

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 01.04.15.

③③ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.06.17 Bulletin 17/24.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : CLESID LORBER — FR.

⑦② Inventeur(s) : DAVENE JEAN GEORGES, LAF-
FITTE JEAN GABRIEL et ENJOLRAS YVAN SYLVAIN.

⑦③ Titulaire(s) : CLESID LORBER.

⑦④ Mandataire(s) : CLESID LORBER.

⑤④ BRAS CONDUCTEUR EN AVIER AMAGNETIQUE RENFORCE PAR UN MATERIAU A BASSE RESISTIVITE.

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif d'alimentation en
énergie électrique et de support mécanique des électrodes
d'un four électrique à arcs ou d'un four poche destiné à équi-
per une aciérie ou une fonderie.

Il est constitué d'un bras conducteur (13) en acier ama-
gnétique renforcé par un revêtement à basse résistivité si-
tué à l'intérieur du caisson du bras (132) constitué de demi-
coquilles (131) soudées sur la fibre neutre et disposant d'un
refroidissement intérieur (8). Le caisson est fermé par des
pièces en acier inoxydable amagnétique [133] rapportées
par soudure [135] sur le dit caisson. Ces pièces reçoivent
d'un côté les fixations des cosses des câbles électriques
(12) et de l'autre le patin en contact avec l'électrode en gra-
phite qui est plaquée sur le bras par l'étrier de la pince (14).



La présente innovation est relative à un dispositif d'alimentation en énergie électrique et de support mécanique des électrodes d'un four électrique à arcs ou d'un four-poche, destiné à équiper une aciérie ou une fonderie.

L'invention est présentée à l'aide des dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement un four électrique et les composants du circuit électrique de puissance d'un four électrique à arcs.
- la figure 2 représente une vue en élévation et en partie en coupe longitudinale du bras conducteur objet de l'invention
- la figure 3 représente la section transversale du mêmes bras avec un refroidissement complet par la surface intérieure,
- la figure 4 représente la même section avec des modes de refroidissement intérieurs partiels.

Le circuit secondaire d'alimentation d'un four électrique à arcs comme présenté sur la figure 1 , placé entre le transformateur de puissance [4] et la charge à fondre [7] est composé des éléments suivant : le jeu de barres [11] de sortie du transformateur [4] situé dans le bâtiment du transformateur [5], les câbles souples [12], les bras [13] actionnés par les mâts [16], les pinces d'électrodes [14], les électrodes de graphite [15] et les arcs (ou l'arc) [17].

Les porte-électrodes avec des bras conducteurs ont été développés dans les années 1980 et cette technologie est aujourd'hui généralisée pour les fours électriques à arcs, en aciérie et en devenir dans les fonderies d'acier. Ils présentent une simplification du montage en supprimant les tubes d'amenée de courant, une réduction –recherchée à l'origine- de la réactance du système

Ce bras conducteur qualifié ici de conventionnel est un caisson de section rectangulaire de dispositions diverses, rectilignes ou coudées, fabriqué de tôles épaisses en acier au carbone de 15 à 30 mm d'épaisseur dont la surface extérieure est recouverte de cuivre sur une épaisseur de 4 à 6 mm ; les extrémités sont constituées de plaques en cuivre. Le dépôt du cuivre sur la tôle en acier au carbone est obtenu par placage par explosion pour que le contact soit intime entre eux ; une circulation d'eau interne au caisson assure le refroidissement de l'ensemble. Les tôles des caissons sont soudées aux angles sur toute leur longueur, et ces soudures sont revêtues, de cuivre ou d'étain soudé ou brasé.

Les bras [13] des porte-électrodes comme représentés sur la figure 1, sont soumis à des contraintes mécaniques, thermiques, magnétiques et physico-chimiques qui les sollicitent fortement, allant jusqu'à entraîner des dégradations des équipements, des bras eux-mêmes [13], des mâts [16], de la superstructure [2] ou de la cuve du four [3].

Les contraintes mécaniques sont celles d'une potence avec flexions, torsions et vibrations.

Les contraintes thermiques sont de trois ordres, en premier une ambiance générale autour des bras de porte-électrode de 80°C, puis des périodes courtes mais sévères de rayonnement des électrodes [15], de la cuve du four [31] quand la voûte [32] est ouverte, de présence de flammes et de gaz chauds, plus exceptionnellement, de projections de métal et de laitier liquides, enfin des pertes ohmiques dues au passage du courant électrique.

Les contraintes électromagnétiques sont dues aux fortes intensités de courant parcourant les parties conductrices et à leurs variations inhérentes au fonctionnement du four.

Les contraintes physico-chimiques sont produites par fusion-évaporation des matériaux introduits au four dans et hors du four et par le dégagement de poussières chargées d'oxydes métalliques.

Les bras conducteurs conventionnels ont apporté à l'exploitant une réduction significative des coûts d'entretien, des coûts des pièces de rechange et des coûts de fonctionnement.

Cependant ils présentent des inconvénients dont l'origine vient d'une part de la répartition du courant, largement majoritaire (environ 85%) dans le cuivre, réduite dans l'acier au carbone mais concentrée à l'interface des deux matériaux suite au phénomène d'épaisseur de peau et d'autre part de la fragilité du cuivre aux propriétés dégradées par les contraintes thermiques. L'importance des contraintes mécaniques entraîne alors des fissurations aux angles et sur les faces des revêtements.

Le brevet EP0080954 (A1) -1983-06-08 fait état d'un bras conducteur entièrement en acier amagnétique, y compris l'extrémité amont.

10 L'acier amagnétique (ou austénitique) a, en comparaison avec l'acier au carbone :

- une perméabilité magnétique relative beaucoup plus faible,
- la résistivité électrique la plus forte par rapport aux autres matériaux (10 à 20 fois) et il faut noter que le bras conducteur fabriqué en seul acier amagnétique possède une résistance trop élevée (au-delà de 5 fois celle du bras plaqué en cuivre) pour les bras parcourus par de fortes intensités (au-delà de 15 kA),
- 15 - une épaisseur de peau plus élevée (jusqu'à 50 fois), donc une meilleure répartition du courant dans la masse conductrice,
- une conductibilité thermique un peu moins bonne,
- une résistance mécanique plus élevée,
- une résistance aux agents chimiques plus élevée, y compris par rapport à celle du cuivre.

20 La description de l'invention se rapporte aux figures 2, 3 et 4.

Compte tenu des caractéristiques de l'acier amagnétique, par exemple inoxydable austénitique, il est possible de constituer le bras conducteur [13], objet de l'invention, dans lequel la partie conductrice principale, par exemple le cuivre [132] est rapportée par soudure, par boulonnage, par co-laminage ou par placage à l'intérieur des parois du caisson [131] réalisées avec ce type d'acier. La zone recouverte de cuivre peut de plus être partielle ou avec des épaisseurs différentes, pour tenir compte des inégalités de passage de courant électrique. En effet des disparités importantes de densité de courant, dues aux phénomènes d'irrégularité de forme et de proximités entre les bras d'un four, existent sur la périphérie du bras. Les positions des parties conductrices sont choisies avant la fermeture du caisson, elles permettent aussi d'ajuster l'équilibre des réactances entre les 3 bras d'un four à courant alternatif. Les arrondis de formage ont sur leur extérieur un rayon supérieur à 30mm.

30 Les extrémités [133] du bras conducteur [13], sont elles aussi en acier amagnétique. Elles sont en variante recouvertes de cuivre ou garnies d'inserts en cuivre ou autre matériaux bon conducteur de l'électricité sur une partie de leur surface extérieure pour assurer la continuité du passage du courant électrique avec les pièces qui y sont raccordées.

35 D'autres technologies de type inserts peuvent aussi être appliquées pour améliorer les contacts électriques entre le cuivre et l'acier inoxydable.

La paroi extérieure, en acier inoxydable amagnétique, les arrondis aux angles et la position des soudures apportent au bras conducteur [13] objet de l'invention des performances améliorées par rapport au bras conventionnel eu

égard aux contraintes thermiques (chaleur ambiante et projections), aux contraintes chimiques (acier inoxydable) et aux contraintes mécaniques (y compris vibratoires).

Les parties conductrices [132] rapportées à l'intérieur du caisson [131] sont mieux refroidies par le fluide de refroidissement [8] que lorsqu'elles sont placées en paroi extérieure du dit caisson, étant au contact direct de l'eau de refroidissement qui circule dans des canaux de sections adaptées. Le refroidissement par l'eau [8] peut être complet [81] figure 3 ou partiel comme représenté figure 4, par des tubes brasés [82] des angles coupés soudés [83] des angles coupés incurvés [84]

On comprendra mieux l'innovation en s'appuyant sur les schémas des figures 2 et 3.

Le bras conducteur [13] comme représenté sur les figures 2 et 3, a pour structure de base le caisson en acier inoxydable amagnétique [131] d'épaisseur 20 mm, constitué de 2 demi-coquilles formées et associées longitudinalement par soudure [134] avec l'enveloppe cloisonnée placée à l'intérieur. Les coquilles sont plaquées par explosion, préalablement à leur formage, d'un revêtement en cuivre [132] de 7 mm d'épaisseur. Les rayons extérieurs de courbures des angles de formage sont de 65 mm. Les extrémités du caisson [131] sont fermées par des pièces en acier inoxydable amagnétique [133] rapportées également par soudure [135] avec le dit caisson.

Le cuivre est en contact direct avec l'eau de refroidissement [81] qui circule à l'intérieur du bras conducteur [13] dans une chemise de mise en circulation constituée par une enveloppe cloisonnée [136] et le caisson [131] avec son dépôt de cuivre [132]. Cette enveloppe cloisonnée [136] est aussi maintenue en position par les soudures [134].

L'intérieur de l'enveloppe cloisonnée [136] est utilisé pour le passage de tuyauteries en direction de la pince et du mécanisme de serrage de pince, non représentés, pour les besoins en fluides de refroidissement, d'arrosage des électrodes, de puissance pour le mécanisme de serrage.

Le courant électrique circule à partir des câbles [12] par la plaque d'extrémité en acier inoxydable [133] sur laquelle leurs cosses sont boulonnées, puis majoritairement par le revêtement en cuivre [132] et en partie par le caisson en acier inoxydable [131] puis enfin par la plaque d'extrémité en acier inoxydable [133] sur laquelle la pince [14] est raccordée.

Le circuit en cuivre est bien refroidi et bien protégé des contraintes mécaniques. La distribution du courant électrique entre cuivre et acier inoxydable est homogène en particulier dans et à proximité des angles arrondis. Les paramètres électriques, impédance en particulier, d'un bras conducteur objet de l'invention sont équivalents à ceux des bras conducteurs conventionnels.

REVENDEICATIONS

1. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche caractérisé par une construction qui comporte une enveloppe extérieure en acier amagnétique garnie intérieurement de matériau bon conducteur de l'électricité et des extrémités également en acier amagnétique.
- 5 2. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche suivant la revendication 1 caractérisé par le fait que le matériau bon conducteur peut ne recouvrir qu'une partie de la surface intérieure du bras.
3. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche suivant les revendications 1 et 2 caractérisé par le fait que le matériau bon conducteur de l'électricité est plaqué par explosion sur l'acier amagnétique
- 10 4. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche suivant les revendications 1 et 2 caractérisé par le fait que le matériau bon conducteur de l'électricité est soudé sur l'acier amagnétique.
5. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche suivant les revendications 1 et 2 caractérisé par le fait que le matériau bon conducteur de l'électricité est boulonné sur l'acier amagnétique.
6. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche suivant les revendications 1 et 2 caractérisé par le fait qu'un matériau bon conducteur de l'électricité est co-laminé avec l'acier amagnétique.
- 15 7. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche suivant les revendications 1 à 6 caractérisé par le fait que l'acier amagnétique est de l'acier inoxydable austénitique.
8. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche suivant les revendications 1 à 6 caractérisé par le fait que le rayon extérieur de formage est au moins égal à 30mm
- 20 9. Bras conducteur de four électrique à arcs ou de four poche suivant les revendications 1 à 7 caractérisé par le fait que la nature du matériau bon conducteur de l'électricité est le cuivre.

Figure 1
Vue d'ensemble four électrique

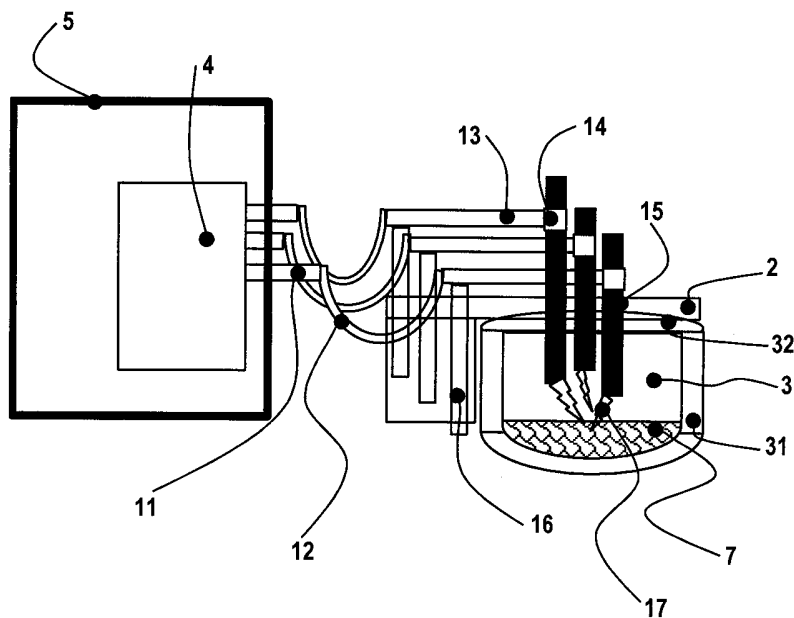


Figure 2
Vue extérieure et coupe longitudinale partielle
du bras conducteur objet de l'invention

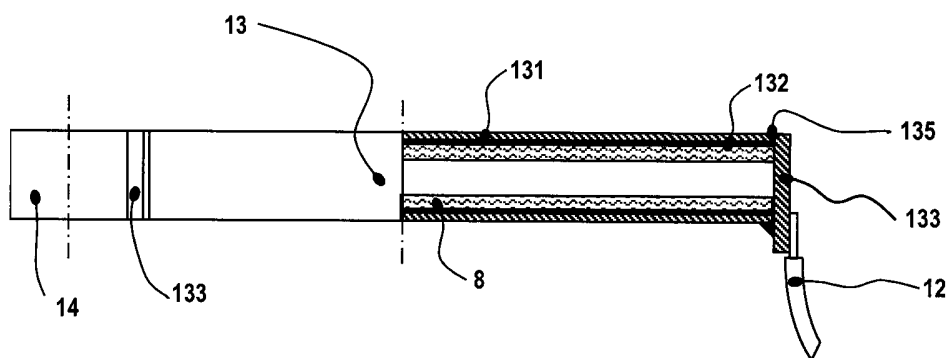


Figure 3
Section bras conducteur objet de l'invention
avec refroidissement complet

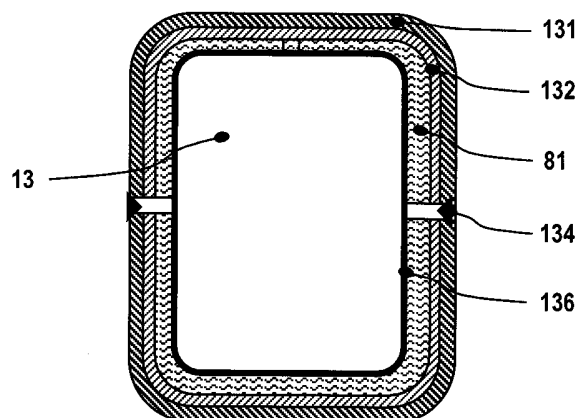


Figure 4
Section bras conducteur objet de l'invention
avec refroidissement aux angles

