



MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

NUMERO DE PUBLICATION : 1000868A3

NUMERO DE DEPOT : 8700976

Classif. Internat.: B24D

Date de délivrance : 25 Avril 1989

Le Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d' invention, notamment l' article 22;

Vu l' arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d' invention, notamment l' article 28;

Vu le procès verbal dressé le 01 Septembre 1987 à 14h15
à l' Office de la Propriété Industrielle

ARRETE :

ARTICLE 1.- Il est délivré à : INSTITUT PROBLEM NADEZHNOСТИ I
DOLGOVECHNOСТИ MASHIN AKADEMII NAUK BELORUSSKOI SSR.
ulitsa Akademicheskaya 12, Minsk(UNION SOVIETIQUE)

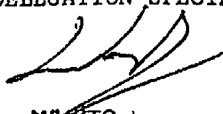
représenté(e)s par : KEUTERICKX Joseph, OFFICE PARETTE (Fred. Maes),
Avenue d'Auderghem 33 Bte 4 - 1040 - BRUXELLES.

un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE DE FORMATION D'UN REVETEMENT DIAMANTE.

INVENTEUR(S) : Nil Nikolaevich Dorozhkin, Leninsky prospekt 72a, kv. 18, Minsk (SU);Alexandr Mikhailovich Yarkovich, ulitsa Lermontova 19, kv. 44, Minsk (SU);Marat Artemovich Belotserkovsky, ulitsa Mogilevskaya 8, korpus 2, kv. 21i, Minsk (SU);Anatoly Mikhailovich Bocharov, ulitsa Shevchenko 68, kv. 10, Smolensk (SU);Vitaly Alexeevich Vereschagin, ulitsa Kozlova 6, kv. 11, Minsk (SU);Viktor Ivanovich Zhornik, ulitsa Raduzhnaya 6, kv.59, Minsk (SU);Alexei Georgievich Razumovsky, ulitsa Kommunisticheskaya 5, kv. 22, Smolensk (SU);Nikolai Abramovich Savchenkov, ulitsa Nikolaeva 5, kv. 6, Smolensk (SU)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l' invention, sans garantie du mérite de l' invention ou de l' exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeur(s).

Bruxelles, le 25 Avril 1989
PAR DELEGATION SPECIALE :


WUYTS L
Directeur

"Procédé de formation d'un revêtement diamanté".

La présente invention concerne la technologie des constructions mécaniques et notamment un procédé de formation d'un revêtement diamanté.

Le procédé revendiqué trouve application pour la fabrication des outils diamantés pour l'usinage des métaux et des matières non métalliques utilisés dans les constructions mécaniques, l'industrie du bâtiment, l'industrie de la bijouterie, la production agricole et la médecine.

10 On connaît un procédé de formation des revêtements diamantés au moyen de la précipitation d'un métal par électrolyse à partir d'un électrolyte, les particules de diamant étant fixées sur la surface d'un outil à l'aide de ce métal (URSS A, 351689).

15 Le revêtement formé sur un outil par ce procédé est caractérisé par une médiocre résistance d'adhérence (10 à 40 MPa), une haute porosité et une faible épaisseur, qui dépend de la composition granulométrique de la poudre de diamant. Ces caractéristiques du revêtement
20 sont dues aux conditions imparfaites de contact entre le métal déposé de l'électrolyte, le diamant et la surface de l'outil.

L'emploi d'un tel outil est limité. Le rendement de ce procédé est médiocre par suite d'une faible
25 vitesse de formation du revêtement.

On connaît un procédé de formation d'un revêtement diamanté (Japon, A, 51-752) consistant à appliquer, sur une ébauche, une charge contenant une poudre de diamant et une matière de matrice plastique, à

presser cette charge et à la soumettre ensuite à un frittage pendant une longue période dans une atmosphère contrôlée à une température ne dépassant pas la température de décomposition (transformation) du diamant.

Les revêtements formés selon ce procédé, ayant une haute résistance d'adhérence, sont caractérisés par une porosité élevée (20 à 40%) et une faible concentration en diamant (jusqu'à 40% en volume) ce qui abaisse leur durée de vie.

Ce procédé présente un rendement médiocre, une consommation importante d'énergie par suite de l'emploi d'un équipement de forte puissance pour le pressage et une longue durée du frittage réalisé dans des fours renfermant une atmosphère contrôlée.

En outre, ce procédé ne permet pas de former les revêtements sur des pièces de forme compliquée.

Le but de la présente invention est de créer un procédé de formation d'un revêtement diamanté permettant d'élever le rendement de production et d'obtenir également un revêtement, dont la résistance d'adhérence et la teneur en diamant sont plus élevées.

Le procédé de formation d'un revêtement diamanté selon l'invention consiste à appliquer une charge contenant une poudre de diamant sur la surface d'un métal, à la fritter sous une pression comprise entre 10 et 50 MPa et sous l'action d'un courant électrique impulsif orienté de la charge vers le métal d'une intensité de 0,3 à 1,2 kA/mm² et dont le rapport de la durée d'impulsion à la période est compris entre 0,25 et 1,0.

Le procédé revendiqué assure une augmentation de la résistance d'adhérence du revêtement de 30 à 50% grâce à des conditions favorables à la réalisation des

des processus de diffusion dans la zone de contact des particules de la charge et de la surface du métal.

Grâce à un effet de densification à chaud lors du frittage, la porosité des revêtements formés n'est pas 5 supérieure à 3%.

Le procédé revendiqué permet d'augmenter le rendement de 5 à 10 fois par comparaison avec les procédés connus grâce au chauffage rapide de la charge assuré par l'action thermique des impulsions du courant électrique. 10

Préférenciellement on utilise, dans le procédé revendiqué, une charge électroconductrice, dont la résistance électrique spécifique est de $0,05 \cdot 10^{-6}$ à $0,3 \cdot 10^{-3}$ ohm/m et dont la composition est la suivante, % 15 en volume :

- poudre de diamant 24 à 60
- matière de matrice d'une résistance électrique spécifique comprise entre 0,014 et 1,7. $\cdot 10^{-6}$ ohm/m complément à 100 20

L'utilisation d'une telle charge permet de former des revêtements, dont la teneur maximale en diamant (60%) leur confère une haute résistance à l'usure et à la corrosion.

25 Selon une variante de réalisation du procédé, la charge contenant la poudre de diamant est appliquée sur la surface de l'outil par répartition dans un élément perforé fabriqué à partir d'une matière, dont la résistance électrique spécifique est comprise entre 30 0,014 et $1,7 \cdot 10^{-6}$ ohm/m.

L'utilisation d'un élément perforé dans le procédé revendiqué permet de créer des revêtements dont les propriétés sont une fonction choisie du volume.

Le procédé de l'invention s'effectue de la manière suivante.

On applique une charge contenant une poudre de diamant sur la surface d'un métal et on la fritte sous
5 une pression de 10 à 50 MPa et sous l'action d'un courant électrique impulsionnel, dont la densité est de 0,3 à 1,5 kA/mm² et le rapport entre la durée d'impulsion et la période est de 0,25 à 1,0.

Pour obtenir des revêtements diamantés avec de
10 hautes propriétés physiques et mécaniques, il est indispensable de réunir les conditions favorables pour le pressage à chaud. Ces conditions sont remplies lorsqu'on soumet la charge à l'action de la pression et d'un courant électrique impulsionnel assurant une
15 haute vitesse de son chauffage (5 à $8 \cdot 10^3$ °C/s). Cette vitesse de chauffage intensifie le déroulement des processus de diffusion jusqu'à une vitesse supérieure à la vitesse des processus d'oxydation dans le métal, ce qui contribue à la formation d'un revêtement caractérisé par une haute résistance d'adhérence et une
20 basse porosité.

Les paramètres qu'on a choisis pour le processus de frittage assurent une action thermique si courte sur le diamant que même une température dépassant la
25 température de la destruction du diamant ne provoque pas sa graphitisation.

Quant à l'application d'une charge sur la surface d'un métal, il est possible de la réaliser soit par pulvérisation gazothermique soit en formant librement
30 une couche à l'aide d'un élément électroconducteur perforé.

Dans ce mode de réalisation, on prévoit l'utilisation soit d'une charge électroconductrice, soit

d'une charge composée d'une poudre de diamant répartie dans un élément perforé faisant fonction de matière de la matrice.

Le procédé de l'invention ne nécessite aucun
5 équipement spécial pour l'application de la charge sur le métal du fait que la structure du revêtement se forme au stade du frittage avec des vitesses élevées de chauffage de la charge.

De ce fait, ce procédé est caractérisé par un
10 haut rendement compris entre 0,6 et 1 m²/h et une basse consommation d'énergie qui ne dépasse pas 0,3 à 0,4 kW·h/kg.

Si on met en oeuvre une pulvérisation gazothermique, il est recommandé d'utiliser une charge électro-
15 conductrice, dont la résistance électrique spécifique est comprise entre 0,05·10⁻⁶ et 0,3·10⁻³ ohm/m et dont la composition est la suivante (% en volume) :

- poudre de diamant 24 à 60
- matière de matrice, dont la résis-
20 tance électrique spécifique est
comprise entre 0,014 et
1,7 ·10⁻⁶ ohm/m complément à 100

Le passage stable d'un courant impulsionnel d'une densité comprise entre 0,3 à 1,5 kA/mm² est obtenu
25 dans le cas où la résistance électrique spécifique de la charge ne dépasse pas 0,3·10⁻³ ohm/m. Le frittage de la charge s'effectue en un régime thermique stable contribuant à la formation d'un revêtement diamanté caractérisé par une porosité inférieure à 3% et une
30 résistance d'adhérence allant jusqu'à 100 MPa. L'élévation de la résistance électrique au-dessus de cette valeur conduit à la déstabilisation du processus de frittage entraînant la fusion localisée de la charge.

Les revêtements alors obtenus sont caractérisés par une haute porosité et une faible résistance d'adhérence.

Dans le cas où la résistance électrique spécifique de la charge est inférieure à $0,05 \cdot 10^{-6}$ ohm/m le processus de frittage n'a pas lieu.

La résistance électrique de la charge est déterminée, en général, par les propriétés électriques et physiques de la matière de la matrice du fait que la poudre de diamant est caractérisée par une résistance électrique spécifique élevée.

La matière de matrice ayant ces propriétés électriques et physiques joue le rôle d'un conducteur, dont la résistance active engendre, sous l'action du courant impulsionnel électrique appliqué sur cette charge, un dégagement de chaleur nécessaire au frittage de la charge.

La matière de la matrice fait aussi fonction d'une enveloppe protectrice qui empêche l'altération du diamant pendant la pulvérisation gazothermique.

La limite inférieure de la résistance électrique spécifique de la matière de la matrice, soit $0,014 \cdot 10^{-6}$ ohm/m, est déterminée en fonction de la teneur maximale du revêtement en diamant (60%). Ces revêtements sont caractérisés par une haute résistance à l'usure et à la corrosion. Il est également possible d'utiliser des métaux à haute température de fusion comme matière de la matrice. Le procédé revendiqué permet d'obtenir des revêtements dans la structure desquels on a profité au maximum des propriétés physiques et mécaniques du diamant et de la matière de la matrice.

La limite supérieure de la résistance électrique spécifique de la matière de la matrice ($1,7 \cdot 10^{-6}$ ohm/m) est déterminée en fonction de la méthode d'application de la charge sur la surface du métal.

5 Pour obtenir des revêtements avec des propriétés imposées, on utilise une charge composée d'une poudre de diamant répartie par un élément perforé disposé sur la surface du métal et réalisé à partir d'une matière, dont la résistance électrique spécifique est
10 comprise entre 0,014 et $1,7 \cdot 10^{-6}$ ohm/m.

Comme élément perforé, on peut utiliser par exemple des bandes métalliques perforées ou des tamis. Cet élément remplit les fonctions de la matière de la matrice qu'on vient de décrire ci-dessus. Le passage
15 du courant électrique impulsionnel dans la direction de la charge vers le métal provoque une déformation plastique de l'élément perforé qui assure la fixation du diamant sur la surface du métal. En variant la disposition des trous de la bande ou du tamis et leur
20 géométrie, on obtient une teneur du revêtement en poudre de diamant en fonction du volume qui détermine les propriétés du revêtement. Ainsi, les propriétés physiques et mécaniques d'un revêtement formé à partir d'une charge d'une seule composition peuvent varier
25 suivant sa section. On élargit ainsi le domaine de l'utilisation et l'efficacité de l'utilisation des revêtements diamantés. L'utilisation des éléments perforés permet d'appliquer les revêtements sur des surfaces géométriques compliquées.

30 Les caractéristiques physiques et mécaniques des revêtements et leurs caractéristiques d'utilisation telles que : limite de résistance d'adhérence, porosité, intensité de coupe ont été déterminées à l'aide

des méthodes standardisées.

On donne ci-dessous des exemples concrets de la mise en oeuvre du procédé de l'invention.

Exemple 1.

- 5 On pulvérise par la méthode à la flamme de gaz une poudre composée de 24% en volume de poudre de diamant, dont la granulométrie est de 50/40 μm et d'une poudre de "placage" de nickel, dont la résistance électrique spécifique est de $0,09 \cdot 10^{-6}$ ohm/m sur une ébauche d'acier d'un outil destiné à
- 10 la coupe des cristaux de diamant. La résistance électrique spécifique de la charge est de $2,0 \cdot 10^{-5}$ ohm/m. La pulvérisation est effectuée à la distance de 200 mm. L'épaisseur de la couche pulvérisée est de 0,1 mm. On pose l'ébauche recouverte de la
- 15 charge entre des électrodes branchées sur une source de courant électrique impulsionnel, on les serre sous une pression de 26 MPa et on les fait traverser dans la direction de la charge vers le métal par le courant électrique, dont la densité est de $1,08 \text{ kA/mm}^2$, et le rapport entre la durée d'impulsion et
- 20 la période est égal à 0,25.

Après le frittage, les caractéristiques physiques et mécaniques du revêtement diamanté sont suivantes :

- | | | |
|----|--|-------|
| | - limite de la résistance d'adhérence, MPa | 75 |
| | - porosité, % | 2 |
| 25 | - intensité de coupe, mg/mn | 1,75. |

Exemple 2.

- On pulvérise, par la méthode à la flamme de gaz, une charge composée de 60% en volume de poudre de diamant, dont la granulométrie est de 50/40 μm et d'une poudre de
- 30 "placage" d'argent, dont la résistance électrique spécifique est de $0,016 \cdot 10^{-6}$ ohm/m, sur une plaque d'acier. La résistance électrique spécifique de la charge est de $1,3 \cdot 10^{-4}$ ohm/m. La distance de la pulvérisation est

de 200 mm. L'épaisseur de la couche pulvérisée est de 0,25 mm. On pose la plaque recouverte de la charge entre les électrodes branchées sur une source de courant électrique impulsif, on les serre sous une

4 pression de 50 MPa et on applique un courant électrique impulsif, qui les traverse dans la direction de la charge vers le métal dont la densité est de 0,31 kA/mm², et le rapport entre la durée d'impulsion et la période est égal à 0,5.

10 Après le frittage, les caractéristiques physiques et mécaniques du revêtement diamanté sont les suivantes :

- limite de la résistance d'adhérence MPa 65
- porosité, % 1

15 Exemple 3.

On pulvérise, sur une plaque d'acier par la méthode à la flamme de gaz, une charge composée de 40% en volume de poudre de diamant, dont la granulométrie est de 80/63 µm, de 48% en volume de cuivre et de 12%

20 en volume de nichrome, dont les résistances électriques spécifiques sont respectivement de $0,018 \cdot 10^{-6}$ et $1,1 \cdot 10^{-6}$ ohm/m. La distance de la pulvérisation est de 200 mm, l'épaisseur de la couche pulvérisée est de 0,25 mm. On pose la plaque avec la charge entre les

25 électrodes branchées sur une source de courant électrique impulsif on les serre sous une pression de 10 MPa et on applique un courant électrique impulsif dans la direction de la charge vers le métal dont la densité est de 1,2 à 1,3 kA/mm², et le rapport

30 entre la durée d'impulsion et la période égal à 0,30.

Après le frittage, les caractéristiques physiques et mécaniques du revêtement sont la suivantes :

- limite de la résistance d'adhérence, MPa 90
- porosité, % 3

Exemple 4.

On place, sur une ébauche d'acier d'un outil
 5 pour tailler des cristaux de diamant, une bande en
 zinc de 0,25 mm d'épaisseur avec des trous de 0,10 mm
 de diamètre, dont la résistance électrique spécifique
 est de $0,06 \cdot 10^{-6}$ ohm/m. On répartit la charge conte-
 10 nant 25% en volume de poudre de diamant de granulomé-
 trie 80/63 μm sur la bande de manière que seuls les
 trous soient remplis, totalement, de la poudre de dia-
 mant. Ceci fait, on relie la bande garnie de la pou-
 dre à des électrodes en bronze branchées sur une
 source de courant électrique impulsionnel, on la met
 15 sous une pression de 50 MPa et puis on la fait tra-
 verser dans la direction de la charge vers le métal
 par un courant électrique impulsionnel, dont la den-
 sité est de $1,0 \text{ kA/mm}^2$, et le rapport entre la durée
 d'impulsion et l'impulsion est égal à 1,0.

20 Après le frittage, les caractéristiques physi-
 ques et mécaniques du revêtement sont les suivantes :

- limite de la résistance d'adhérence, MPa 80
- porosité, % moins de 1
- intensité decoupe, mg/mn 1,87

25 Exemple 5.

On pose, sur l'ébauche d'acier d'un outil pour
 le dégrossissage des cristaux de diamant, un tamis en
 acier de 0,5 mm d'épaisseur avec des trous de 0,2 mm
 de diamètre, dont la résistance électrique spécifique
 30 est de $0,1 \cdot 10^{-6}$ ohm/m. On répartit la charge contenant
 24% en volume de poudre de diamant d'une granulométrie
 de 163 μm sur le tamis de manière que les trous seuls
 soient remplis, totalement, de la poudre de diamant.

On relie la plaque formée par le tamis et la poudre aux électrodes d'une source de courant électrique impulsionnel, on la met sous une pression de 35 MPa et on applique un courant électrique impulsionnel, 5 qui la traverse dans la direction de la charge vers le métal de densité $0,31 \text{ kA/mm}^2$ avec un rapport entre la durée d'impulsion et la période de 0,3.

Après le frittage, les caractéristiques physiques et mécaniques du revêtement diamanté sont les 10 suivantes :

- limite de la résistance d'adhérence, MPa 85
- porosité, % moins de 1
- intensité de coupe, mg/mn 1,91

Exemple 6.

15 On pose sur une plaque d'acier un tamis en nickel, dont l'épaisseur est de 0,1 mm, perforé de trous de 0,05 mm de diamètre et présentant une résistance électrique spécifique de $0,12 \cdot 10^{-6} \text{ ohm/m}$. On répartit la charge contenant 50% de poudre de diamant 20 de granulométrie de $50/40 \mu\text{m}$ sur le tamis de façon que seuls les trous soient remplis, totalement, de la poudre. On relie la plaque formée du tamis et de la poudre aux électrodes d'une source de courant électrique impulsionnel, on la serre sous une pression de 25 10 MPa et on applique un courant électrique impulsionnel dans la direction de la charge vers le métal de densité $1,5 \text{ kA/mm}^2$ et de rapport entre la durée d'impulsion et la période égal à 0,3.

Les caractéristiques physiques et mécaniques du 30 revêtement diamanté après son frittage sont les suivantes :

- limite de la résistance d'adhérence, MPA 70
- porosité, % moins de 1.

REVENDICATIONS

1. Procédé de formation d'un revêtement diamanté consistant à appliquer une charge contenant une poudre de diamant sur la surface d'un métal puis à la fritter, caractérisé en ce que le frittage de la charge s'effectue sous une pression de 10 à 50 MPa et sous l'action d'un courant électrique impulsional la traversant dans la direction de la charge vers le métal dont la densité est de 0,3 à 1,5 kA/mm², et le rapport entre la durée d'impulsion et la période est comprise entre 0,25 et 1,0.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on utilise une charge électroconductrice, dont la résistance électrique spécifique est de $0,05 \cdot 10^{-6}$ à $0,3 \cdot 10^{-3}$ ohm/m et dont la composition est (% en volume) :

- poudre de diamant 24 à 60
- matière de matrice, dont la résistance électrique spécifique est de $0,014$ à $1,7 \cdot 10^{-6}$ ohm/m complément à 100

3. Procédé selon l'une des revendications 1 et 2 caractérisé en ce qu'on répartit la charge, constituée par une poudre de diamant, dans un élément, disposé sur métal à diamanter, perforé, formé en une matière, dont la résistance électrique spécifique est comprise entre $0,14$ et $1,7 \cdot 10^{-6}$ ohm/m, tel qu'une bande perforée ou un tamis.



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BE 8700976
B0 399

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	US-A-2 509 652 (R.H. RUSHMER et al.) * Revendications *	1,2	B 24 D 18/00
A	DE-A-3 537 331 (WERNICKE & CO. GmbH) * Résumé *	3	
A	US-A-3 854 898 (WHITNEY Jr. et al.)		
A	FR-A-2 020 424 (IMPREGNATED DIAMOND PRODUCTS LTD)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			B 24 D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
25-05-1988		ESCHBACH D.P.M.	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BE 8700976
BO 399

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 06/06/88
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A- 2509652		Aucun	
DE-A- 3537331	23-04-87	Aucun	
US-A- 3854898	17-12-74	US-A- 3983357	28-09-76
FR-A- 2020424	10-07-70	CH-A- 489334	30-04-70
		DE-A, B 1950880	18-06-70
		GB-A- 1279413	28-06-72
		SE-B- 359050	20-08-73