et longitudinaux d'articles dans lesquels l'accès, de l'intérieur, aux joints à souder, est limité. Les soudures renforcées à l'envers sont réalisées pour le soudage de joints longitudinaux de grande longueur d'articles difficiles à retourner, par exemple des structures plates, fabriquées à partir de segments ainsi que d'autres articles.

Les soudures au plafond réalisées en une seule passe sont celles utilisées pour le soudage des joints d'une épaisseur limitée et qui se trouvent suivant toute la section à souder. Dans ce cas, le soudage ultérieur d'un joint de l'un de ses côtés est inutile.

Lors de la réalisation de soudures renforcées à l'envers et de soudures en une passe, la formation de la surface d'une soudure finie pose une multitude de problèmes.

Pendant le soudage au plafond, le métal du bain de soudage formé lors du fonctionnement de l'arc à la suite de la fusion d'un métal à souder du matériau de l'électrode et du flux de soudage, est maintenu par une croûte de flux fondu partiellement et grâce à l'action de dispositif de formation. Les dispositifs de formation peuvent avoir différentes formes et dimensions et ils peuvent, par exemple, être réalisés sous la forme des plaques, semelles, lamelles, coulisseaux ainsi que d'autres éléments et ensembles.

Le flux est serré de force à l'endroit du soudage par dessus, et un appoint de flux continu compense sa consommation. Pour la formation de la partie supérieure de la soudure, le flux peut être amené aussi bien du côté inférieur, à travers l'écartement entre les bords d'un article soudé, que du haut, par n'importe quel mode connu selon lequel le flux versé forme une couche. Il est également

possible d'utiliser des plaques de formation appropriées ou bien des dispositifs pour soutenir le flux.

Les problèmes sont particulièrement nombreux dans le cas du soudage de joints d'articles de grand encombrement de forme cylindrique ou proche de celle d'un cylindre, par exemple pour des coques de navires et des réservoirs de chaudières qui nécessitent d'assurer une qualité particulièrement élevée des joints soudés et doivent tourner autour de leur axe lors du soudage ainsi que d'articles plats de grande surface dont le retournement en position commode pour le soudage est difficile.

On connaît un procédé de soudage au plafond sous flux (SU, A, 469554) selon lequel le flux et l'électrode sont amenés, par en dessous, au joint à souder, la pression du flux aux différentes zones du joint à souder étant réglée à l'aide d'une plaque de réglage. Pour le soudage selon le procédé indiqué, la pression maximale du flux est assurée dans la zone en aval de l'arc.

Toutefois, dans ce procédé, la zone de pression maximale du flux se situe après l'arc, à une distance qui dépasse la longueur du bain de soudage, ce qui provoque une perturbation du processus de soudage du fait que le métal de soudure repousse la plaque de réglage au fur et à mesure de l'avance de l'opération de soudage.

Le procédé de soudage décrit est mise en oeuvre au moyen d'un dispositif comprenant un organe d'amenée et de serrage du flux contre l'article à souder et un guide-électrode avec une électrode consommable disposé dans l'organe d'amenée du flux. A l'intérieur de cet organe, est disposée une plaque de réglage, dont la position est réglable par rapport au joint à souder.

Pour le soudage à l'aide du dispositif décrit, l'opérateur surveille le joint à souder et, dans le cas d'un écart de l'un des paramètres de soudage, par exemple, de l'espace entre les bords à souder de l'article, il règle l'angle d'inclinaison de la plaque afin d'assurer la pres-

sion requise du flux. Pour obtenir une bonne qualité de la soudure au plafond, il faut maintenir, avec une très haute précision, la pression du flux, sinon on obtient une soudure de qualité médiocre.

5                   Cependant, le soudage à l'aide du dispositif décrit impose de corriger d'une façon continue la position de la plaque de réglage, ce qui oblige l'opérateur à prêter une attention permanente au cours du soudage et à être d'une très haute qualification.

10                   Donc, la qualité de la soudure formée à l'aide du dispositif décrit est fonction de l'acquis et de l'expérience de l'opérateur ce qui aboutit dans bien des cas à une diminution de la qualité des soudures exécutées.

15                   On connaît également un procédé de soudage au plafond sous flux (DE, C, 3425225) selon laquelle le flux sous pression est amené par en dessous au joint à souder, puis on amène, à ce joint, toujours par en dessous, une électrode consommable passée à travers le flux, on allume l'arc, on crée un bain de soudage et on exécute l'opération de soudage du joint suivie de la cristallisation du bain de soudage et de la formation de la soudure et, selon ce procédé, le flux est amené au joint sous différentes pressions en fonction des zones le long du joint à souder : dans la zone en amont de l'arc, par rapport à la soudure en formation, le flux est amené sous une pression constante nécessaire pour créer les conditions pour le serrage du bain de soudage ; dans la zone de travail de l'arc et du bain de soudage, le flux est amené sous une pression permettant de maintenir le bain de soudage au niveau du joint à souder. Cette pression croît continuellement suivant l'étendue du bain de soudage de sorte que la pression maximale du flux soit appliquée à la zone du début de cristallisation de la soudure.

30                   Ce procédé de soudage à l'arc au plafond assure une répartition optimale des pressions requises aux différentes zones le long du joint à souder. Lors du soudage,

cela assure le maintien sûr du bain de soudage au niveau du joint à souder et la formation de soudures de bonne qualité avec la formation requise du renforcement du côté intérieur de la soudure (côté opposé au plafond), c'est-à-dire pour le soudage de soudures de fond au plafond.

Les soudures ainsi exécutées présentent des écarts de la forme réalisée de la face extérieure de la soudure finie qui se traduisent par des défauts tels que des écarts de planéité, caniveaux, variations locales de la largeur de la soudure et autres défauts lors de la formation du renforcement du côté extérieur de la soudure.

Ces écarts de la forme de la face extérieure de la soudure sont dus à l'action insuffisante du flux et du dispositif de formation sur la soudure en formation dans la zone du début de cristallisation de la soudure, c'est-à-dire à l'endroit où la pression du flux est maximale.

Le procédé décrit pour le soudage à l'arc au plafond est mis en oeuvre au moyen d'un dispositif comprenant un organe d'amenée et de serrage du flux contre le joint à souder et un guide-électrode avec une électrode consommable qui se trouve dans l'organe d'amenée du flux qui abrite, à l'intérieur, une plaque de réglage conçue de façon à pouvoir régler sa position par rapport au joint à souder, ce qui est nécessaire pour créer la pression requise du flux dans la zone du joint à souder. La plaque de réglage présente un coude qui la divise en deux parties "a" et "b" et qui se situe sous la zone du début de cristallisation de la soudure en assurant la pression maximale du flux dans la zone indiquée. La partie "a" de la plaque de réglage qui se trouve du côté bain de soudage a une longueur essentiellement égale à celle du bain de soudage et elle est installée sous un angle  $\alpha$  par rapport à la surface du joint à souder, permettant d'assurer la pression requise du flux sur le bain de fusion afin de maintenir ce dernier au niveau du joint à souder. La partie "b" de la plaque de réglage qui se trouve du côté de la soudure en formation s'étend

jusqu'à l'endroit de formation définitive de la soudure et elle est inclinée, par rapport à la surface du joint à souder, sous un angle  $\beta$  assurant la pression requise exercée sur la couche de laitier liquide amené dans la zone de formation de la soudure. Ainsi, on a la possibilité de changer la pression à partir de la valeur maximale dans la zone de début de cristallisation de la soudure jusqu'à la valeur minimale dans la zone de formation définitive de cette soudure.

10 Le dispositif décrit permet de réaliser le soudage au plafond en conditions technologiques optimales et notamment, il permet de répartir correctement et de stabiliser la pression requise dans chacune des zones A, B et C le long du joint à souder (zone en amont de l'arc, zone 15 de l'arc et du bain de soudage, zone de formation de la soudure finie). Toutefois, dans la zone du début de cristallisation ayant une faible longueur et constituant, en principe, une zone limitrophe entre la zone B de l'arc et du bain de soudage et la zone C de formation de la soudure, 20 les écarts (défauts) de formation de la face extérieure de la soudure sont dus à l'action insuffisante, dans la zone indiquée, de la partie plate inclinée "a" de la plaque de réglage dont la ligne de courbure se situe essentiellement à une distance égale à la longueur du bain de soudage.

25 Etant donné que la zone du début de formation de la soudure (limite de cristallisation du bain) est disposée suivant le contour de la queue du bain de fusion, la partie plate "a" se trouvant au-dessous de cette dernière n'assure pas, au cours du soudage, une répartition de la 30 pression maximale du flux dans cette zone et la pression a une valeur constante dans toute la zone de cristallisation.

Il en résulte qu'au cours du soudage, dans la zone de pression maximale du flux, la pression du flux 35 sur toute l'étendue de la zone de cristallisation du bain de fusion est irrégulièrement répartie. Cela provoque l'ap-

parition de dénivellations, de caniveaux, de variations locales de la largeur de la soudure et autres écarts (défauts) de formation du renforcement du côté extérieur de la soudure.

5 Les écarts de formation de la partie extérieure de la soudure qui sont indiqués ci-dessus ont un effet néfaste sur la formation de la soudure au plafond toute entière, c'est-à-dire des deux côtés (recto-verso) et impose des difficultés pour la formation de soudures dans le  
10 cas où l'on recherche une excellente qualité de cette formation.

Par exemple, c'est le cas d'articles dont les soudures seront émaillées ultérieurement, c'est-à-dire que l'émail sera appliqué sur toute la surface de l'article  
15 fabriqué y compris sur les soudures.

On s'est donc proposé de mettre au point un procédé de soudage à l'arc au plafond sous flux ainsi qu'un dispositif pour sa mise en oeuvre, où le choix et la répartition de la pression dans la zone du début de  
20 cristallisation de la soudure permettront d'assurer une haute qualité de la soudure finie, avec la haute qualité requise de formation du renforcement des deux côtés de la soudure.

Le problème ainsi posé est résolu à l'aide d'un  
25 procédé de soudage à l'arc au plafond sous flux selon lequel on amène le flux sous pression au joint à souder par en dessous, puis on amène, à ce joint, toujours par en dessous, une électrode consommable ayant traversé le flux, on amorce l'arc, on forme un bain de soudage et on  
30 exécute l'opération de soudage du joint suivie de la cristallisation du bain de soudage et de la formation de la soudure et selon lequel le flux est amené au joint à souder sous différentes pressions en fonction des zones le long du joint à souder, dans la zone en amont de l'arc,  
35 par rapport à la soudure en formation, le flux étant amené sous une pression nécessaire pour assurer le serrage du bain

de soudage et dans la zone de l'arc amorcé et du bain de soudage, la pression est exercée à travers une couche de flux et une couche de laitier liquide et sa valeur croît progressivement de façon que la pression maximale du flux soit appliquée dans la zone du début de cristallisation de la soudure, ce procédé étant caractérisé en ce que la majeure partie du flux est amenée sous pression dans la zone de formation de soudage et la pression maximale du flux qui en résulte est répartie sur la limite de la zone du début de cristallisation de la soudure et la valeur de cette pression est maintenue constante sur toute l'étendue de la limite de cristallisation.

Ce procédé de soudage à l'arc au plafond permet d'amener correctement la majeure partie du flux dans la zone de formation du bain de soudage, de créer les conditions optimales pour l'obtention d'une pression maximale du flux répartie suivant la limite de la zone du début de cristallisation de la soudure et de maintenir constante la valeur de cette pression sur toute l'étendue de la limite de cristallisation. Tout cela assure les conditions optimales pour l'exécution d'un soudage au plafond aux différentes zones le long d'un joint à souder ainsi que la formation de soudures d'excellente qualité.

De plus, la mise en oeuvre de procédé contribue favorablement à la stabilisation des paramètres requis du processus de soudage au plafond sous flux, ce qui permet d'obtenir des soudures de haute qualité.

Toutes les opérations du procédé indiqué sont simples et leur automatisation complète est facile à réaliser.

L'exécution du soudage en régime optimal, assurant une stabilisation des paramètres du processus, permet d'employer les matériaux de soudage d'une manière plus rationnelle et d'assurer ainsi la réduction de leur consommation. En outre, il est devenu possible de respecter rigoureusement les conditions prescrites du processus techno-

logique.

Dans le cas de la réalisation du cordons renforcés à l'envers et de soudures en une seule passe, il est avantageux que la pression maximale du flux soit répartie essentiellement suivant une parabole, dont l'axe de symétrie se trouve dans le plan vertical passant par l'axe longitudinal de symétrie de la soudure.

Cela permet de concentrer d'une façon optimale la pression maximale du flux à la limite de la zone du début de cristallisation, de la faire pratiquement épouser le contour de la zone de cristallisation du bain de soudage (de la partie de queue de ce dernier) et d'assurer, de ce fait, les conditions optimales pour la formation de qualité de soudures au plafond.

Le problème posé est également résolu à l'aide d'un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé, comprenant un organe d'amenée et de serrage du flux contre un joint à souder, un guide-électrode avec une électrode consommable qui se trouve dans l'organe d'amenée et de serrage du flux contre le joint à souder, une plaque de réglage permettant d'obtenir différentes pressions ou différentes zones le long du joint à souder, qui est montée de façon à pouvoir régler sa position par rapport au joint à souder dans l'organe d'amenée et de serrage du flux contre le joint à souder et qui est constituée, du côté du joint à souder, de deux tronçons inclinés par rapport au joint à souder, dont le sommet de l'intersection se trouve au-dessous de la zone du début de cristallisation du joint à souder, en assurant la pression maximale du flux dans cette zone, et un organe de déplacement longitudinal de la plaque de réglage dans le sens du soudage qui sert à régler la distance entre le sommet de la plaque et le guide-électrode, ce dispositif étant caractérisé en ce que le tronçon de la plaque de réglage qui se trouve au-dessous du bain de fusion présente une encoche dont la section est variable aussi bien suivant le profil longitudinal que

suisant le profil transversal et dont les parois sont inclinées, servant à créer et à diriger un courant de flux vers la zone de cristallisation du métal liquide du bain de soudage et en ce que le bord de cette encoche qui est orienté vers le bain de soudage a un contour qui coïncide avec la forme de la zone de cristallisation du bain de fusion.

Ce dispositif permet de réaliser le soudage au plafond en conditions technologiques optimales, et notamment il permet de répartir correctement et de stabiliser la pression maximale du flux à la limite de la zone de cristallisation de la soudure. Cela contribue à une amélioration notable de la qualité de formation des deux faces de la soudure.

De plus, ce dispositif permet d'élargir le domaine d'application du procédé et d'utiliser pour le soudage d'articles qui diffèrent par leur destination (par exemple, objet d'un émaillage), la forme, les dimensions et la configuration des joints à souder (par exemple avec ou sans préparation des bords du joint à souder).

L'emploi du dispositif ne pose aucun problème quant au fonctionnement et il peut être confié à un opérateur de toute qualification.

Ce dispositif fonctionne pratiquement en régime automatique et n'impose aucun contrôle spécial de ses parties constitutives.

Le nombre d'opérations à surveiller par l'opérateur est considérablement réduit.

Tout cela permet d'augmenter fortement la qualité des assemblages soudés.

Le dispositif est facile à fabriquer, présente un encombrement et une masse réduits et le coût de sa fabrication est assez bas. En comparaison avec les autres dispositifs connus, il présente des indices qualitatifs élevés grâce à la stabilisation pratiquement de la totalité des paramètres de soudage.

Pour la réalisation de cordons renforcés à l'envers et de soudures en une seule passe, il est préférable que le tronçon de la plaque de réglage se trouvant en dessous du bain de soudage comporte une encoche ayant la  
5 forme d'une parabole.

Pour l'exécution des cordons renforcés à l'envers et des soudures en une passe, il est rationnel que le tronçon de la plaque de réglage qui se trouve au-dessous du bain de soudage soit doté de deux saillies adjacentes en  
10 coin dont les sommets se trouvent à l'intersection des tronçons inclinés de la plaque de réglage et dont les encoches pratiquées sur les faces adjacentes constituent, à la surface active de la plaque de réglage, une encoche de section variable et de surface cylindrique qui est tangente  
15 au plan du tronçon indiqué de la plaque de réglage suivant sa génératrice et qui traverse les plans supérieurs des saillies en coin suivant une parabole dont le sommet se trouve à l'intersection des tronçons inclinés de la plaque de réglage.

Cela permet de concentrer d'une façon optimale la pression maximale du flux à la limite de la zone du début de cristallisation de la soudure et par cela même d'obtenir des soudures au plafond de qualité (surtout dans  
20 le cas de soudures renforcées à l'envers et de soudures en une seule passe) grâce à l'amélioration de la formation du renforcement des deux côtés de la soudure.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre d'un  
30 mode de réalisation donné uniquement à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 montre schématiquement un dispositif de soudage au plafond selon l'invention, en coupe longitudinale ;  
35

- la figure 2 est une vue en coupe faite suivant

la ligne II-II de la figure 1 ;

- la figure 3 est un schéma illustrant le processus de soudage, en isométrie ; et

5 - la figure 4 représente l'un des éléments du dispositif : sa plaque de réglage.

La description du procédé conforme à l'invention sera faite en se référant aux figures 1, 2, 3 et 4 où sont schématisés les éléments du dispositif qui sont nécessaires pour illustrer la description du procédé et du dispositif  
10 pour sa mise en oeuvre, faisant l'objet de la présente invention.

L'essentiel du procédé selon l'invention consiste en ce qui suit. Les tôles métalliques à souder, que l'on peut le voir à la figure 1, peuvent constituer des éléments de différentes structures métalliques, par exemple,  
15 d'une coque, qui sont caractérisées par un accès limité par le dessus et qui ne peuvent être soudées qu'en position au plafond. A cette fin, le flux est amené et serré, par tout procédé connu, contre le joint à souder à l'aide  
20 d'un organe 2 d'amenée et de serrage du flux.

Dans cet organe 2 est disposé un guide-électrode 4, montré aux figures 1, 2 et 3, qui sert de guide à une électrode consommable 5. L'électrode 5 peut être constituée de toute électrode dans la large gamme des électrodes  
25 utilisées dans l'industrie du soudage et son type n'a aucune importance pour l'essentiel de l'invention.

Pour déclencher le soudage, il faut approcher l'électrode 5 du joint à souder, appliquer une tension à l'électrode 5 (figures 1 et 2) et amorcer l'arc. L'arc  
30 amorcé assure la fusion du métal des tôles à souder, du flux 3 et du matériau de l'électrode 5 ce qui a pour résultat la formation du bain de soudage 6.

La chaleur dégagée par l'arc et le bain de soudage 6 provoque la fusion ultérieure du flux 3 accompagnée de l'apparition du laitier liquide qui se situe en partie  
35 au-dessus du bain de soudage 6 en formant le bain de lai-

tier 7 qui, au cours du soudage, est soumis à l'action de la masse principale du flux 3.

5 Du point de vue technologique, en conformité avec les processus qui se déroulent, toute la zone de soudage peut être divisée en plusieurs zones, et notamment, une zone A en amont de l'arc par rapport à la soudure en formation 8, une zone B de l'arc amorcé et du bain de soudage 6 où est incluse la zone limitrophe du début de cristallisation de la soudure 8 et une zone C de formation de cette  
10 soudure.

La soudure 8 est représentée sur la figure 3 d'une manière conventionnelle.

15 Le flux 3 est amené au joint à souder par en dessous, à différentes pressions en fonction des zones A, B et C le long du joint à souder.

20 Dans la zone A, en amont de l'arc, par rapport à la soudure 8 en formation, le flux est amené sous une pression requise constante nécessaire pour créer les conditions de serrage du bain de soudage 6. La pression du flux 3 dans la zone A est établie en fonction de régime de soudage choisi, des propriétés et de la géométrie du matériau de soudage et la forme du joint à souder. De plus, la pression du flux dans la zone A est maintenue constante.

25 Dans la zone B, la majeure partie du flux 3 est amenée sous une pression assurant le maintien du bain de soudage 6 au niveau du joint à souder, et cette pression est augmentée de façon continue suivant l'étendue du bain de soudage 6 de sorte que la pression maximale du flux s'applique à toute la limite de la zone du début de  
30 cristallisation de la soudure 8. Par zone de début de cristallisation de la soudure 8, on indique la zone où la phase liquide du bain de soudage 6 commence à se transformer en une phase solide, c'est-à-dire en soudure 8. Cette zone de début de cristallisation de la soudure 8 est  
35 éloignée de l'arc d'une distance égale à la longueur du bain de soudage, comme on peut le voir à la figure 1. Dans

cette zone de début de cristallisation, on distingue une zone limitrophe (limite) de début de cristallisation de la soudure qui est disposée, du côté du cratère, sur la surface inférieure du joint à souder représenté par le plan conventionnel 9 sur la figure 3, suivant le contour 10 et a la forme, par exemple, d'une parabole. Le sommet de cette parabole se trouve, par rapport à l'arc, à une distance égale à la longueur du bain et son axe de symétrie se trouve dans un plan vertical passant par l'axe longitudinal de symétrie de la soudure.

La pression du flux dans la zone B est plus importante que dans la zone A.

L'augmentation de la pression dans la zone est due à la nécessité de maintenir le métal fondu du bain de soudage 6 au niveau du joint à souder, compte tenu de la quantité de flux qui fond et forme la croûte 11.

Depuis le bain de laitier 7, on amène par en dessous, dans la zone C de formation de la soudure, une couche de laitier liquide que l'on met sous une pression variable d'une valeur maximale dans la zone de début de cristallisation de la soudure 8 à une valeur minimale dans la zone C de solidification du laitier liquide qui forme une pellicule de laitier 12 et engendre la formation de la soudure 8.

La pression maximale dans la zone du début de cristallisation de la soudure 8 est nécessaire pour maintenir cette soudure en phase de solidification au niveau du joint à souder.

Il importe surtout de répartir la pression maximale du flux 3 à la limite de la zone du début de cristallisation de la soudure 8 du fait que c'est exactement à cette limite que le métal fondu du bain de soudage 6 commence à se cristalliser et acquiert une viscosité élevée et par cela même, offre une résistance maximale à la pression appliquée.

Il faut signaler que la zone limitrophe du début

de cristallisation a une faible étendue, qui est représentée par le contour 10, et constitue en principe la limite de cristallisation de la soudure.

5 Aussi, il faut prêter une attention particulière à la précision d'application de la pression maximale du flux 3 dans la zone du début de cristallisation de la soudure 8 (qu'il faut appliquer suivant la limite distinguée de la zone limitrophe du début de cristallisation de la soudure 8), car il en dépend la qualité de formation de la  
10 soudure 8 en phase de solidification surtout si l'on considère que la position de cette zone limitrophe est fonction des régimes prescrits de soudage.

La forme du contour 10 est déterminée, par exemple, par une parabole.

15 La pression maximale est choisie en fonction des régimes de soudage, de la forme du joint à souder et du matériau de la pièce à souder et doit avoir une valeur constante agissant sur tout le contour 10, c'est-à-dire sur toute la zone limitrophe ayant, par exemple, la forme  
20 d'une parabole du côté du cratère à la surface inférieure du joint à souder (des tôles 1) qui se confond essentiellement avec le plan conventionnel 9.

Au fur et à mesure de la transformation du métal fondu du bain de soudage 6 en phase solide, c'est-à-dire  
25 en soudure 8, la pression doit diminuer progressivement jusqu'à une valeur minimale en assurant la formation de la soudure 8 et en soutenant la couche de laitier en voie de solidification qui forme une pellicule 12 à la surface de la soudure.

30 La pression à laquelle est soumise la couche de laitier liquide amenée dans la zone C de formation de la soudure 8, du bain de laitier 7, s'exerce à travers la couche de flux 3 répartie sur toute la zone C indiquée. Cette couche de laitier liquide amenée dans les zones B et C fait office de lubrifiant entre le métal de la soudure 8 en cours  
35 de solidification et la couche de flux partiellement adou-

ci par la chaleur et à travers laquelle est appliquée la pression.

5 Ce graissage par la couche de laitier liquide contribue à maintenir le bain de soudage 6 constant lors de l'exécution d'un soudage au plafond par le procédé décrit, sans compromettre mécaniquement son état d'équilibre.

10 De plus, la pression à laquelle est soumise la couche de laitier liquide qui est amené dans la zone C de formation de la soudure 8, provenant du bain de laitier, peut être appliquée à travers la surface de formation 13 qui assure l'évacuation de la chaleur.

15 Dans ce cas, la couche de laitier liquide amené fait office de lubrifiant entre le métal de la soudure 8 en voie de solidification et la surface de formation 13. Cette surface assurant l'évacuation de la chaleur, contribue à augmenter la vitesse de cristallisation de la soudure 8 et de ce fait la productivité du procédé donné de soudage au plafond.

20 L'emploi de la surface de formation 13 suppose que la pression à laquelle est soumise la couche de laitier liquide amené dans la zone C de formation de la soudure 8 sera exercée sans l'intermédiaire de la couche de flux 3.

Cela permet d'obtenir des soudures de forme requise de haute qualité.

25 Pour le matériau de la surface de formation 13, on choisit un matériau caractérisé par une haute conductibilité calorifique, par exemple, du cuivre.

30 La surface de formation 13 de la figure 1 présente une surface active profilée, dont les paramètres sont choisis en partant de la forme et des dimensions tolérables de la section de renforcement de la soudure et compte tenu de la variation tolérable de l'épaisseur de la couche de laitier liquide amené, ainsi que des conditions de passage de la soudure 8 en voie de solidification et de création de volume supplémentaire pour le flux excédentaire 3  
35 de part et d'autre de la surface active.

Afin d'augmenter l'évacuation de la chaleur de la zone de soudage, la surface de formation 13 peut être refroidie, par exemple à l'eau ou à l'air. Dans la pratique, cette surface 13 peut être réalisée sur tout dispositif de formation, par exemple, sur un coulisseau.

Dans ce procédé de soudage au plafond sous flux, la majeure partie du flux 3 est amenée sous pression dans la zone de formation du bain de soudage 6.

Cette concentration de la majeure partie du flux 3 est nécessaire pour maintenir efficacement le métal fondu du bain de soudage 6 au niveau de la surface inférieure des tôles 1 à souder, compte tenu de la compensation de la quantité du flux amené qui fond dans cette zone à température élevée, et pour créer et répartir la pression maximale du flux à la limite de la zone du début de cristallisation de la soudure 8, c'est-à-dire suivant le contour 10.

Pendant le soudage par ce mode, on maintient cette pression maximale du flux 3 suivant toute l'étendue de la cristallisation d'une soudure 8 à une valeur constante.

La nécessité de maintenir constante la valeur de la pression maximale du flux 3 est due au fait qu'il faut assurer des conditions constantes de serrage de la soudure 8 en voie de solidification, surtout en direction de sa section transversale, et, par cette mesure, stabiliser le régime de soudage établi, ce qui permet d'obtenir des soudures au plafond de haute qualité dans une large gamme de possibilités technologiques (comme au soudage à plat sous flux).

Quand ce procédé de soudage est utilisé pour l'exécution de cordons renforcés à l'envers et de soudures en une seule passe, il est avantageux de répartir la pression maximale du flux 3 suivant une parabole dont l'axe de symétrie se trouve dans le plan vertical passant par l'axe longitudinal de symétrie de la soudure 8,

ce qui assure l'application de la pression maximale essentiellement suivant la limite de la zone du début de cristallisation de la soudure 8 et contribue à l'obtention de soudures de qualité.

5 Le procédé faisant l'objet de l'invention est mis en oeuvre à l'aide d'un dispositif dont un mode de réalisation pratique est schématisé à la figure 1.

Le dispositif comporte un organe 2 d'amenée et de serrage du flux contre le joint à souder.

10 Cet organe 2 peut être constitué de tout organe connu d'amenée du flux, par exemple, un alimentateur à vis largement utilisé à cette fin (non représenté à la figure 1).

15 De plus, le dispositif comprend également un guide-électrode 4 qui est destiné à guider une électrode consommable 5 et qui se trouve dans l'organe 2 d'amenée et de serrage du flux.

20 En outre, dans l'organe 2 d'amenée et de serrage du flux 3 est placée une plaque de réglage 14 qui présente une surface de formation 13 et dont la position est réglable par rapport au joint 1. Cette plaque 14 assure la pression requise du flux dans la zone du joint à souder.

25 La plaque de réglage 14 que l'on peut voir aux figures 3 et 4 présente un coude qui forme une ligne de courbure 15. Au soudage, cette ligne 15 se trouve au-dessous de la zone du début de cristallisation de la soudure 8 en formant un espace "f" entre le sommet du coude de la plaque 14 et la soudure 8 en cours de formation.

30 La valeur de cet espace "f" est choisie en fonction de la forme recherchée des soudures, du type des assemblages à souder, des propriétés du matériau à souder et des régimes de soudage.

35 Cette position de la ligne de courbure 15 de la plaque 14 au-dessous de la zone du début de cristallisation de la soudure 8 permet d'assurer, au cours du soudage, une pression maximale du flux 3 (figures 1 et 2) dans la zone

indiquée ci-dessus.

Le tronçon "a" ci-dessus mentionné de la plaque de réglage 14 qui est situé du côté du bain de soudage 6 a une longueur qui est pratiquement égale à celle du bain 5 6 et il est incliné par rapport au joint à souder sous un angle  $\alpha$  assurant la pression requise du flux 3 sur le bain 6, nécessaire pour maintenir le bain au niveau du joint à souder.

Le tronçon "b" ci-dessus mentionné de la plaque 10 14 qui se trouve du côté de la soudure 8 en voie de formation s'étend jusqu'à l'endroit de formation définitive de la soudure 8 et est incliné par rapport au joint à souder sous un angle  $\beta$  assurant une pression sur la couche de laitier liquide amené dans la zone C de formation de 15 la soudure 8, dont la valeur est maximale dans la zone du début de cristallisation de la soudure 8 et dont la valeur est minimale dans la zone de formation définitive de la soudure 8.

Pour assurer efficacement la création et la direc- 20 tion de la majeure partie du flux 3 dans la zone de cristallisation du bain de soudage 6, le tronçon "a" de la plaque de réglage qui se trouve au-dessous du bain de soudage 6 est doté d'une encoche de section variable (profils en long et en travers) et à parois inclinées. Le 25 bord 16 de l'encoche qui est orienté dans la direction du bain de soudage 6 a un contour qui se confond avec la forme du contour 10 de cristallisation du bain 6, c'est-à-dire avec la forme de la zone limitrophe du début de cristallisation de la soudure 8.

Pour la réalisation de cordons renforcés à l'envers 30 et de soudures en une seule passe, il est avantageux que le tronçon "a" de la plaque de réglage porte deux saillies 18 en coin (qui sont fixées par soudage, par exemple), qui viennent en contact suivant la ligne 17 et dont les sommets 35 se trouvent à l'intersection des tronçons inclinés "a" et "b" de la plaque 14, c'est-à-dire à la ligne de courbure 15 de la plaque 14.

Les bords adjacents des saillies 18 en coin présentent des encoches qui forment, sur la surface active de la plaque 14, une encoche de section variable ayant, par exemple, une surface cylindrique tangente au plan du tronçon "a" de la plaque 14 suivant la ligne de contact 17.

La surface cylindrique de cette encoche traverse les plans supérieurs des saillies 18 suivant le bord 16 de l'encoche, constituant une parabole.

Le sommet de cette parabole est placé sur la ligne 15 d'intersection (de courbure) des tronçons inclinés de la plaque de réglage 14.

Dans le cas de l'exécution de soudures de racine et de soudures au plafond d'autres types, surtout dans le cas du soudage de joints à bords préparés, les encoches et, par conséquent, les saillies de la plaque de réglage 14 peuvent avoir différentes formes, déterminées en partant des conditions concrètes de soudage.

Les dimensions et la forme de ces encoches sont choisies en fonction des régimes de soudage, de la forme des joints à souder (avec ou sans préparation des bords) et de la forme recherchée du renforcement de la soudure etc ... .

La rainure, par exemple à surface cylindrique, traversant le plan supérieur des saillies 18 en coin suivant la parabole assure, grâce à sa conception, les conditions pour lesquelles tout plan vertical longitudinal sécant de la surface active de la plaque de réglage 14 forme des lignes d'intersection qui sont disposées aux mêmes angles  $\gamma$  (figures 1 et 3) qui sont déterminés à l'aide de la formule suivante :

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)^\circ.$$

Ces conditions de l'action constante de la surface active de la plaque de réglage dans la zone de pression

maximale du flux 3 assurent une formation de qualité des soudures toutes entières.

5 On dispose l'encoche que porte le tronçon "a" de la plaque de réglage 14 au-dessous du contour 10 de la queue du bain de soudage 6 du côté du cratère sur la surface inférieure du joint à souder, c'est-à-dire au-dessous de la zone limitrophe du début de cristallisation de la soudure, de façon à mettre le sommet du contour 10 du début de cristallisation de la soudure au-dessous du sommet  
10 de la parabole formée par les bords de l'encoche pendant l'opération du soudage.

Cette position réciproque du contour 10 et de la parabole assure, lors du soudage, la création optimale d'une pression maximale requise du flux 3 ainsi que sa  
15 répartition constante en valeur suivant toute la limite de la zone du début de cristallisation du bain de soudage 6 et par conséquent, contribue à augmenter la qualité du soudage grâce à une formation améliorée du renforcement des deux côtés de la soudure 8.

20 Pour assurer un réglage plus précis du régime de soudage, le dispositif peut comporter un organe de déplacement longitudinal de la plaque de réglage 14 dans le sens du soudage (lequel n'est pas représenté sur la figure). Il est préférable d'utiliser cet organe pour régler  
25 la distance entre la ligne 15 de courbure de la plaque de réglage et le guide-électrode 4. De plus, cet organe permet de réaliser le soudage en stricte conformité avec les conditions du procédé de soudage au plafond et de ce fait améliore la qualité de soudures au plafond toutes  
30 entières.

Il est de plus efficace d'utiliser le procédé et le dispositif pour sa mise en oeuvre faisant l'objet de la présente invention pour exécuter des cordons renforcés à l'envers et des soudures en une seule passe dans le cas  
35 où l'on recherche la haute qualité de formation de la surface de renforcement, tant du côté extérieur que du

côté intérieur du joint à souder (par exemple, joints circulaires de réservoirs, de conduites, de récipients, de coques ou joints longitudinaux de sections tridimensionnelles, de panneaux, de segments etc ... .

5            Le procédé et le dispositif selon la présente invention permettent de réaliser le soudage automatique au plafond en assurant une qualité très élevée de la formation de la surface des deux côtés des soudures et une productivité nettement supérieure par rapport aux dispositifs du niveau technique connu ainsi que d'obtenir des  
10            soudures au plafond de haute qualité.

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

=====

1. Procédé de soudage à l'arc au plafond sous flux du type où , à l'endroit du soudage, on amène le flux par en dessous et on le serre contre le joint à souder, puis on amène, à ce joint, toujours par en dessous, une électrode consommable traversant le flux, on amorce l'arc, on réalise le bain de soudage et on exécute l'opération de soudage suivie de la cristallisation du bain et de la formation de la soudure et où le flux est amené sous différentes pressions aux différentes zones le long du joint à souder : dans une zone en amont de l'arc, par rapport à la soudure en formation, le flux est amené à une pression constante, imposée et nécessaire pour créer les conditions de serrage du bain de soudage et dans une zone de l'arc amorcé et du bain de soudage, la pression est transmise à travers une couche de flux et une couche de laitier liquide et sa valeur est progressivement augmentée de façon que la pression maximale du flux se trouve appliquée dans la zone du début de cristallisation de la soudure, caractérisé en ce que la majeure partie du flux est amenée sous pression dans la zone de formation du bain de soudage, en ce que la pression maximale du flux ainsi obtenue est répartie suivant la limite de la zone du début de cristallisation de la soudure et la valeur de cette pression est maintenue constante suivant toute la limite de la zone de cristallisation.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour exécuter des cordons étanchants et des soudures en une seule passe, la pression maximale du flux est répartie essentiellement suivant une parabole dont l'axe de symétrie se trouve dans le plan vertical passant par l'axe longitudinal de symétrie de la soudure.

3. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, du type

comprenant un organe d'amenée et de serrage du flux contre le joint à souder, un guide-électrode avec une électrode consommable logée dans l'organe d'amenée et de serrage du flux contre le joint à souder, une plaque de réglage permettant d'obtenir différentes pressions dans les différentes zones le long du joint à souder, qui est montée de manière à pouvoir régler sa position par rapport au joint à souder dans l'organe d'amenée et de serrage du flux contre le joint à souder et constituée, du côté joint à souder, de deux tronçons inclinés par rapport au joint à souder, dont le sommet de l'intersection se trouve au-dessus de la zone du début de cristallisation d'une soudure en assurant une pression maximale du flux dans cette zone et comprenant de plus un organe de déplacement longitudinal de la plaque de réglage dans le sens du soudage servant à régler la distance entre le sommet de la plaque et le guide-électrode, caractérisé en ce que le tronçon de la plaque de réglage (14) qui se trouve au-dessus du bain de soudage (6) présente une encoche de section variable tant suivant son profil longitudinal que suivant son profil transversal et dont les parois sont inclinées, servant à créer et à diriger un courant de flux dans la zone de cristallisation du métal fondu du bain de soudage (6) et en ce que le bord de ladite encoche qui est orienté vers le bain de soudage (6) a un contour (10) qui coïncide avec la forme de la zone de cristallisation dudit bain de soudage.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que, pour exécuter des soudures renforcées à l'envers et des soudures en une seule passe, l'encoche a la forme d'une parabole (10).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que pour exécuter des soudures renforcées à l'envers et des soudures en une seule passe, le tronçon "a" de la plaque de réglage (14) qui se trouve sous le bain de soudage (6) porte deux saillies (18) en coin qui

sont adjacentes et dont les sommets se trouvent à l'intersection des tronçons inclinés "a" et "b" de la plaque de réglage (14) et dont les bords adjacents portent des encoches qui constituent, à la surface active de la plaque de réglage (14), une encoche à section variable et à surface cylindrique qui est tangente au plan du tronçon "a" de la plaque de réglage suivant sa génératrice et qui traverse les plans supérieurs des saillies en coin suivant une parabole (10) dont le sommet est situé sur la ligne d'intersection des tronçons inclinés de la plaque (14).

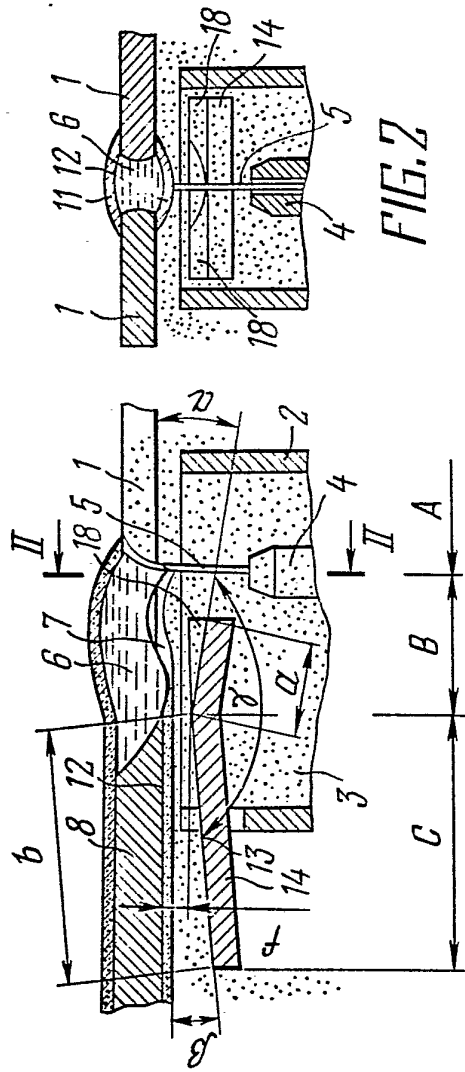


FIG. 1

FIG. 2

