

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 21 septembre 1982.

(30) Priorité

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 12 du 23 mars 1984.

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

(71) Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-BRANDT, So-
ciété Anonyme. — FR.

(72) Inventeur(s) : Raymond André, Germaine Binder, Pierre-
Yves Le Tiec et Jean-Jacques Maisseu.

(73) Titulaire(s) :

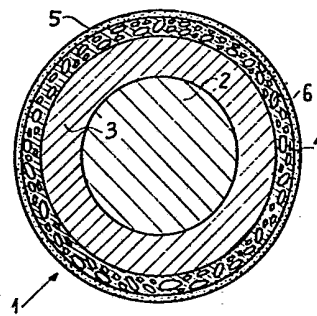
(74) Mandataire(s) : Philippe Guilguet.

(54) Conducteur électrique émaillé à faible coefficient de frottement, procédé de fabrication, et moyens de mise en œuvre.

(57) Conducteur électrique émaillé à faible coefficient de frottement et lubrifié 1 comprenant au niveau de la surface de son revêtement d'émail extérieur 4, et sans abaisser la classe initiale de température de ce revêtement d'émail, une combinaison d'un émail en une matière électriquement isolante dans la masse de laquelle est incorporé un lubrifiant solide interne sous forme de granules 6, et d'un lubrifiant externe sous forme d'une pellicule 5.

Procédé de fabrication de ce conducteur émaillé lubrifié comprenant un traitement thermique du revêtement d'émail extérieur 4 à une température élevée.

Moyens de mise en œuvre de ce procédé comprenant pour ce traitement thermique, un four à convection fonctionnant à une température supérieure à 600 °C.



CONDUCTEUR ELECTRIQUE EMAILLE
A FAIBLE COEFFICIENT DE FROTTEMENT,
PROCEDE DE FABRICATION,
ET MOYENS DE MISE EN OEUVRE.

La présente invention concerne un conducteur électrique émaillé à faible coefficient de frottement, un procédé de fabrication de ce conducteur et des moyens de mise en oeuvre de ce procédé.

5 Un conducteur émaillé est habituellement utilisé dans la fabrication des bobinages pour machines électriques ou tous autres composants électriques. La réalisation de ces bobinages se fait souvent à des vitesses relativement élevées, sur des machines à bobiner automatiques ou semi-automatiques.

10 Durant l'opération d'enroulement, le conducteur électrique émaillé est soumis à des frottements élevés. Si le conducteur émaillé est pourvu d'un coefficient de frottement relativement grand, il risque de se produire un mauvais rangement, une usure prononcée de la couche d'email ou une rupture de ce conducteur,
15 créant non seulement des perturbations dans le fonctionnement des machines à bobiner mais également un changement dans la qualité ou les caractéristiques électriques et mécaniques des bobinages réalisés.

Plusieurs solutions ont été proposées pour diminuer le coefficient de frottement des conducteurs électriques émaillés mais ces
20 solutions connues ne donnent jusqu'à présent que des résultats médiocres et irréguliers. La qualité et les caractéristiques électriques et mécaniques des bobinages réalisés en subissent désavantageusement les conséquences.

25 La première de ces solutions consiste à rendre glissant le conducteur électrique émaillé en l'enduisant d'un film de lubrifiant tel que la paraffine, une cire ou de l'huile, mais le résultat enregistré s'avère insuffisant et très irrégulier.

Une autre solution consiste soit à remplacer dans le conducteur l'émail ou le revêtement en matière isolante habituelle par un revêtement en polyhexaméthylène adipamide connu sous la dénomination commerciale de Nylon qui a une meilleure aptitude au glissement que celle de beaucoup de matières isolantes habituelles soit à ajouter une surcouche de Nylon à un conducteur à émail en matière isolante habituelle. Les résultats obtenus montrent que cette solution apporte une amélioration par rapport à la première solution mais ces résultats restent irréguliers. On a essayé de pallier cet inconvénient, en lubrifiant le conducteur émaillé à surcouche en Nylon. Une amélioration supplémentaire a été ainsi enregistrée mais les résultats restent médiocres et irréguliers.

Une autre solution consiste à revêtir le conducteur d'un émail dont les constituants des couches externes sont modifiés par l'adjonction d'une résine silicone lesquels forment un mélange homogène. Selon une telle structure de ces couches externes de l'émail, une amélioration est apportée au coefficient de frottement du conducteur. Cependant cette amélioration se révèle insuffisante.

La présente invention, ayant pour but d'éviter ces inconvénients, permet de réaliser un conducteur électrique émaillé à faible coefficient de frottement et lubrifié présentant sur toute sa longueur un bon et homogène pouvoir de glissement qui le rend excellemment adapté à la réalisation, sur des machines à bobiner automatiques ou semi-automatiques fonctionnant à grande vitesse, de bobinages présentant une excellente qualité et une grande constance dans leurs caractéristiques électriques et mécaniques. Ce conducteur électrique émaillé lubrifié permet d'obtenir dans cette fabrications de bons résultats excellemment réguliers. Cette régularité est plusieurs fois supérieure à celle d'une combinaison connue d'un émail à bon coefficient de glissement telle que du polyhexaméthylène adipamide ou nylon et d'un lubrifiant externe.

Un autre avantage très important est que l'invention permet de conserver intégralement la classe de température de l'émail auquel elle est appliquée tel n'est pas le cas dans l'application d'une surcouche en nylon par exemple.

L'invention est particulièrement applicable aux conducteurs émaillés monocouches de classe de température élevée telle que les classes de température égale ou supérieure à 180°C.

5 Elle a également pour objet un procédé de réalisation de ce conducteur électrique émaillé lubrifié, et des moyens de mise en oeuvre de ce procédé. Selon l'invention un conducteur émaillé à faible coefficient de frottement ayant au moins un revêtement d'email en une matière électriquement isolante, est caractérisé en ce qu'il comprend au niveau de la surface externe de son revêtement
10 d'email extérieur et sans abaisser la classe initiale de température de cet email, une combinaison d'un email en une matière électriquement isolante dans la masse de laquelle est incorporé un lubrifiant solide interne sous forme de granules ou particules, et d'un lubrifiant externe sous forme d'une pellicule.

15 Pour mieux faire comprendre l'invention on en décrit ci-après un exemple de réalisation illustré par un dessin ci-annexé qui représente une vue en coupe transversale d'un conducteur électrique émaillé à faible coefficient de frottement et lubrifié, les différentes parties du conducteur n'étant pas illustrées suivant une même
20 échelle.

Le conducteur électrique émaillé lubrifié illustré 1 comprend une âme métallique 2, un revêtement d'email isolant de base 3 et selon une caractéristique importante de l'invention, un revêtement d'email isolant de finition à lubrifiant solide interne 4, combiné avec
25 un lubrifiant externe sous forme d'une pellicule 5.

Le revêtement d'email isolant de base 3 est constitué par une ou plusieurs couches en une matière synthétique habituelle électriquement isolante telle qu'un polyester, un polyesterimide, un polyvinylformal, un polyamide-imide, polyuréthane, une résine époxy, une
30 résine acrylique, un polyimide ou tout autre email ayant un bon pouvoir d'isolation électrique et une bonne résistance à une température qui est habituellement exigée pour le cas des conducteurs électriques émaillés.

Le revêtement d'email isolant de finition 4 est constitué par une ou plusieurs couches en une matière synthétique électriquement

isolante habituelle ayant une bonne résistance chimique et mécanique dans la masse de laquelle est incorporé un lubrifiant solide sous forme particulaire ou granulaire de manière que la surface de la couche extérieure soit uniformément remplie de granules 6 de ce lubrifiant solide. Autrement dit la totalité de la surface de la couche extérieure du revêtement d'émail de finition 4 est pourvue d'une manière relativement uniforme d'une forte concentration de granules 6 de lubrifiant solide. Ce lubrifiant solide interne est constitué par une substance lubrifiante telle qu'une cire de la famille des polyéthylènes englobant polyéthylène homopolymère, polyéthylène oxydé, à groupement acide carboxylique, à groupement ester, à groupement amide, une cire de polyvinyléther, une cire polymère fluoré, une cire polyamide de bas poids moléculaire.

La pellicule de lubrifiant externe liquide 5 est constituée par un film d'un lubrifiant choisi parmi les huiles lubrifiantes, les paraffines, les cires d'origine naturelle ou synthétique.

L'aptitude au glissement d'un conducteur électrique émaillé peut être évaluée selon une méthode connue sous le nom de méthode de la torsade, publiée par exemple, dans la Revue "Cuivre Laiton et Alliage" N° 126 de 1973 pages 13- 18.

Dans cette méthode, une torsade est formée avec deux brins du conducteur dont l'aptitude au glissement est à évaluer. A un bout de cette torsade, l'extrémité de l'un des brins de la torsade est attachée à un point fixe, et au bout opposé de cette torsade, l'extrémité de l'autre brin de la torsade est reliée à un dynamomètre. L'aptitude au glissement du conducteur est mesurée par l'effort nécessaire pour obtenir un déplacement uniforme de l'un des brins par rapport à l'autre. Une régularité de l'aptitude au glissement du conducteur est évaluée par une comparaison des résultats de plusieurs mesures identiques effectués sur des torsades formées avec d'autres tronçons de ce même conducteur. Pour mieux illustrer les résultats de mesure, des mesures analogues sont effectuées sur des torsades formées avec des tronçons d'autres types de conducteurs, ce qui permet de faire une comparaison entre les résultats de mesures obtenues.

TABLEAU I

Conducteur émaillé à âme métallique de diamètre 0,58 m m	Lubrification externe	Méthode "torsade" Effort de glissement évalué en grammes - moyenne de dix mesures	Ecart type
Email de base polyestéri- mide de classe H et une surcouche amide-imide	sans	3 980	187
	paraffine	3 360	374
Email de base polyesteri- mide de classe H et une surcouche en Nylon	sans	1 800	210
	paraffine	920	120
Email de base polyesteri- mide de classe H et une surcouche amide-imide contenant 0,5% en poids de cire de polyéthylène	paraffine	640	30

Dans ces mesures de glissement, la torsade est réalisée avec un nombre de tours égal à 14, selon la norme française NF C 26310.

5 Dans le tableau I, à partir de la gauche, la première colonne indique la nature du conducteur émaillé, la deuxième colonne donne des indications sur une combinaison du revêtement d'email du conducteur émaillé de la première colonne et d'un lubrifiant constitué par exemple par un dépôt de paraffine, la troisième colonne
10 indique l'effort évalué en grammes, nécessaire pour obtenir un déplacement uniforme de l'un des brins d'une torsade à deux brins par rapport à l'autre brin dans la méthode "de la torsade", et la quatrième colonne indique les écarts types en grammes relevés dans une comparaison des résultats d'une dizaine de mesures.

D'après le tableau I, un conducteur émaillé à email de base de classe H en polyesterimide et une surcouche amide imide présente
15 une très mauvaise aptitude au glissement et exige un effort de 3980 grammes appliqué à son extrémité pour obtenir son déplacement uniforme dans la mesure selon la méthode de la torsade. Un écart type de 187 grammes provenant d'une comparaison des résultats d'une dizaine d'opérations de mesures indique l'importance de
20 l'irrégularité de l'aptitude au glissement du conducteur émaillé. Quand cette irrégularité est grande, le conducteur émaillé n'est pas ou très mal adapté à la réalisation de bobinages sur des machines à bobiner automatiques ou semi-automatiques fonctionnant à grande
25 vitesse, car cette irrégularité crée dans le fonctionnement de ces machines des perturbations qui se traduisent par des ruptures du conducteur par exemple. Cette irrégularité se traduit également par des irrégularités de rangement du conducteur dans les bobinages réalisés et entraîne par conséquent des variations dommageables dans la qualité et les caractéristiques mécaniques et électriques de
30 ces bobinages.

Une combinaison connue dans un conducteur émaillé entre un email constitué par un email de base de classe H en polyester imide et une surcouche amide imide à mauvais coefficient de glissement et un lubrifiant liquide externe permet d'abaisser l'effort appliqué à

son extrémité à 3360 grammes dans une mesure selon la méthode de la torsade. Cependant l'irrégularité dans l'aptitude au glissement du conducteur lubrifié est par contre passée à 374 grammes. Cette grande irrégularité entraîne des graves conséquences déjà rappelées dans un paragraphe précédent.

La solution connue qui consiste à ajouter une surcouche en Nylon à un conducteur émaillé à email de base de classe H en polyesterimide permet de baisser l'effort appliqué à son extrémité dans une mesure selon la méthode de la torsade, jusqu'à 1800 grammes, mais ne permet pas de résoudre le problème d'irrégularité dans l'aptitude au glissement du conducteur car cette irrégularité se situe à un niveau nettement trop élevé qui est de 210 grammes. En outre, cette surcouche de nylon appliquée sur l'email de base abaisse systématiquement la classe initiale de température de cet email de base.

Une combinaison connue dans un conducteur émaillé entre une surcouche en matière isolante à bon coefficient de glissement et un lubrifiant externe permet dans le cas d'une surcouche en Nylon de faire descendre l'effort dans la mesure selon la méthode de la torsade, à 920 grammes. Par contre l'irrégularité dans l'aptitude au glissement du conducteur reste à un niveau élevé de 120 grammes.

Un conducteur émaillé à email en Nylon et lubrifié tout en constituant une amélioration certaine reste insuffisamment adapté à la réalisation de bobinages sur machines à bobiner fonctionnant à grande vitesse.

Une combinaison nouvelle apportée par la présente invention, entre un email de base en une matière électriquement isolante habituelle renfermant dans sa masse et notamment dans sa surface, des particules ou granules d'un lubrifiant solide appelé lubrifiant interne, et un lubrifiant externe donne d'après le tableau I des résultats surprenants. L'effort appliqué à l'extrémité du conducteur dans les mesures selon la méthode de la torsade se réduit à 640 grammes tandis que l'écart type qui mesure l'irrégularité de l'aptitude au glissement du conducteur tombe à 30.

L'aptitude au glissement du conducteur émaillé lubrifié selon l'invention est pratiquement régulière ou constante. La régularité est ainsi quatre fois supérieure à celle d'une combinaison connue d'un émail en matière isolante à bon coefficient de glissement telle que du polyhexaméthylène adipamide ou Nylon et d'un lubrifiant externe. En outre cette combinaison apportée par l'invention n'entraîne pas un abaissement de la classe initiale de température de l'émail de base.

Un procédé de réalisation du conducteur émaillé à émail renfermant des particules de lubrifiant interne solide et combiné avec un lubrifiant externe comprend une mise en place sur une âme métallique 2, d'un revêtement d'émail 3 en une matière isolante habituelle, en une ou plusieurs couches, d'un revêtement d'émail 4 en une matière isolante habituelle dans la masse de laquelle sont incorporées des particules ou granules 6 d'un lubrifiant solide, et d'une pellicule d'un lubrifiant 5.

Dans ce procédé les particules ou granules 6 d'un lubrifiant solide tel qu'une cire de polyéthylène sont obtenues avec une solution chaude de ce lubrifiant dans un solvant tel que du xylène, porté à une température supérieure à celle du point de trouble, et additionnée, sous forte agitation, avec un liquide froid tel que le xylène ou tout autre solvant, compatible avec la matière isolante de base de l'émail sous forme de liquide ou vernis, pour obtenir dans cette solution une précipitation de granules ou particules 6 de l'ordre de 0,1 à 50 microns.

La mise en place sur l'âme métallique 2 des revêtements d'émail 3 et 4 comprend une enduction de vernis correspondant en une ou plusieurs couches suivie d'un traitement thermique pour éliminer les solvants et réticuler les résines.

Selon une caractéristique importante, le traitement thermique du revêtement d'émail de finition 4 est réalisé à une température supérieure à 550° C et de préférence à une température située entre 600° C et 700° C. Un traitement thermique à cette température relativement élevée permet d'obtenir positivement non seulement

une forte remontée des particules ou granules 6 à la surface de la couche extérieure du revêtement d'émail de finition 4, mais également une remontée uniforme de ces particules sur la totalité de la surface de ce revêtement 4. Il en résulte que dans le conducteur émaillé réalisé, existe sur l'ensemble de sa surface, une concentration uniforme et forte de granules ou particules de lubrifiant solide 6.

Dans un premier exemple type, de préparation d'un vernis constituant le revêtement d'émail 4 contenant un lubrifiant interne, 441 grammes d'une cire de polyvinyl éther, dont la température de fusion est de 45° à 50°C, est dissoute à 120°C dans 2800 cm³ de xylène. A cette solution limpide et chaude sont ajoutés sous forte agitation, 5600 cm³ de xylène froid pour obtenir une suspension de cire de vinyléther dont l'agitation est maintenue jusqu'à ce que la température tombe à 25°C. Une suspension de polyvinyl éther est obtenue ; la taille des particules de la dispersion s'échelonne de 0,1 à 100 microns. Elle est en moyenne de l'ordre de 15 microns. Cette dispersion est ensuite mélangée au vernis constituant l'émail à raison de 0,1 à 1 % de cire en poids par rapport au poids de la matière isolante de base de ce vernis et ce mélange est maintenu en agitation continue jusqu'à son dépôt sur le conducteur muni de son revêtement de base 3.

Dans un deuxième exemple de préparation d'un vernis constituant le revêtement d'émail 4 en deux couches contenant un lubrifiant interne et appliqué par un exemple sur un conducteur de cuivre 0,58 mm muni d'un revêtement d'émail de base 3 formé en 6 couches d'un vernis constitué d'une résine polyester imide, fabriquée à partir d'un diacide aromatique, d'un anhydride acide, d'une diamine aromatique et de polyols dont l'un est le trishydroxy éthyl 2 isocyanurate, au vernis polyester imide est incorporée sous agitation constante, une suspension de cire de polyvinyl éther du premier exemple dans une proportion telle que la concentration de cire soit de 1 % en poids par rapport au poids de la matière isolante de ce vernis.

A la sortie du four d'émaillage est appliqué sur ce conducteur émaillé et sans cuisson, un film lubrifiant à base de cire d'abeille.

Le conducteur émaillé ainsi obtenu, possède une classe de température de 180° C.

5 Dans un troisième exemple de préparation d'un vernis constituant le revêtement 4 d'email de finition, 441 grammes d'une cire de polyéthylène oxydé est dissoute à 120° C dans 2800 cm³ de xylène. A cette solution limpide et chaude sont ajoutés sous forte agitation, 5600 cm³ de xylène froid pour obtenir une suspension de cire de
10 polyéthylène dont l'agitation est maintenue jusqu'à ce que la température tombe à 25° C. Une suspension de polyéthylène stable est obtenue, la taille moyenne des particules de la dispersion est de l'ordre de 15 microns. Cette dispersion est ensuite mélangée au vernis constituant l'email de finition 4 à raison de 0,1 à 1 % de cire
15 en poids par rapport au poids de la matière isolante de base de ce vernis et ce mélange est maintenu en agitation continue jusqu'à son dépôt sur le conducteur muni de son revêtement de base 3.

Dans un quatrième exemple de préparation d'un vernis constituant le revêtement d'email 4 en deux couches contenant un
20 lubrifiant interne et appliqué par exemple sur un conducteur de cuivre de 0,58 mm muni d'un revêtement d'email de base 3 formé en 6 couches d'un vernis constitué d'une résine polyester imide analogue à celui de l'exemple 2, à un vernis constitué d'une résine polyamide imide fabriquée à partir d'un diacide aromatique, d'un dianhydride et
25 d'un diisocyanate aromatique ou d'une diamine aromatique, est incorporée sous agitation constante, une suspension de cire de polyéthylène oxydé possédant une température de fusion de 140°C et un indice d'acide de 28 et qui est préparée d'une manière analogue à celle du troisième exemple dans une proportion telle que la
30 concentration de cire soit de 0,25 % en poids par rapport au poids de la matière isolante de ce vernis.

A la sortie du four d'émaillage est appliqué sur ce conducteur émaillé et sans cuisson un film lubrifiant de paraffine.

Le conducteur émaillé ainsi obtenu est de classe de température de 200°C.

5 Dans un cinquième exemple de préparation d'un vernis constituant le revêtement d'émail 4 en deux couches contenant un lubrifiant interne et appliqué par exemple sur un conducteur de cuivre de 0,58 mm muni d'un revêtement de base 3 formé en 6 couches d'un vernis constitué d'une résine polyamide imide fabriqué à partir d'un diacide aromatique, d'un dianhydride et d'un diisocyanate aromatique ou d'une diamine aromatique, au vernis polyamide imide est incorporée sous agitation constante une suspension de cire de polyéthylène comportant sur sa chaîne hydrocarbonée des groupements acides carboxyliques, d'un indice d'acide de 140 et une température de fusion de 80°C, préparée d'une manière analogue à celle du premier exemple par dissolution à 120°C dans du xylène puis précipitation à froid, dans une proportion telle que la concentration de cire soit de 0,5 % en poids par rapport au poids de la matière isolante de ce vernis.

10 A la sortie du four d'émaillage est appliqué sur ce conducteur émaillé et sans cuisson un film lubrifiant de cire de polyéthylène.

20 Le conducteur émaillé ainsi obtenu possède une classe de température de 210°C.

Dans un sixième exemple de préparation d'un vernis constituant le revêtement d'émail 4 en deux couches contenant un lubrifiant interne et appliqué par exemple sur un conducteur de cuivre de 0,58 mm on applique de façon connue par exemple en 6 couches un émail de base déposé à partir d'un vernis constitué d'une résine polyester fabriquée à partir de diacide aromatique et de polyols dont l'un est le tris hydroxy éthyl 2 isocyanurate, à un vernis polyamide imide analogue à celui du quatrième exemple, est incorporée sous agitation constante, une suspension de cire de polyéthylène homopolymère possédant une température de fusion de 115°C et préparée d'une manière analogue à celle du premier exemple dans une proportion telle que la concentration de cire soit de 0,25 % en poids par rapport au poids de la matière isolante de ce vernis.

A la sortie du four d'émaillage est appliqué sur ce conducteur émaillé et sans cuisson, un film lubrifiant d'huile minérale.

Le conducteur émaillé ainsi obtenu est de classe de température de 200°C.

5 Les moyens de mise en oeuvre du procédé ci-dessus comprennent en-dehors des machines de type connu qui ne sont pas décrites en détail, au moins dans le traitement thermique des revêtements d'émail de finition 4, un four de type à convection fonctionnant à
10 une température supérieure à 600° C, qui permet de porter rapidement le conducteur émaillé traité à une température élevée. Une remontée rapide de la température de traitement dans le conducteur soumis au chauffage permet de favoriser une remontée uniforme et positive des particules ou granules de lubrifiant solide à la surface du revêtement de finition 4.

15 Une combinaison nouvelle entre un émail en matière isolante habituelle renfermant des particules ou granules d'un lubrifiant solide interne 6 et un lubrifiant externe permet d'améliorer substantiellement l'aptitude au glissement du conducteur réalisé par rapport au conducteur émaillé connu et d'obtenir une grande constance ou une bonne régularité de cette aptitude au glissement,
20 surtout le long du conducteur émaillé lubrifié de l'invention, décrit dans les paragraphes précédents.

REVENDEICATIONS

1. Conducteur émaillé à faible coefficient de frottement ayant au moins un revêtement d'émail en une matière électriquement isolante, caractérisé en ce qu'il comprend, au niveau de la surface externe de son revêtement d'émail extérieur ou revêtement d'émail de finition (4) et sans abaisser la classe initiale de température de ce revêtement d'émail, une combinaison d'un émail en une matière électriquement isolante dans la masse de laquelle est incorporé un lubrifiant solide interne sous forme de granules ou particules (6), et d'un lubrifiant externe sous forme d'une pellicule (5).

2. Conducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le lubrifiant solide interne sous forme de granules ou particules (6) incorporé dans l'émail en une matière électriquement isolante, est constitué par une cire de la famille des polyéthylènes englobant polyéthylène homopolymère, polyéthylène oxydé, à groupement acide carboxilique, à groupement ester, à groupement amide, et le lubrifiant externe sous forme d'une pellicule (5) est constitué par un dépôt de paraffine.

3. Conducteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le lubrifiant solide interne sous forme de granules ou particules (6) incorporé dans l'émail en matière électriquement isolante, est constitué par une cire choisie parmi les cires de polyamide de bas poids moléculaires, de polyvinylether, de polymères fluorés, et le lubrifiant externe sous forme d'une pellicule (5) est constitué par un lubrifiant choisi parmi les huiles lubrifiantes, les paraffines, les cires d'origine naturelle ou synthétique.

4. Procédé de fabrication du conducteur de l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un traitement thermique du revêtement de finition (4) pourvu de particules ou granules (6) d'un lubrifiant solide interne, effectué à une température située de préférence entre 600° C et 700° C.

5. Moyens de mise en oeuvre du procédé de la revendication 4, caractérisés en ce qu'ils comprennent, pour le traitement thermique

du revêtement de finition (4) pourvu de particules ou granules (6)
d'un lubrifiant solide interne, du conducteur, un four à convection
fonctionnant à une température supérieure à 600° C.

1/1

