



## EDITO

Par Jacky LESAGE

Ancien Professeur de l'Université de Lille

Le congrès annuel de l'A3TS revêtait, cette année, une importance très particulière puisqu'il était associé au 24<sup>ème</sup> Congrès International de l'IFHTSE et à la Conférence Européenne sur le Traitement Thermique et l'Ingénierie des Surfaces.

Il s'agissait de rassembler les membres de la communauté scientifique et technique du domaine pour en présenter et discuter les dernières avancées.

S'agissant d'un congrès international, il a été demandé que toutes les communications orales et par affichage, les résumés et les articles soient présentés et rédigés en anglais. Les Comités d'Organisation et Scientifique ont pris un soin particulier à sélectionner les communications et les articles, organiser le déroulement du programme scientifique du congrès en thèmes bien identifiés et en sessions parallèles minutées avec précision pour que les participants, qui disposaient d'un programme papier détaillé, puissent passer d'un auditorium à l'autre sans risquer de perdre une partie d'un exposé. Grâce à la traduction simultanée, chacun a pu profiter au maximum de la qualité scientifique et de la clarté des communications.

Le programme scientifique du congrès a débuté par quatre présentations plénières sur l'évolution des matériaux et traitements appliqués aux trains d'atterrissage d'aéronef (P. Taylor, Safran Landing Systems), sur les critères de choix des matériaux utilisés pour satisfaire les contraintes du secteur automobile (Y. Chastel, Groupe Renault), sur les méthodes fines de caractérisation des matériaux et particulièrement des méthodes à faisceau d'ions concentrés pour la mesure des contraintes résiduelles à l'échelle microscopique (E. Bemporad, University Roma Tre) et enfin sur un large tour d'horizon sur les traitements thermochimiques de durcissement des surfaces de dernière génération (M.A.J. Somers, Technical University of Denmark).

Le programme des 80 conférences orales s'est ensuite poursuivi dans les deux auditoriums, tandis que les 30 communications par affichage se tenaient près du hall des nombreux exposants. La plupart des auteurs ont proposé un texte complet sous forme d'article scientifique qui a été rendu disponible pour le téléchargement à l'ensemble des participants. Une sélection de ces articles sera publiée très bientôt dans un numéro spécial de chacune des revues Matériaux et Techniques et Metallurgical Research and Technology.

Le Conseil d'Administration de l'A3TS m'a confié la tâche de mener à bien l'organisation scientifique de ce congrès. La qualité et la clarté scientifique des communications, la pertinence des thèmes abordés, le haut niveau des discussions et la forte participation ont montré que les objectifs fixés ont été atteints. Je m'en réjouis comme tous ceux qui ont participé à l'événement dans le merveilleux cadre de Nice et de sa Baie des Anges.

## Sommaire

|  |         |                                  |         |
|--|---------|----------------------------------|---------|
| ↳ Infos techniques                         | Page 2  | ↳ Projection thermique / laser   | Page 15 |
| ↳ La veille en une page                    | Page 4  | ↳ Traitement des alliages légers | Page 16 |
| ↳ Revêtements chimiques                    | Page 5  | ↳ Peintures                      | Page 17 |
| ↳ Revêtements électrolytiques              | Page 7  | ↳ Traitements des effluents      | Page 21 |
| ↳ Traitements thermiques / thermochimiques | Page 11 | ↳ Agenda                         | Page 23 |
| ↳ DLC / dépôts sous vide                   | Page 13 |                                  |         |

# INFOS TECHNIQUES

400 CONGRESSITES !



Après Venise en 2015, Savannah en 2016 (USA), le **24<sup>ème</sup> congrès s'est donc déroulé à NICE** et a accueilli plus de 350 participants, dont la moitié provenant de plus de 30 pays, avec plus de 85 contributions de 30 nationalités se produisant en deux sessions en parallèle et une session de 30 posters.

Une journée de conférences axée sur les traitements de surface s'est également tenue le mercredi 28 juin en parallèle.

Ce fut une occasion unique pour l'ensemble de la communauté du traitement thermique de se retrouver en un lieu commun et convivial, afin qu'universitaires, ingénieurs, techniciens, chercheurs, industriels, fournisseurs, équipementiers, puissent écouter, échanger, communiquer sur les derniers progrès du domaine.

Le programme scientifique du congrès a débuté par quatre présentations invitées, distinctes et de haut niveau. Elles ont porté en premier lieu sur l'état de l'art de l'évolution des matériaux et traitements appliqués aux trains d'atterrissage d'aéronef, puis se sont poursuivies sur les critères de choix des nombreux matériaux utilisés pour satisfaire les contraintes du secteur automobile. Les méthodes fines de caractérisation des matériaux n'ont pas été oubliées en accueillant un spécialiste des méthodes à faisceau d'ions de mesure des contraintes résiduelles à l'échelle microscopique. Et enfin, la dernière conférence plénière portait sur un large tour d'horizon sur les traitements thermo-chimiques de durcissement des surfaces et de dernières générations.

Le programme s'est déroulé ensuite sous la forme de deux sessions d'exposés en parallèle tout le long des deux journées et demi de conférence.

Les thèmes des exposés ont porté sur tous les aspects des matériaux métalliques, leur traitement thermique et thermo-chimique, tout en intégrant des aspects fondamentaux comme la modélisation des mécanismes de transformation de phases, la trempe par induction de pièces complexes, la trempe aux gaz et en milieu liquide ou autres et également des aspects plus appliqués qui porteront sur les traitements de durcissement superficiel des aciers, des frittés, aluminium et titane réalisés par divers procédés, de nitruration, cémentation, laser, induction, intégrant les traitements cryogéniques. Les revêtements PVD à usage tribologique ainsi que les aspects de mise en œuvre des procédés ont fait l'objet de présentations. Une session a été consacrée aux traitements réalisés sur pièces 3D et complexes issues de la fabrication additive. Les moyens de contrôle des procédés étaient nombreux et portaient sur la nitruration, la carbonituration, le niveau de déformation des pièces traitées, le revenu par induction et la cémentation basse pression par une approche nouvelle de type big data. Les traitements spécifiques de durcissement superficiel des aciers inoxydables sans perte de tenue à la corrosion ont également fait l'objet de nombreuses présentations tant scientifiques qu'applicatives.



## JOURNEE TECHNIQUE ORGANISEE PAR LA SECTION FRANCE-NORD-BELGIQUE LE 23/03/2017 A LENS (FRANCE)



Les participants sont venus nombreux assister à la journée technique concernant les traitements thermiques des métaux non ferreux.

Cette journée a été l'occasion de rappeler les principes fondamentaux des traitements thermiques de quelques alliages non ferreux parmi les plus répandus à base d'Aluminium, de Cuivre, de Titane ou de Magnésium et de montrer des exemples de leurs applications industrielles.

La journée a été introduite par Anne MOUFTIEZ représentante de l'A3TS Nord-Belgique. Mr Cédric Duszak et Mr Steven De Scheerder de SAPA ont présenté avec une animation le cas de durcissement par précipitation des alliages d'aluminium de la série 6000 (AlMgSi) pour les billettes d'extrusion.

Mr Yves Marchal de SONACA a décrit les étapes de fabrication et le contrôle des alliages d'aluminium à durcissement structural des séries 2000 (AlCu), 6000 et 7000 (AlZn) utilisés en aéronautique. Il a aussi évoqué les phénomènes non désirés liés aux traitements thermiques et le développement de matières à haute formabilité et de procédés de formage/usinage pour permettre de supprimer les traitements thermiques.

Mr Elie Saül Puchi de l'UNIVERSITE DE VALENCIENNES a consacré sa présentation sur les lois de comportement thermomécanique de l'alliage d'aluminium 6082 obtenus après expérimentation et modélisation pour réduire le phénomène d'usure.

Mr Christophe Brismalein de NEXANS a décrit le traitement thermique des alliages d'aluminium 1120, 6201 et 8000 (Al-Zr) utilisés pour application électrique. Le durcissement structural (par précipitation) permet d'augmenter aussi la conductivité électrique.

Mr Emmanuel Lenarduzzi de SPECITUBES a déterminé par expérimentation et modélisation l'épaisseur d'oxyde produite lors des traitements thermiques du titane pur (T40) et de l'alliage de titane (TA3V) afin de réduire le temps de décapage des tubes.

Mr Michel STUCKY du CTIF a exposé les traitements thermiques des alliages de magnésium et évoqué la nécessité d'utiliser une atmosphère protectrice pour des raisons de sécurité au feu.

Mr Olivier Tissot de l'INSTITUT EUROPEEN DU CUIVRE a présenté le cycle du cuivre de l'extraction jusqu'aux alliages du cuivre et Mr Thierry Soreau de LE BRONZE ALLOYS a présenté les différents types de traitements thermiques des alliages de cuivre : traitement de durcissement structural (CuCr1Zr), traitement de durcissement par décomposition spinodale (CuNi15Sn8), traitement martensitique (CuAlNiFe), recuit (Cupronickel) et détensionnement.

Les participants comprenant des industriels, prestataires de service, enseignants et des étudiants de l'université de Mons ont pu échanger avec les conférenciers sur le thème de traitement thermique des métaux non ferreux.

La journée technique s'est clôturée par une visite de la coulée, de la tréfilerie et du centre de recherche de l'entreprise NEXANS qui fabrique des fils de cuivre pour application électrique. La visite fut aussi très appréciée par les participants.



# LA VEILLE EN UNE PAGE

Quoi de neuf dans le dernier semestre: les plus assidus liront les analyses de la cinquantaine de publications retenues intégralement. Pour ceux qui voudraient saisir l'essentiel rapidement, voici le plus important en une page:

|  | Très intéressant   | Incontournable   |  |
|--|--|--|--|
| Procédé                                | Efficiencie améliorée  | Propriétés améliorées  | Applications améliorées  |
| Revêtements chimiques                  | Bain de galvanisation et four de recuit sans oxydation de surface            | Augmentation de la résistance à la fissuration du Ni-B   |  |
| Revêtements électrolytiques            | Chromage de pièces constituées d'un mélange PVC / ABS                        |  |  |
| Liquides ioniques                      |  |  | Electropolissage pour l'aéronautique<br>Dépôt d'aluminium pour l'énergie                           |
| Traitements duplex                     |  | Propriétés de DLC épais sur inox nitruré<br>Propriétés de dépôts céramiques HVOF/PVD                         | PVD sur acier Cr-Mo-V nitruré pour outillage de forgeage à chaud                                   |
| Traitements thermiques/thermochimiques | Procédé de refroidissement de pièces métalliques après nitruration           | Nitruration ou oxydation puis imprégnation pour une résistance élevée à l'usure et à la corrosion            | Carbonituration de composants d'injection  |
| DLC/dépôts sous vide                   | DLC revêtu d'une couche supplémentaire fermant les trous apparaissant en DLC | PVD nanostructurés/ amorphes base Al durs et résistants à l'usure<br>Si-DLC à fonctionnalité antimicrobienne | TiAlSiN PVD pour travail des métaux à températures élevées<br>Zr-Cu-Ag PVD amorphe pour le médical |
| Projection thermique/laser             | Dépôt laser grande vitesse substitut du chromage                             | Revêtement densifié par laser et projection thermique  |  |
| Traitement des alliages légers         |  |  | NiP sur titane<br>Al/CNT sur aluminium<br>Duplex HVOF+PVD  |
| Peintures                              |  | Promoteur d'adhérence sans chrome<br>Peinture améliorant le coefficient de frottement                        | Peinture base aqueuse pour machines<br>Peinture anti-givre pour éoliennes                          |
| Traitements des effluents              | Elimination du Cu, Ni, Cr par adsorption d'une mousse de carbone             |  | Traitement biologique d'effluents des eaux usées de l'industrie automobile                         |

## Publications

« Les articles dont les liens n'apparaissent pas sont issus d'une recherche sur les serveurs STN. Les références sont intégralement données (titre de la revue, date, numéro, pages...). Les références des auteurs et leurs coordonnées ont été limitées aux 2 premiers auteurs, les lecteurs qui souhaiteraient l'ensemble des références et adresses éventuelles des laboratoires peuvent le demander à l'A3TS »

# REVÊTEMENTS CHIMIQUES

**Augmentation de la teneur en bore de revêtements nickel-bore** (Increase of boron content in electroless nickel-boron coating by modification of plating conditions)

Vitry, V.; Bonin, L - Metallurgy Lab, UMONS, Mons, 7000, BE

Surface and Coatings Technology (2017), 311, 164-1 SSN: 0257-8972

Des revêtements de nickel à haute teneur en bore (7 à 9% en poids) sur substrats en acier doux ont été synthétisés en modifiant les conditions du bain de revêtement. Les revêtements ont été complètement caractérisés et comparés avec les revêtements obtenus dans les conditions habituelles de fonctionnement, avant et après un traitement thermique à 400°C pendant 1 h dans une atmosphère de protection. La morphologie obtenue est similaire aux revêtements à mi-bore (5-6% en poids de B). De même, la plupart des propriétés des revêtements déposés est également similaire. Cependant, l'effet du traitement thermique est très différent sur les deux types de revêtements. Alors que les revêtements à mi-bore sont cristallisés en totalité dans le système Ni<sub>3</sub>B, le revêtement à teneur en bore élevée est multiphase. Les revêtements sont également différents en termes de comportement de dureté avec une augmentation très importante pour les revêtements à mi-bore et une moindre modification dans le cas du bore à teneur élevée. La résistance à l'abrasion des deux types de revêtements est similaire avant traitement thermique et les revêtements à haute teneur en bore présentent un comportement légèrement meilleur après traitement thermique. Cependant, le comportement à l'usure par frottement des revêtements à mi-bore est nettement meilleur que celui du nickel à haute teneur en bore.

**Augmentation de la résistance à la fissuration de revêtement Ni-B suivi d'un traitement de diffusion** (Improvement of Fracture Toughness of Boriding Layer by Plating Nickel Layer and Diffusing Heat-treatment)

Qiu Wan-Qi; Xiong Cheng, South China University of Technology, Guangzhou, CN

Les couches de bore sont largement utilisées pour leurs propriétés tribologiques et anti-oxydantes dans les applications à haute température en raison de leur dureté à haute température et de leur inertie chimique. Dans cette étude, les couches de nickel-bore sont obtenues par le procédé powder-pack appliqué sur la couche  $\gamma$ - (Fe, Ni) préparée par électrodéposition de nickel et par traitement thermique sur de l'acier 45CrNiMoV. La microdureté et la résistance à la fissuration de la couche de bore ont été étudiées par un test de micro-indentation. La morphologie et la structure de phase ont été analysées par microscope électronique à balayage (SEM) et diffraction aux rayons X (XRD). Les résultats montrent que la résistance à la fissuration de la couche de Ni-B est considérablement améliorée par ce procédé.

**Influence de la partie anionique des stabilisants dans les revêtements Ni-B** (Influence of the anionic part of the stabilizer on electroless nickel-boron plating)

Luiza, Bonin; Veronique, Vitry; Metallurgy Unit, Engineering Faculty, University of Mons, Mons, BE

Materials and Manufacturing Processes (2017); ISSN: 1042-6914

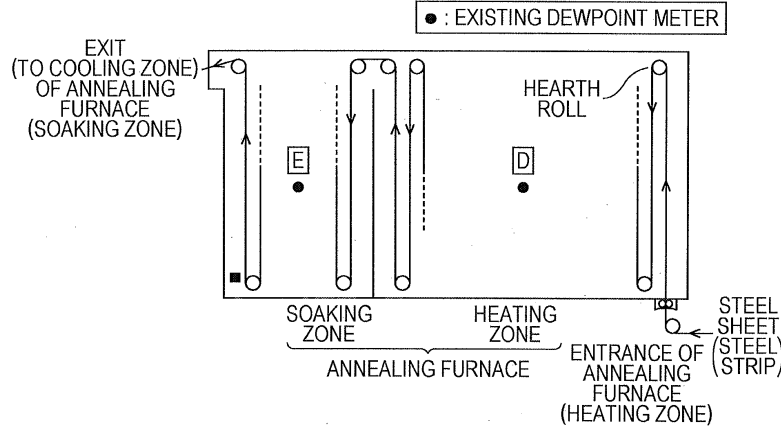
L'efficacité d'un nickelage chimique requiert l'utilisation d'un agent stabilisateur. Il fonctionne en bloquant l'activité catalytique sur les sites de germination indésirables et en régulant l'activité du substrat. Les systèmes de revêtement nickel-bore, qui utilisent du borohydrure de sodium (ou de potassium) comme agent réducteur, le plomb et les sels de thallium sont les stabilisants les plus usités. Cependant, il existe peu de connaissances sur la façon dont ces stabilisants agissent. Dans cette étude, quatre stabilisants différents à base de plomb ont été utilisés (tungstate, sulfate, nitrate et chlorure) dans des bains de nickel-bore à base de cholestérol. L'épaisseur, la compacité, la rugosité, la morphologie, la dureté et la structure de tous les revêtements obtenus ont été étudiés. Le chlorure a conduit à des dépôts plus minces et la teneur en bore a varié entre 5,5% en poids pour le tungstate de plomb et 6,5% en poids pour le nitrate de plomb et le sulfate de plomb, avec une teneur en plomb comprise entre 0,2 et 0,25% en poids. Les revêtements obtenus avec un bain stabilisé au tungstate de plomb étaient plus épais, plus durs et contenaient moins de bore et de plomb que les autres. Ceci montre l'influence de la partie anionique de l'agent stabilisant sur le procédé de plaqage.

**Bain de galvanisation et four de recuit** (Four Continuous hot-dip zinc plating facility)

Brevet : CN104204240 B 2017-03-08

Déposant : JFE STEEL / Inventeur(s) : SATO NOBUYUKI

L'objet de la présente invention est de fournir une ligne de galvanisation continue dans laquelle une tôle d'acier galvanisée peut être fabriquée régulièrement en empêchant l'oxydation de la surface de la tôle d'acier avec certitude dans un four de recuit. Une ligne de galvanisation continue ayant un four de recuit de type chauffage à rayonnement, consistant en un dispositif de chauffage et d'élimination de l'humidité. Le four de recuit est un élément important de l'invention. Il permet de contrôler régulièrement le point de rosée du gaz atmosphérique à -45° C ou moins et -80° C ou plus dans toute la zone de ce dernier.



**Bain de nickelage autocatalytique** (Aqueous electroless nickel plating bath and method of using the same)

Brevet : CN106661733 A 2017-05-10

Déposant : MACDERMID / Inventeur(s) : JANIK ROBERT, MICYUS NICOLE J, SCHUH RYAN

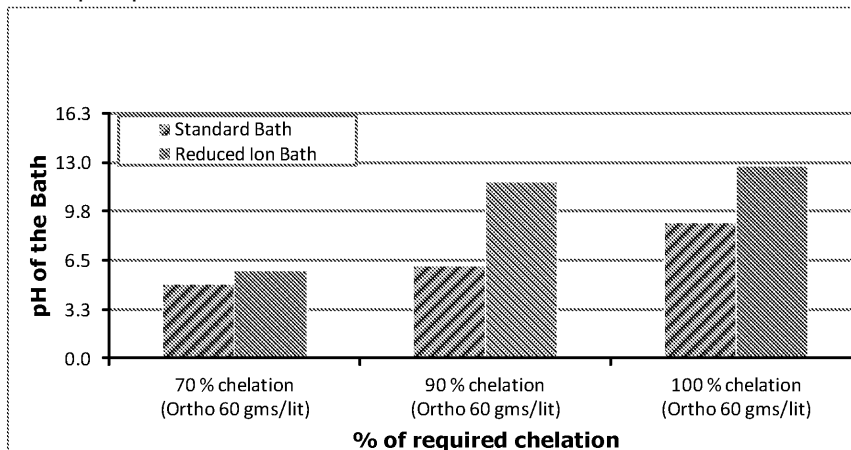
Méthode et matériel de réalisation d'un dépôt de nickel ayant une teneur en phosphore qui reste à environ 12% tout au long de la durée de vie du bain autocatalytique. La solution de nickel autocollant comprend une source d'ions nickel, un agent réducteur comprenant un hypophosphite; et un système de chélation comprenant un ou plusieurs acides dicarboxyliques et un ou plusieurs acides alpha-hydroxycarboxyliques. La solution de nickel peut également comprendre des stabilisants et des brillanteurs.

**Bain de revêtement Ni-P** (Electroless nickel-phosphorous plating baths with reduced ion concentration and methods of use)

Brevet : WO2017015054 A1 (2017-01-26)

Déposant : COVENTYA / Inventeur(s) : RUFFINI ALAN J, WOJCIK MATTHEW J, LAPLANTE JEAN, MISTY NILESH

Un bain de revêtement Ni-P sur un substrat revêtu de zinc alcalin comprend environ 1,0 g/l à moins de 5,0 g/l de Ni, environ 25 g/l à environ 40 g/l d'agent réducteur hypophosphoré et 0 à environ 120 g/l de sous-produit d'orthophosphite. Le bain de nickel-phosphore avec une concentration en orthophosphite allant jusqu'à environ 120 g/l permet de réaliser un dépôt que les bains traditionnels.



# REVETEMENTS ELECTROLYTIQUES

**Evaluation du décapage et du chromage de surfaces ABS, PVC et PVC/ABS** (Evaluation of the etching and chrome plating on the ABS, PVC, and PVC/ABS blends surface)

Kurek Ana Paula; de Araujo Pedro Henrique Hermes, Federal University of Santa Catarina, Florianopolis, BR  
Journal of Applied Polymer Science (10 Mar 2017), Volume 134, Number 10, arn: 44571, 22 refs. ISSN: 0021-8995

En remplacement de l'acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), qui est couramment utilisé dans la fabrication de pièces chromées, du polychlorure de vinyle (PVC), des pièces constituées d'un mélange PVC / ABS ont été réalisées par injection, décapées en solution sulfochromique à différentes concentrations, temps d'immersion et température. Elles ont ensuite été chromées par voie conventionnelle. Après le décapage, les surfaces des échantillons ont été analysées par microscopie électronique à balayage (SEM), microscopie à force atomique (AFM), en termes de rugosité et d'angle de contact, puis comparée à des surfaces ABS. Les dépôts métalliques ont été évalués par inspection visuelle et des tests d'adhérence ont été réalisés. La rugosité influence directement l'adhérence de la couche métallique. Le décapage augmente la mouillabilité de la surface. Pour obtenir une bonne adhérence de la couche métallique, des températures plus élevées, un temps d'immersion et une concentration élevée de la solution de décapage sont nécessaires. Une concentration de 350 g/L d'acide chromique et de 400 g/L d'acide sulfurique, une température de 70°C et un temps d'immersion de 15 minutes ont permis d'obtenir une bonne adhérence sur PVC et PVC / ABS.

**Anodes de titane vs anodes de plomb en chromage dur** (Titanium vs. Lead Anodes in Hard Chrome Plating)

Ebert, Thomas ; Friebel, Frank

Products Finishing, Vol. 81, No. 6, pp. 14-17, 20170301, ISSN: 0032-9940

Le plomb fait l'objet d'une vigilance aigüe à travers le monde. Aux États-Unis, les autorités de la santé et du travail réitèrent leurs avertissements. Même si les entreprises spécialisées dans l'électrodéposition travaillent depuis des décennies avec des substances dangereuses et maîtrisent leurs procédés, ce métal fait l'objet d'une critique de plus en plus vive. Ainsi, toute personne utilisant des anodes de plomb aux États-Unis doit s'inscrire auprès de l'Inventaire des Rejets Toxiques de l'EPA. Même pour une entreprise de galvanoplastie ne traitant que 29 kg de plomb en un an, l'inscription est requise. Les anodes dimensionnellement stables sont une alternative intéressante pour le chromage dur, avec une surface de platine sur du titane ou du niobium comme substrat de base. Les anodes plaquées en platine offrent de nombreux avantages dans le chromage dur. Pour obtenir des résultats parfaits, il est nécessaire d'adapter les anodes à la construction des composants à revêtir. Cela rend la réalisation d'anodes dimensionnellement stables possible (plaques, cylindriques, formes en T et formes en U).

**Bains électrolytique pour revêtement Zn-Ni** (Zinc-nickel alloy plating solution and plating method)

Brevet : US9644279 B2 2017-05-09

Déposant : NIPPON HYOMEN KAGAKU / Inventeur(s) : OMACHI MITSUHIRO, KANEKO ATSUSHI

Préparation d'un bain de nickelage faiblement acide et pouvant former de manière stable un revêtement ayant une teneur en nickel de 11 à 19% (de préférence de 12 à 18%), même à une densité de courant de 3A/dm<sup>2</sup> ou plus. Une solution d'électrolyse acide d'alliage de zinc-nickel qui contient un composé aminé représenté par la formule H 2 N-R1-R2 (dans laquelle : R1 représente [(CH 2) M -NH] L ou (CH 2) N; R2 représente H, NH 2 ou R 3; R3 est un groupe alcanol ou alcoyle ayant 1, 2, 3, 4 ou 5 atomes de carbone; L est 2, 3, 4 ou 5; M est 2, 3, 4 ou 5; Et N est 3, 4 ou 5) est proposée.

**Composition d'un bain électrolytique pour la réalisation de revêtements Zn et Zn-Ni** (Acidic zinc and zinc-nickel alloy plating bath composition and electroplating method)

Brevet : CN106661750 A (2017-05-10)

Déposant : ATOTECH / Inventeur(s) : KACZMAREK MICHAL, RICHTER ANTJE

La présente invention concerne une composition de bain électrolytique pour la réalisation de revêtements d'alliage de zinc ou de zinc-nickel acide comprenant une source d'ions zinc, éventuellement une source d'ions nickel, une source d'ions inorganiques choisis parmi les ions chlorure, les ions sulfate et leurs mélanges et au moins un dithiocarbamyle, l'acide alkylsulfonique ou un sel de celui-ci. La dite composition de bain et le procédé de revêtement correspondant aboutissent en des couches d'alliage de zinc ou de zinc-nickel ayant une puissance capacité de protection et une répartition d'épaisseur améliorées, en particulier lors du dépôt de substrats ayant une forme complexe.

## Composition d'un bain électrolytique pour la réalisation de revêtements Cu-Ni (Copper-nickel alloy electroplating bath and plating method)

Brevet : TWI580822 B 2017-05-

Déposant : DIPPUSORU DIPSOL CHEMICALS MENDIP SEOUL CHEMICALS / Inventeur(s) : INOUE MANABU, YUASA SATOSHI

La présente invention concerne un bain électrolytique pour la réalisation de revêtements en alliage cuivre-nickel qui est caractérisé en ce qu'il contient (a) un sel de cuivre et un sel de nickel, (b) un agent complexant métallique, (c) une pluralité de sels conducteurs, (d) un composé qui est choisi dans le groupe constitué par les composés disulfure, les acides aminés contenant du soufre et les sels de ces composés, (e) un composé qui est choisi dans le groupe constitué par les composés d'acide sulfonique, les composés sulfimides, les sulfamides, les composés acides, les sulfones amides et les sels de ces composés, et (f) un produit de réaction d'un éther glycidique et d'un alcool polyhydrique. Ce bain d'électrodéposition est également caractérisé par un pH de 3-8.

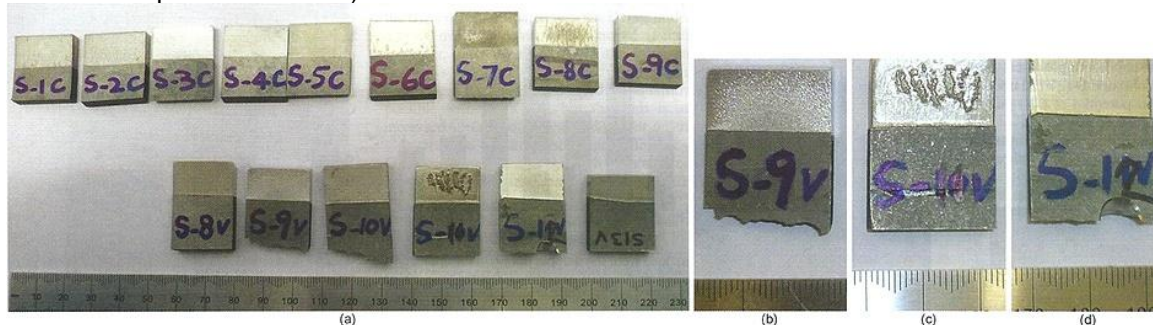
## LIQUIDES IONIQUES

### Electropolissage et décapage électrolytique de pièces aéronautiques de super alliages base Ni par HIP : Comparaison entre les DES et les électrolytes aqueux (Electropolishing and electrolytic etching of Ni-based HIP consolidated aerospaceforms : a comparison between deep eutectic solvents and aqueous electrolytes)

A.J. Goddard, R.C. Harris, Materials Centre, Department of Chemistry, University of Leicester, UK

Transactions of the IMF, Vol 15, n°3, p. 137, 2017

L'élaboration de pièces « test » de super alliages base Ni par HIP (Hot Isostatic Pressing) dans le domaine de l'aéronautique est réalisé dans une enceinte réfractaire dans lequel est placée la poudre d'alliage, conditionnée dans un moule en acier soumis à de fortes pressions isostatique afin d'en réaliser la compaction et frittage. En raison de la diffusion de l'acier au cours de la compression et de la rugosité des surfaces obtenues, il est nécessaire de recourir à un décapage et polissage des pièces ainsi formées. Ces opérations d'électropolissage sont généralement réalisées dans un mélange d'acide méthane sulfonique (MSA) et d'éthylène glycol (EG) en évitant les acides plus classiques que sont les acides nitriques, phosphoriques ou sulfuriques qui provoquent des attaques en piqûres. Si ce procédé MSA/EG donne de bons résultats, il est néanmoins coûteux en produit et énergie. Lors d'une collaboration entre l'Université de Leicester et Rolls-Royce (aéronautique) les auteurs ont étudié l'apport du mélange Ethylène Glycol – Chlorure de Choline (type Deep Eutectic Solvent – DES) dans ce domaine. Ils présentent les résultats issus de la caractérisation des surfaces obtenues après électropolissage sur différents alliages, dans le mélange DES, à différentes densités de courant et potentiel (examen des surfaces au MEB, AFM, profilométrie 3D et EDX : analyse élémentaire Ni et Fe) en réalisant des attaques sélectives de zones (variation de la protection) pour analyser l'efficacité des différents polissages. La comparaison du rendement électrochimique entre les différentes méthodes (MSA/EG et DES) fait apparaître un avantage pour le mélange DES (43 à 58% pour le DES et 28 à 35% pour le MSA/EG) suivant les conditions d'application et la composition des pièces « test ». Cependant les auteurs démontrent que l'optimisation des performances finales globales (état de surface, rapidité, coût) fait ressortir l'apport d'un mélange 90% DES et 10% MSA/EG qui permet de combiner à la fois la qualité (état de surface) du résultat obtenu par le mélange MSA/EG avec l'aspect économique (rendement Faraday et coût des produits du DES).



HIP-consolidated samples electropolished in 2Eg:ChCl, or MSA/GA; (a) over a range of constant current (S-xC) and constant voltage (S-xV) conditions; (b) sample S-9V electropolished for 120 min at 6 V in MSA/GA; (c) sample S-11V electropolished for 120 min at 10 V in 2Eg:ChCl; (d) sample S-12V electropolished for 120 min at 10 V in mixed electrolyte [90% 2Eg:ChCl: 10% MSA/GA]



## Dépôt d'aluminium en phase aqueuse (Aqueous Electroplating of Aluminum)

Hunaid Nulwala - LumiShield Technologies

Congrès NASF SUR/FIN 2017, JUNE 19-21, 2017, ATLANTA, GEORGIA

Présentation d'un procédé de dépôt d'aluminium sur acier au carbone pour améliorer la résistance à la corrosion développé par des chercheurs du National Energy Technology Laboratory et de l'Université de Carnegie Mellon. Le procédé appelé « Ionic Liquid Solvent for aluminum Electroplating Process Déposition » est proposé par la société LumiShield, basée à Pittsburgh et rattachée à la Carnegie Mellon University. Le procédé permet la déposition d'une couche d'aluminium et d'une couche d'oxyde d'aluminium sur acier au carbone dans une solution de sels de liquides ioniques à température et sous pression ambiante. La société LumiShield était présente au dernier congrès SUR/FIN (juin 2017) pour présenter son procédé de dépôt d'aluminium en phase aqueuse par complexation mais les composants qui complexent l'aluminium, pour abaisser le potentiel de réduction, n'ont pas été donnés.



# TRAITEMENTS DUPLEX

## Propriétés mécaniques et anti-corrosion de DLC épais et doux (DLC Mechanical and corrosion behavior of thick and soft DLC coatings)

E.L.Dalibón. L.Escalada. Surface Engineering Group, Universidad Tecnológica Nacional, AR  
Surface and Coatings Technology, Volume 312, 25 February 2017, Pages 101-109

Les revêtements DLC sont chimiquement inertes, ont un faible coefficient de frottement et une bonne résistance à l'usure. Selon la teneur en H et les liaisons  $sp^3$ , ils peuvent être classés en "doux" ou "durs". Dans ce travail, on étudie la corrosion et le comportement mécanique, ainsi que l'adhérence des revêtements DLC épais. Les revêtements, qui sont en fait des films de carbone hydrogéné amorphe contenant du silicium, ont été déposés par PACVD sur de l'acier inoxydable austénitique nitruré (échantillon duplex) et de l'acier inoxydable austénitique non nitruré (échantillon revêtu). Les films ont été caractérisés par spectroscopie EDS et Raman, la dureté a été évaluée par nanoindentation et la microstructure a été analysée par OM et SEM. Pour évaluer le comportement d'usure et le frottement, les tests au tribomètre pion-disque ont été réalisés. La résistance à l'abrasion a été testée à l'aide de l'essai ASTM G65-95 Dry Sand / Rubber Wheel. Des essais d'érosion ont été effectués dans le flux d'eau et de sable. La résistance à la corrosion a été évaluée par le test de projection de sel et par tests électrochimiques. L'adhésion a été testée à l'aide d'un Scratch Test. L'objectif était de caractériser systématiquement les défauts présents dans ces revêtements DLC épais en relation avec l'adhérence, l'usure et la résistance à la corrosion. L'épaisseur du revêtement DLC était d'environ 37  $\mu m$  et sa dureté était de 12 GPa. Les revêtements présentaient un faible coefficient de frottement, environ 0,09. Dans les essais de résistance à l'abrasion, la perte de masse était négligeable et dans les expériences d'érosion, la perte de masse a été réduite à 30%. En ce qui concerne les performances de tenue à la corrosion, le test de brouillard salin s'est avéré satisfaisant uniquement dans les échantillons duplex. En ce qui concerne l'adhésion du film, les tests se sont révélés bien supérieurs avec les échantillons duplex. La couche nitrurée est une bonne interface qui permet de réduire les contraintes et améliorer l'adhérence, ce qui est un atout majeur pour la diminution du taux de propagation de la corrosion, lorsque des défauts sont formés dans le revêtement.

**Influence d'un dépôt PVD sur la tenue à la fatigue d'un acier Cr-Mo-V à température élevée et à faible nombre de cycles de fatigue** (The influence of PVD coating on the low cycle fatigue behaviour of Cr-Mo-V steel at elevated temperatures)

Srečko Glodež, Martin Podgrajšek, Faculty of Mechanical Engineering, University of Maribor, Maribor, SI  
Surface and Coatings Technology, Volume 321, 15 July 2017, Pages 358-365

L'article rend compte des résultats d'une étude expérimentale sur la tenue à la fatigue à faible cycle de l'acier à haute performance Cr-Mo-V à haute performance, utilisé pour les inserts de forgeage dans des opérations de forgeage à chaud. Les tests de fatigue des éprouvettes normalisées à jauge uniforme avec revêtement duplex (revêtement PVD / nitruration plasma) ont été réalisés dans un régime à faible nombre de cycle, à un niveau de contraintes  $R \approx 0,05$  et à des températures élevées de 150°C et 500°C. Ceux-ci ont été déterminés pour des opérations typiques de forgeage à chaud au moyen de simulations. Les résultats expérimentaux ont montré que, dans un régime à faible nombre de cycles, l'influence du revêtement PVD sur la tenue à la fatigue est négligeable. Cependant, dans un régime de fatigue à nombre de cycles élevé dans les plages de contraintes proches du domaine élastique, le revêtement PVD a un effet positif sur le comportement à la fatigue du matériau, ce qui se traduit par une durée de vie plus longue par rapport aux spécimens non revêtus. Les paramètres de fatigue déterminés peuvent être utilisés pour prédire la durée de vie en fatigue d'outils de forgeage à chaud similaires dans des conditions de fatigue à faible cycle.

**Stabilité thermique et propriétés mécaniques des revêtements céramiques duplex HVOF/PVD** (Thermal stability and mechanical properties of HVOF/PVD duplex ceramic coatings produced by HVOF and cathodic vacuum arc)

Wanglin Chen, Bo Fang, School of Materials Science and Engineering, Anhui University of Technology, CN

Les revêtements céramiques duplex, constitués d'un revêtement à base de  $\text{NiCr-Cr}_3\text{C}_2$  et d'un film  $\text{AlCrN}$ , ont été réalisés sur substrat acier par projection HVOF et par arc cathodique sous vide, puis recuits à des températures inférieures à 900°C pendant 2h. La stabilité thermique et les propriétés mécaniques des échantillons recuits ont été systématiquement étudiées au moyen de la diffraction aux rayons X, microscope optique et microscope électronique à transmission, en association avec des mesures de propriétés mécaniques. Les résultats montrent que la microstructure, l'évolution de la phase et les propriétés mécaniques des revêtements duplex dépendent de manière significative de la température de recuit. La solution solide fcc- $\text{AlCrN}$  métastable dans le film  $\text{AlCrN}$  se décompose tout d'abord à 700°C. La décarburation ( $\text{Cr}_3\text{C}_2$  en  $\text{Cr}_7\text{C}_3$ ) se produit à 800°C, mais elle devient plus intense à 900°C, entraînant une perte de dureté notable. En outre, la dissolution de  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  génère une forte porosité, ce qui réduit également la dureté. Les tests de dureté montrent que cette dernière diminue avec la température : 700°C > 800°C > 900°C. De même, les mesures de propriété tribologique démontrent que la résistance à l'usure des revêtements duplex diminue avec la température : 700°C > 800°C > 900°C.

**Evolution de la surface et du coefficient de frottement de fontes grises et ductiles nitrurées plasma et revêtues DLC** (Topography evolution and friction coefficient of gray and nodular cast irons with duplex plasma nitrided + DLC coating)

Giacomelli, R.O., Salvaro, D.B., Materials Laboratory (LabMat), Federal University of Santa Catarina, BR  
Surface and Coatings Technology, 25 March 2017, 314:18-27

Dans la présente étude, les principaux facteurs critiques affectant la réalisation de revêtements de haute performance tribologique sur des substrats contenant du graphite proche de la surface ont été évalués. La nitruration plasma, suivie du dépôt a-C: H sur des composants en fonte grise (GCI) et en fonte ductile (NCI) ont été réalisées à l'aide d'un seul cycle thermique. L'évolution de la topographie de la surface a été évaluée par SEM et par interférométrie par lumière blanche (WLI). Comme prévu, il existe une grande variation dans la topographie et la morphologie de surface selon la forme du graphite. Une modification intense sur la topographie des GCI a été observée, en particulier après la nitruration. Afin de permettre une compréhension plus approfondie, l'évolution de la surface après la nitruration plasma des en fonte a été soigneusement étudiée et discutée à la lumière d'analyses EDS et XRD. La spectroscopie Raman et l'analyse TEM indiquent que le DLC a une quantité moyenne de liaisons  $\text{Sp}^2$ . En outre, les performances tribologiques des revêtements multifonctionnels ont été évaluées par des tests de durabilité dans l'air ambiant, ce qui a révélé des coefficients de frottement aussi bas que 0,06 pour les substrats en fonte grise, alors que les valeurs étaient de 0,14 pour les substrats en fonte ductile.

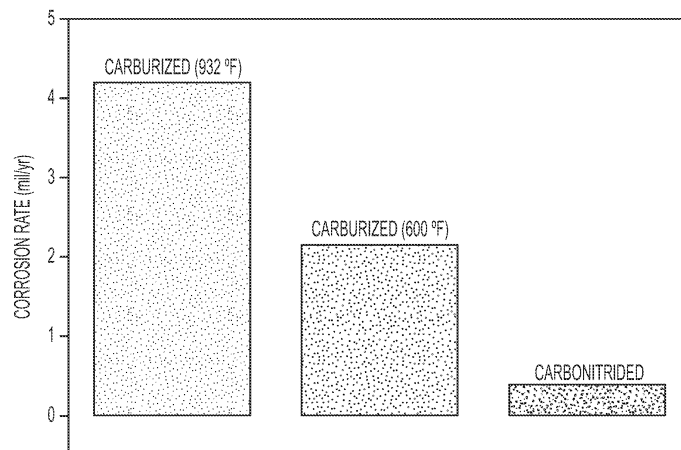
# TRAITEMENTS THERMIQUES / THERMOCHIMIQUES

**Procédé de carbo-nituration d'aciers inox martensitiques offrant une résistance à la corrosion améliorée**  
(Carbo-nitriding process for martensitic stainless steel and stainless steel article having improved corrosion resistance)

Brevet : EP2739761 B1 (2017-05-24)

Déposant : MIDWEST THERMAL VAC SKF UES / Inventeur(s) : TRIVEDI HITESH K, OTTO FREDERICK J

Un procédé pour produire une pièce en acier inoxydable martensitique durci consiste en une cémentation de la pièce dans une plage de température de 885°C à 916°C, puis en une carbo-nituration de la pièce dans une plage de températures de 857°C à 885°C. La pièce, telle qu'une bague de palier, constituée d'un tel acier inoxydable martensitique durci est également décrit.

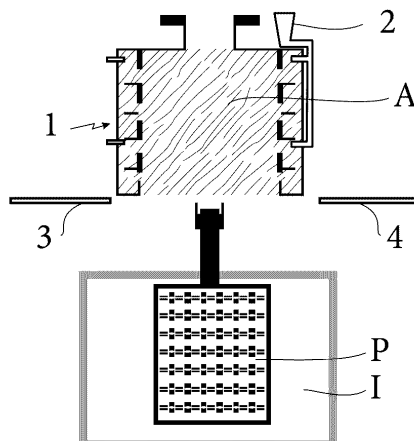


**Procédé de refroidissement de pièces métalliques ayant subi un traitement de nituration - nitrocarburation en bain de sel fondu, installation pour la mise en oeuvre du procédé et des pièces métalliques traitées**  
(Method for cooling metal parts having undergone a nitriding/nitrocarburising treatment in a molten salt bath, unit for implementing said method and the treated metal parts)

Brevet : TWI580793 B (2017-05-01)

Déposant : HEF / Inventeur(s) : MICHALOT BERNARD, ZABINSKI BERNARD, HADJ RABAH HOUCINE

Selon le procédé : avant la fin dudit traitement, on remplit en agent réfrigérant, sous forme liquide et ayant une forte capacité d'expansion volumique lors de sa vaporisation, une enceinte (1) agencée pour évacuer l'oxygène contenue dans ladite enceinte, afin de créer une atmosphère inerte, on transfère l'ensemble des pièces traitées dans l'enceinte (1), on ferme l'enceinte (1), on laisse les pièces dans l'enceinte pendant une durée déterminée pour atteindre une température, selon laquelle le sel se fige et constitue une barrière de protection, on retire les pièces que l'on soumet à une opération de rinçage.



**Procédé de traitement superficiel d'une pièce en acier par nitruration ou nitrocarburation, oxydation puis imprégnation** (Method for surface treatment of a steel component by nitriding or nitrocarburising, oxidising and then impregnating)

Brevet : FR3030578 B1 (2017-02-10)

Déposant : HEF / Inventeur(s) : MAGDINIER PIERRE-LOUIS, DESBOUCHE-JANNY MARIE-NOËLLE

Un procédé de traitement superficiel d'une pièce en acier pour lui conférer une résistance élevée à l'usure et à la corrosion comporte une étape de nitruration ou de nitrocarburation adaptée à former une couche de combinaison d'au moins 8 micromètres d'épaisseur formée de nitrures de fer de phases  $\epsilon$  et/ou  $\gamma'$ , une étape d'oxydation adaptée à générer une couche d'oxydes d'épaisseur comprise entre 0.1 et 3 micromètres et une étape d'imprégnation par trempage dans un bain d'imprégnation pendant au moins 5 minutes à température ambiante, ce bain étant formé d'au moins 70% en poids, à 1 % près, d'un solvant formé d'un mélange d'hydrocarbures formé d'une coupe d'alcane de C9 à C17, de 10% à 30% en poids, à 1 % près, d'au moins une huile de paraffine composée d'une coupe d'alcane C16 à C32 et d'au moins un additif du type additif phénolique de synthèse à une concentration comprise entre 0.01 % et 3% en poids, à 0.1 % près.

**Bain de sels fondus pour la nitruration de pièces mécaniques en acier, et un procédé de mise en oeuvre** (Molten-salt bath for nitriding mechanical steel parts, and implementation method)

Brevet : JP6129752 B2 (2017-05-17)

Déposant : HEF / Inventeur(s) : CHAVANNE HERVE, MAURIN-PERRIER PHILIPPE

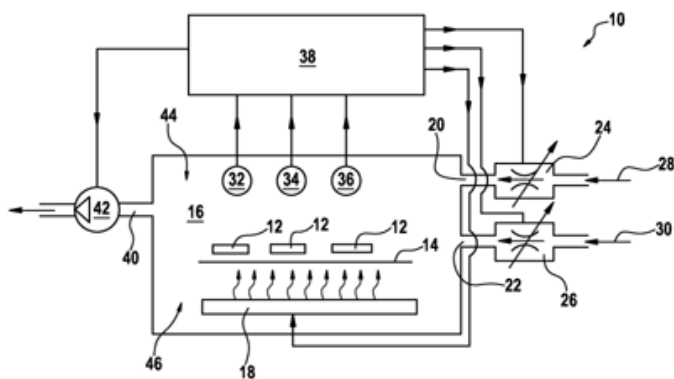
Bain de sels fondus pour la nitruration de pièces mécaniques acier, essentiellement constitué (les teneurs sont exprimées en poids) : de 25% à 60% de chlorures de métal alcalin, de 10% à 40% de carbonates de métal alcalin, et de 20% à 50% de cyanates de métal alcalin, d'un maximum de 3% d'ions cyanures (formés en service), le total des teneurs étant de 100%. De préférence, le bain contient : 25% à 30% de cyanate de sodium, 25% à 30% de carbonates de sodium et de lithium, 40% à 50% de chlorures de potassium, un maximum de 3% d'ions cyanures (formés en service), le total des teneurs étant de 100%.

**Méthode pour la carbonitruration d'au moins un composant dans une chambre de traitement** (Method for carbonitriding at least one component in a treatment chamber)

Brevet : EP2536864 B1 (2017-03-15)

Déposant : ROBERT BOSCH / Inventeur(s) : SCHWARZER JOCHEN, HAGYMASI LASZLO

L'invention concerne un procédé de carbonitruration d'au moins un composant (12) dans une chambre de traitement (16), dans lequel au moins un gaz de traitement (28; 30) est introduit dans la chambre de traitement (16), dans lequel une teneur en hydrogène (44) est détectée dans une atmosphère développée dans la chambre de traitement (16) et est maintenue dans une plage désirée (55; 57) en ajustant la quantité de gaz de traitement (28; 30).



# DLC / DEPOTS SOUS VIDE

## **Influence de la teneur en Si sur les propriétés mécaniques et tribologiques des revêtements TiAlSiN PVD à températures élevées** (Influence of Si content on mechanical and tribological properties of TiAlSiN PVD coatings at elevated temperatures)

Wolfgang Tillmann, Markus Dildrop - Institute of Materials Engineering, TU Dortmund, DE  
Surface and Coatings Technology, Volume 321, 15 July 2017, Pages 448-454

Les revêtements binaires ou ternaires TiN et CrN ont été utilisés pendant de nombreuses années afin d'étendre la durée de vie des outils d'usinage. Les exigences croissantes dans l'industrie du travail des métaux nécessitent des systèmes de revêtement plus efficaces. Selon des études récentes, le silicium offre des possibilités prometteuses d'influencer positivement les caractéristiques des revêtements minces en titane ou à base de chrome. Le nanocomposite TiAlSiN présente une dureté élevée et une structure à grain fin. De plus, en ajoutant du silicium, la résistance à l'oxydation ainsi que les propriétés tribologiques peuvent être augmentées et améliorées. Dans cette étude, des revêtements TiAlSiN avec des teneurs en Si différentes (0-10.9%) ont été réalisés par pulvérisation magnétron. Afin de tester la possibilité de pulvériser des cibles de silicium pures et à faible conductivité, différents modes de projection et de polarisation ont été testés. Les rapports des autres éléments de revêtement ont été maintenus constants tout en faisant varier la teneur en silicium à l'intérieur des revêtements PVD. Les échantillons d'acier AISI H11 ont été utilisés comme substrat. L'influence du contenu en Si sur les propriétés tribomécaniques du TiAlSiN a été analysée. Les analyses ont porté sur les revêtements avec une teneur en silicium de 5 à 10% en raison de la modification de la morphologie du revêtement dans cette gamme. La morphologie du revêtement et les différentes compositions chimiques des revêtements dopés au silicium ont été étudiées au moyen de microscopie électronique à balayage et d'analyses EDX. Des analyses de phase ont été effectuées et les contraintes résiduelles ont été mesurées au moyen de diffraction aux rayons X. La dureté et le module de Young des revêtements PVD ont été étudiés en utilisant la nanoindentation. En outre, des tests de rayures ont été effectués afin de caractériser l'adhérence entre le substrat et le revêtement. Enfin, des tests au tribomètre à haute température ont été exécutés pour déterminer la résistance à l'usure des revêtements TiAlSiN à température ambiante ainsi qu'à des températures élevées (500°C, 800°C). Une dureté maximale ( $H = 33$  GPa) a été obtenue pour un rapport Al / Ti  $\approx 1,16$  et une teneur en silicium de 7,9%. L'incorporation de Si dans le TiAlN conduit à une résistance à l'usure améliorée jusqu'à une teneur en silicium d'environ 7,9% à 500°C. En raison de la formation de  $\text{SiO}_2$  à 800°C, la résistance à l'usure du TiAlN pourrait être augmentée en incorporant du Si en quantité  $> 5,5\%$ .

## **Propriétés mécaniques et résistance à l'usure de revêtements PVD amorphes / nanostructurés à base d'Al** (Mechanical properties and abrasive wear behaviour of Al-based PVD amorphous/nanostructured coatings)

J.Lawal, A.Leyland - Department of Materials Science and Engineering, University of Sheffield, Sheffield, UK  
Surface and Coatings Technology, Volume 310, 25 January 2017, Pages 59-69

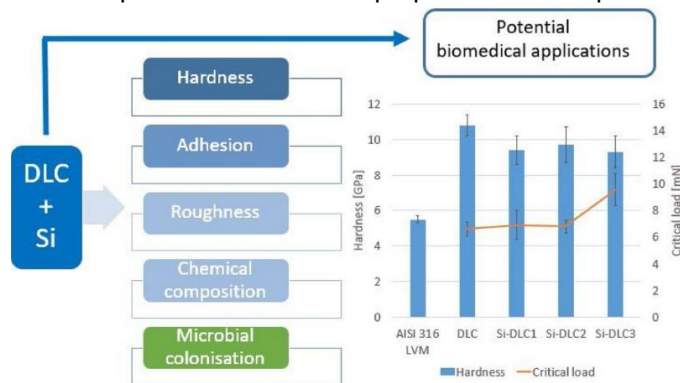
Cette étude examine les propriétés mécaniques et les caractéristiques d'usure des revêtements nanostructurés à base d'aluminium produits par pulvérisation magnétron dans un plasma argon et argon/azote. L'analyse de composition des revêtements AlNiTiSiB(N) sur acier AISI304 a été réalisée par GDOES. Les SEM, TEM et XRD ont été utilisés pour étudier la structure des revêtements. Les duretés et modules élastiques ont également été déterminés par nanoindentation. Le comportement à l'usure abrasive du système de revêtement-substrat a été étudié à l'aide d'un test d'usure par micro-abrasion en suspension. On a constaté que les revêtements exempts d'azote (AlNiTiSiB) étaient étonnamment durs et résistants à l'usure. Cependant, l'incorporation d'azote a eu une influence significative sur les propriétés mécaniques et la résistance à l'abrasion, avec une dureté accrue (de 8 à 15 GPa) et une réduction significative du coefficient d'usure de  $6 \times 10^{-3} \text{ mm}^3/\text{Nm}$  pour un revêtement exempt d'azote à environ  $1,5 \times 10^{-3} \text{ mm}^3/\text{Nm}$  pour un revêtement déposé sous atmosphère azotée. Plusieurs des revêtements se sont révélés comparables aux revêtements durs PVD céramiques conventionnels (par exemple CrN) en termes de résistance à l'abrasion. On a ainsi pu produire des revêtements riches en Al, avec une dureté allant jusqu'à 15 GPa (inhabituelle pour de tels films) et un faible module élastique (de 130 à 180 GPa). De tels films offrent un bon potentiel de remplacement des revêtements «traditionnels» mais toxiques (par exemple, Cr, Cd, Ni ou anodisation).

## **Propriétés mécaniques, analyse chimique et évaluation de la fonction antimicrobienne de revêtements Si-DLC sur un substrat AISI 316 LVM déposés par magnétron DC-RF** (Mechanical properties, chemical analysis and evaluation of antimicrobial response of Si-DLC coatings fabricated on AISI 316 LVM substrate by a multi-target DC-RF magnetron)

Dorota Bociaga, Anna Jedrzejczak - Lodz University of Technology, PL  
Applied Surface Science, Volume 417, 30 September 2017, Pages 23-33

Dans cette étude, des revêtements carbone dopés au silicium (Si-DLC) ont été synthétisés sur substrat acier inoxydable AISI 316 LVM par pulvérisation magnétron DC-RF multi-cible, la teneur en Si dans les films variant entre 4 et 16 à%, et étant contrôlée par la puissance électrique appliquée en régime RF à la cible cathodique Si. Le

caractère des liaisons chimiques a été révélé par l'analyse FTIR. L'addition de Si confère un caractère plus hydrophile au revêtement. On a également observé des changements significatifs dans la liaison des atomes de Si. Pour une faible teneur en dopant, le système de liaison Si-O-Si est prédominant, alors que pour de plus hautes teneurs en Si, ce sont les liaisons Si-C qui prédominent à proximité immédiate des groupes méthyle. Indépendamment de la composition des revêtements, on a observé une amélioration de la dureté par rapport au matériau de substrat pur (AISI 316 LVM). Cependant le niveau de dureté passe de 10,8 GPa pour le DLC pur à environ 9,4 GPa pour les revêtements dopés au silicium. L'amélioration concomitante de l'adhérence des films avec une quantité plus élevée de Si (16%) a été révélée. Bien que l'incorporation du dopant aux revêtements DLC augmente le nombre de cellules E. coli qui adhèrent aux surfaces examinées, la colonisation microbienne reste au niveau de celle du matériau du substrat. Les résultats présentés prouvent le potentiel des revêtements Si-DLC dans les applications biomédicales du point de vue de leurs propriétés mécaniques.



**Alliage métallique amorphe mince Zr-Cu-Ag déposé par PVD magnétron innovant pour les applications antibactériennes** (Innovative Zr-Cu-Ag thin film metallic glass deposited by magnetron PVD sputtering for antibacterial applications)

A.Etiemble, M.Apreutesei, INSA-Lyon, MATEIS UMR CNRS 5510, Villeurbanne, FR  
Journal of Alloys and Compounds, Volume 707, 15 June 2017, Pages 155-161

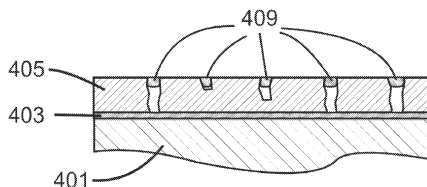
Les alliages métalliques amorphes couche mince à base de Zr apparaissent comme des revêtements prometteurs pour les applications biomédicales en raison de leurs propriétés microstructurales et physico-chimiques. Les matériaux utilisés comme instruments ou dispositifs médicaux nécessitent une activité antibactérienne pour éviter les infections nosocomiales. Dans cet article, un alliage métallique amorphe couche mince Zr-Cu-Ag optimisé ( $Zr_{39}Cu_{39}Ag_{22}$ ) et déposé par PVD magnétron est évalué pour les applications antibactériennes. Le film mince est amorphe, uniformément épais et chimiquement homogène. Les propriétés mécaniques, électrochimiques et la stabilité thermique ont également été caractérisées. Ces films affichent une dureté élevée ainsi qu'un module de Young et un comportement inerte intéressant. Enfin, ce film présente un fort effet antibactérien (staphylocoque doré).

**Nouvelle famille de dépôts PVD PACVD pour applications tribologiques** (Tribology combined with corrosion resistance : a new family of pvd and pacvd coatings)

Brevet : KR101707259 B1 2017-02-15

Déposant : OERLIKON SURFACE SOLUTIONS / Inventeur(s) : GIES ASTRID

La présente invention concerne un système de revêtement sur un substrat avec une protection améliorée contre l'usure et la corrosion. Selon l'invention, le substrat est revêtu d'une couche de carbone de type diamant (DLC). Cette couche DLC est revêtue d'une couche supplémentaire avec un matériau différent du matériau de revêtement DLC, fermant ainsi les trous apparaissant dans la couche DLC.



# PROJECTION THERMIQUE / LASER

**Alternative du futur : dépôt laser grande vitesse, substitut au chromage** (Alternative with a Future. High-speed laser metal deposition replaces hard chrome plating)

Raykis, Oleg - Laserline, Plymouth, MI, US

Laser Technik Journal, 2017, v. 14 (1), p28-30, 3pp, 3fig. ISSN: 1613-7728

La menace d'une interdiction du chromage dur des composants métalliques à partir de septembre 2017 en Europe a conduit au développement de nouvelles technologies et systèmes de revêtement. La projection thermique, qui est déjà un processus industriel établi, présente une grande flexibilité, mais pour de nombreuses applications, la qualité des revêtements obtenus reste insuffisante. Une véritable alternative pour le chromage dur est le procédé de déposition laser à très haute vitesse développé par le Fraunhofer Institute for Laser Technology, ILT.

**Corrosion à chaud de revêtements NiCrAlY réalisés par projection par arc et de dépôts nanocristallins sur des super alliages base nickel** (Hot corrosion of arc ion plating NiCrAlY and sputtered nanocrystalline coatings on a nickel-based single-crystal superalloy)

Wang, Jinlong; Chen, Minghui, Northeastern University, Shenyang, CN

Corrosion Science (2017); ISSN: 0010-938X

La corrosion à chaud dans des sels (sulfates) à 850°C de trois revêtements métalliques est étudiée comparativement. Le revêtement NiCrAlY perd sa protection après une corrosion de 200 h en devenant poreux. Le revêtement nanocristallin reste plus efficace mais devient aussi poreux. Un revêtement nanocristallin modifié par l'yttrium offre la plus haute résistance à la corrosion. L'yttrium inhibe complètement l'oxydation.

**Méthode pour la formation d'un revêtement densifié par irradiation laser et projection thermique** (Method of forming densified layer in thermal spray coating, and thermal spray coating covering member)

Brevet : TWI568886 B (2017-02-01)

Déposant : TOCALO TOKYO ELECTRON / Inventeur(s) : INABA MITSU HARU YOKOTA HIROKI

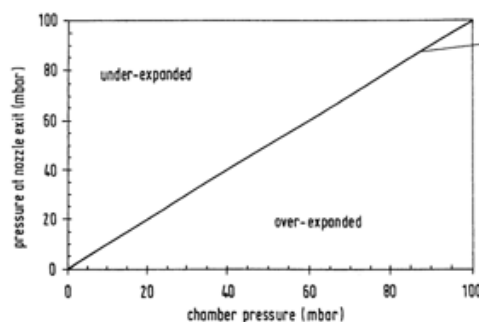
L'invention concerne un procédé de projection thermique et d'irradiation laser permettant la formation d'une couche densifiée évitant l'apparition de fissures. Le procédé est économiquement intéressant. Lors du balayage de la surface par projection thermique d'un revêtement  $Al_2O_3$ , le faisceau à haute énergie permettant de re-solidifier le revêtement déposé à la surface est configuré à partir d'un faisceau laser précurseur qui est déplacé initialement dans la direction de balayage, et à partir d'un faisceau laser suivant qui balaye suivant la même trajectoire que le faisceau laser précurseur. Ce procédé permet la densification de la couche de surface de la région irradiée.

**Matériel et méthode de projection thermique, revêtement associé** (Thermal spray material, sprayed coating, thermal spray method and coated component)

Brevet : EP1790752 B1 (2017-03-15)

Déposant : OERLIKON METCO WOHLER SULZER SULZER / Inventeur(s) : REFKE DR ARNO BARBEZAT GÉRARD

Matériau de revêtement pour revêtir la surface d'une pièce par un procédé de projection thermique, le matériau contenant du zinc, et du Sn étant présent en tant qu'élément d'alliage dans la poudre de revêtement par selon une proportion allant jusqu'à 10% en poids, en particulier jusqu'à 5% en poids, spécialement de 1 à 4% en poids, caractérisé en ce que le matériau de revêtement est un alliage de zinc et/ou un composé intermétallique et/ou une composition métallique et/ou une composition non métallique de la forme Zn-X, dans laquelle X est au moins un composant métallique ou un composant non métallique, du Zn étant présent en une quantité comprise dans la plage de 70% en poids à 100% en poids, de préférence supérieure à 80% en poids, et X étant au moins un élément du groupe consistant en les éléments Sn, Mg, Ca, Al, Fe, Ni, Co, Cu, Mo, Ti, Cr, Zr, Y, La, Ce, Sc, Pr, Dy, Dg, C, O, N, en particulier un alliage MCrAlY dans lequel M = Ni, Co, CoNi ou Fe.



# TRAITEMENT DES ALLIAGES LEGERS

**Promoteur électrochimique pour revêtements nickel-phosphore sur titane** (Electrochemically promoted electroless nickel-phosphorous plating on titanium substrate)

Gao, Ce; Dai, Lei; North China University of Science and Technology, Tangshan, CN  
Applied Surface Science (2017), 392, 912-919, ISSN: 0169-4332

Un procédé pour améliorer la tenue des revêtements Ni-P sur Ti est proposé. Les influences de la température et de la concentration des solutions, l'épaisseur du revêtement et résistance à la corrosion ont été étudiées. Avec l'aide du promoteur électrochimique, des revêtements Ni-P uniformes et amorphes à teneur moyenne en P de 6 à 8% ont été obtenus avec succès. Une passivation se produit pour les revêtements Ni-P pendant la polarisation anodique dans une solution de NaCl à 3,5%.

**Revêtements Al/CNT sur substrats aluminium** (Mechanical plating of Al/CNT composite coatings on aluminum substrates)

Khasenova, R. S.; Komarov, S. V.; Tohoku University, Sendai, JP  
Journal of Alloys and Compounds (2017), 707, 238-244; ISSN: 0925-8388

Des revêtements Al / Nano tubes de carbone ont été déposés sur des substrats Al par projection de billes en utilisant des billes de 3, 4 et 8 mm de diamètre. Des temps de traitement de 1 à 4 h sous pression atmosphérique ont été appliqués. La morphologie et la structure des revêtements obtenus ont été étudiées par microscopie électronique à balayage. Les revêtements ont été caractérisés en termes de microdureté et de résistance à l'usure. Les résultats ont révélé que les billes plus petites permettent d'obtenir de meilleures caractéristiques. On a constaté que les meilleurs revêtements étaient obtenus avec des billes de 3 mm et un traitement de 3 heures. L'épaisseur de la couche durcie est d'environ 150 µm pour toutes les conditions de traitement. Les échantillons revêtus d'Al/CNT présentent de meilleures propriétés tribologiques que les substrats Al non revêtus.

**Procédé d'obtention et performance de revêtements Ni sur alliages de magnésium AZ91D** (Process and performance of electroless nickel plating on AZ91D magnesium alloy)

Shao Zhongcai; Zhang Feifei; Shenyang Ligong University, Shenyang, CN  
Anti-Corrosion Methods and Materials (2017), Volume 64, Number 2, pp. 162-169, 15 refs. ISSN: 0003-5599

Le but de cette étude est de déterminer le meilleur procédé de nickelage d'un alliage de magnésium AZ91D et les performances du revêtement obtenu. Le taux de revêtement et la porosité ont été analysés. L'aspect du revêtement et du substrat ont été évalués ainsi que les propriétés électrochimiques. Leurs compositions et leurs structures ont été examinées à l'aide d'une diffraction aux rayons X et d'une microscopie électronique à balayage. Les résultats obtenus ont montré que la meilleure formulation était de 8,8 g/L de nickel, 25 g/L d'acide lactique, 28 g/L d'agent réducteur, 1,8 ml/L d'inhibiteur de corrosion, 1 mg/L de stabilisateur à une température de 85°C et à pH 5,5. Le revêtement est uniforme, dense et sans fissures. Les tests électrochimiques ont montré que la résistance à la corrosion était meilleure que celle du substrat en alliage de magnésium.

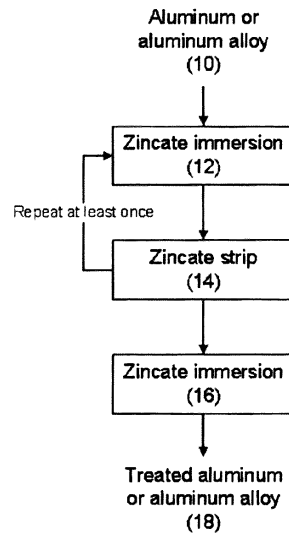
**Procédé de zingage de l'aluminium** (Zincating aluminum)

Brevet : RU2610811 C9 2017-04-10

Déposant : MONNAIE ROYALE CANADIENNE / Inventeur(s) : JIANG TAIXIANG, LI XIANYAO

Procédé de traitement de l'aluminium ou d'alliages d'aluminium comprenant la fourniture d'un substrat en alliage d'aluminium ou en aluminium. Le procédé consiste à déposer une première couche de Zn sur le substrat par immersion dans un bain puis à retirer cette première couche avant d'en déposer une seconde puis à reproduire le processus une troisième fois.





### Caractérisation de revêtements duplex (HVOF + PVD) sur des substrats en alliage léger (Characterization of duplex coating system (HVOF + PVD) on light alloy substrates)

J.A.Picas, S.Menargues, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, ES  
Surface and Coatings Technology, Volume 318, 25 May 2017, Pages 326-331

Les métaux légers tels que l'aluminium ou les alliages de magnésium jouent un rôle important dans de nombreuses applications industrielles. Cependant, l'alliage d'aluminium et surtout les alliages de magnésium présentent une résistance relativement faible de sorte que l'amélioration de la performance de surface est recommandée, souvent par des processus PVD. Cette étude évalue l'amélioration des propriétés tribologiques obtenues en appliquant un revêtement duplex sur des alliages d'aluminium AW-7022 ou des alliages de magnésium AZ91, constitués d'une couche intermédiaire de revêtement épaisse, déposée par High Velocity Oxygen Fuel (HVOF), suivie d'un traitement PVD (TiN, TiAlN) ou PE-CVD (DLC). Le dépôt HVOF, en tant que couche primaire, conduit à une amélioration de la capacité de charge des substrats et permet de réduire la tendance à la fissuration de la couche supérieure mince et à son délamination lorsqu'elle est directement déposée sur un substrat plus doux. Les tests au tribomètre pion-disque des revêtements TiN et TiAlN PVD déposés sur le revêtement HVOF donnent des résultats significativement plus élevés (3000 et 1400 tours, respectivement) que les valeurs mesurées pour ces revêtements déposés directement sur le substrat en aluminium (140 et 120 tours, respectivement). La meilleure combinaison de propriétés a été obtenue avec la couche supérieure DLC déposée sur les revêtements HVOF, avec une réduction significative du coefficient de frottement ( $<0,10$ ), qui reste pratiquement inchangée, même après 40 000 tours.

## PEINTURES

### Tests de tenue à la corrosion de peintures base aqueuse sur longue durée (The anti-corrosion performance of water-borne paints in long term tests)

S.N.Roselli, R. Romagnoli – CIDEPINT, Argentina & Universidad Nacional de La Plata, AR  
Progress in Organic Coatings, Volume 109, August 2017, Pages 172-178

L'une des méthodes les plus économiques et efficaces pour protéger l'acier contre la corrosion est la peinture contenant des pigments actifs. La façon traditionnelle de tester ces performances de revêtement consiste à réaliser des essais accélérés (brouillard salin, chambre humide) et des tests électrochimiques (potentiel de corrosion, résistance ionique et spectroscopie d'impédance électrochimique). Cependant, ces tests donnent des informations incomplètes si les résultats ne sont pas corrélés aux tests extérieurs ou en service. Le but de ce travail était d'évaluer les peintures anticorrosion époxy base aqueuse contenant différents pigments commerciaux base phosphate. Les peintures ont été exposées dans une atmosphère semi-industrielle pendant 7 ans. Des tests électrochimiques et des essais accélérés ont également été effectués pour trouver une corrélation entre les tests de laboratoire et en service. Les résultats obtenus montrent que les performances de la peinture dépendent fortement de la résine. Les pigments, Zn-Fe-Po et les pigments Zn-Al-Po donnent les meilleurs résultats dans les tests extérieurs (alors que leurs propriétés s'avèrent médiocres dans les tests accélérés). Les résultats des tests d'exposition à l'extérieur sont cependant en corrélation avec ceux des mesures d'impédance.



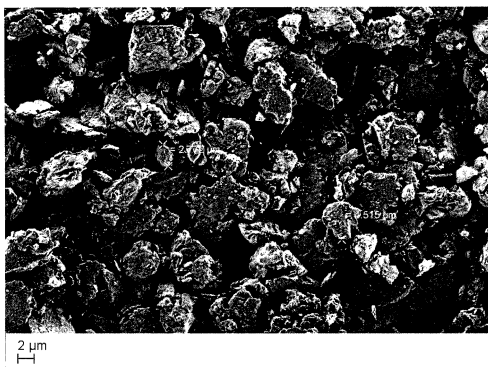
Revêtement anticorrosif hautement résistant comprenant un liant inorganique et des particules de Zn comprenant du Zn et des impuretés inévitables et dispersées dans le liant à raison de 30% en masse ou plus par rapport à un film de revêtement sec, dans lequel (i) particules de Zn comprennent (i-1) particules de Zn à grain fin de diamètre de grain maximal de 0,05 à 5 µm et (i-2) particules de Zn à gros grain de 6 à 100 µm. Le diamètre du grain de 5 µm exprimé en pourcentage en volume est de 5 à 99%.

**Composition d'une peinture incluant des pigments anti-corrosion Zn-Mg** (Zinc-magnesium alloy anticorrosion pigments, anticorrosion paint, and method for the production of said anticorrosion pigments)

Brevet : BR112015003571 A1 (2017-01-17)

Déposant : ECKART / Inventeur(s) : RUPPRECHT MARKUS, WOLFRUM CHRISTIAN

La présente invention concerne des pigments anticorrosifs en forme de plaquettes, dans lesquels les pigments en alliage zinc-magnésium ont une composition comprenant 25,1 à 76,85% en moles de Zn, 23 à 67,3% en moles de Mg, 0,15 à 7,6% en moles de Mn, Be, Y, Li, Sn et leurs mélanges, 0 à 5% en moles de Al, Ti, Fe, Cu et leurs mélanges, sur la base de la quantité molaire totale des éléments Zn, Mg, Mn, Be, Y, Li, Sn, Al, Ti, Fe et Cu, où les pourcentages molaires s'élèvent à 100% en moles. L'invention concerne en outre l'utilisation et la production de ces pigments.



**Peinture base aqueuse à haute propriété mécanique pour machines techniques** (High mechanical-property and wear-resistant waterborne paint for engineering machinery)

Brevet : CN104356926 B (2017-02-08)

Déposant : QIAOJIAN NEW ENERGY TECHNOLOGY SUZHOU / Inventeur(s) : LIU CAO

L'invention concerne une peinture base aqueuse aux propriétés mécaniques élevées et résistant à l'usure pour les machines techniques. La peinture est préparée à partir, en poids, de 46 à 48 parties de polyuréthane modifié par un acide acrylique, 23 à 24 parties de résine phénol-formaldéhyde hydrosoluble, 24 à 25 parties de résine époxy glycérinée, 8,5 à 9 parties de graphène modifié 5 à 6 parties de carbonate de calcium léger, 3,5 à 4 parties de silice fumée, 1,2 à 1,3 parties d'agent de coalescence, 0,8 à 0,9 partie d'agent antimousse, 2,2 à 2,3 parties d'agent dispersant, 4 à 5 parties de pigment, 1,7 à 1,8 parties d'agent mouillant, 1,2 à 1,4 parties d'agent d'écoulement, 1,5 à 1,6 parties d'additif rhéologique et 63 à 64 parties d'eau déionisée. La peinture peut répondre aux exigences de la peinture à l'eau pour les machines techniques.

**Peinture anti-givre pour éoliennes** (Ice-resistant paint for wind turbine blades Ice-resistant paint for wind turbine blades)

Brevet : BR102015005455 (A2 2017-03-07)

Déposant : GAMESA INNOVATION & TECHNOLOGY / Inventeur(s) : YOLDI SANGUESA MARIA, MARTINEZ ORTIGOSA ROSARIO

Peinture pour les pales d'éoliennes résistant à la glace comprenant une base de peinture, qui comprend à son tour un solvant et un composant hydrophobe, incluant des nanoparticules, dans lesquelles la peinture de base est une peinture haut solide en polyuréthane et les nanoparticules sont des composés essentiellement sphériques comprenant un cœur de silice et un revêtement organosilicone hydrophobe.

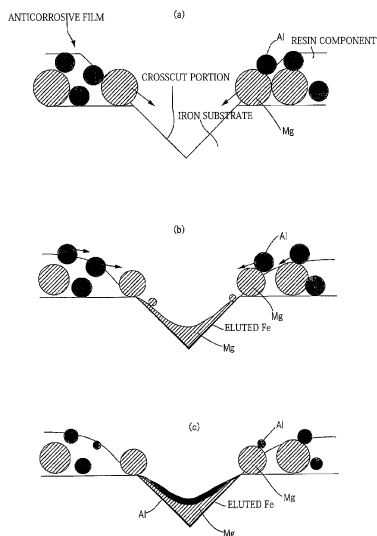
**Revêtement métallique conducteur anti-corrosion pour protection et réparation** (Conductive metallic coating material, method of corrosion prevention with conductive metallic coating material, and method of corrosion-preventive repair therewith)

Brevet : KR101722793 B1 (2017-04-03)

Déposant : ALPHA INDUSTRIAL ALPHA KOGYO OILES INDUSTRY / Inventeur(s) : ROMERO FABINIA H, NISHIJIMA YOSHIKO

L'invention concerne un matériau pour revêtement métallique conducteur hautement polyvalent, durable et permettant une manipulation simple. L'effet anti-corrosion est efficace pendant une longue période. Le matériau inclut un composant de résine organique et un composant métallique contenant de l'aluminium et du magnésium et

qui présente une réaction anticorrosive sacrificielle sur le fer. Un rapport pondéral de contenu du composant métallique et du composant de résine organique est avantageusement de 98:2 à 80:20. Le matériau de revêtement métallique conducteur selon la présente invention est utilisable pour empêcher la corrosion d'une structure de bâtiment ou d'une structure de génie civil et pour réparer une surface attaquée par la corrosion.

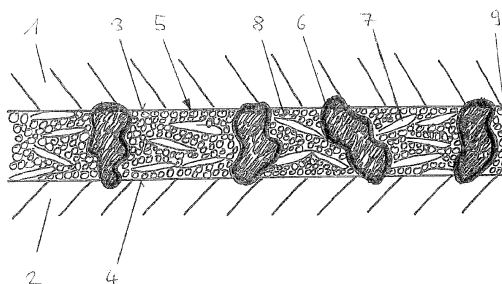


### Peinture améliorant le coefficient de frottement (Friction-increasing paint and machine part coated therewith)

Brevet : JP6066916 B2 (2017-01-25)

Déposant : SKF / Inventeur(s) : VON SCHLEINITZ THILO

Peinture laque améliorant le coefficient de frottement et contenant un liant et des particules de matériau dur. Les particules de matériau dur comprennent un composé de titane-bore ou se composent d'un composé de titane-bore, tel que le diborure de titane. Le revêtement anti-frottement est appliqué à la surface d'une pièce de machine, telle qu'un composant de palier, afin d'augmenter son coefficient de frottement et de minimiser ou d'empêcher le glissement par rapport à une autre partie de machine.



### Peinture bi-composants pour dépôt multi-couches dans le secteur automobile (Two-component paint composition and multilayer coating formation method using this)

Brevet : EP3167014 A1 (2017-05-17)

Déposant : BASF BASF COATINGS / Inventeur(s) : TSUNODA TAKESHI

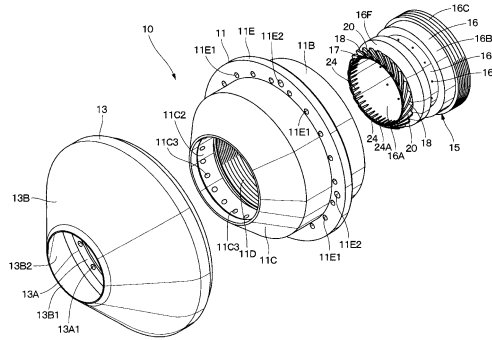
Peintures bi-composants pour le domaine des revêtements automobiles. La peinture en résine de base circule à partir d'un réservoir principal avec une pompe en amont du pistolet de revêtement et le mélange et le revêtement sont effectués en utilisant un agent de durcissement fourni à partir d'un réservoir étanche à l'azote et un dispositif de mélange à deux composants, pour fournir une composition de peinture avec laquelle des problèmes tels que l'épaississement et la gélification de la peinture en résine de base circulante ne se produisent pas. L'application d'un revêtement avec une viscosité constante stabilisée est possible. Le film de peinture après cuisson présente une excellente résistance aux rayures, aux taches, une résistance à l'acide et à l'essence. Il est possible de réaliser un revêtement multicouches. La présente invention fournit la composition de la peinture bi-composants qui est appliquée directement après le mélange d'une résine de base et d'un agent de durcissement, dans lequel la résine de base (A) contient une résine acrylique contenant un groupe hydroxy (A-1) et un catalyseur (A-2) en tant que composants essentiels. L'agent de durcissement (B) contient un composé isocyanate (B-1) et un copolymère contenant un groupe alcoxysilyle (B-2) en tant que composants essentiels. La résine acrylique contenant un groupe hydroxy (A-1) a une valeur hydroxyle de 80 à 180 mg de KOH /g, une température de transition vitreuse de -40 à 40°C et un poids moléculaire moyen en poids de 2000 à 20000 g/mole. Le copolymère contenant un groupe alcoxysilyle précité (B-2) est un copolymère obtenu par copolymérisation de 30 à 80 parties en poids d'un monomère vinylique contenant des groupes alcoxysilyle et de 20 à 70 parties en poids d'autres monomères copolymérisables, son poids moléculaire moyen est de 2000 à 20000 g/mole et il ne contient pas de groupes hydroxys, de groupes carboxyles ou de groupe aminos réagissant avec des groupes isocyanates.

### **Tête de pulvérisation rotative** (Coating machine having rotary atomizing head)

Brevet : CN105188950 B (2017-04-26)

Déposant : ABB / Inventeur(s) : YAMAUCHI KUNIHARU

Un système de projection d'air (10) est constitué d'un corps (11), d'un couvercle (13) et d'une buse (15). Une embouchure conique (17) est prévue dans une extrémité avant de la buse (15) pour venir en butée contre le l'embout (13) en contact avec celle-ci sans dégagement entre eux. De nombreuses rainures inclinées (20) sont prévues sur l'avant de la surface conique (17C) de l'embouchure conique (17) sur toute la périphérie. En outre, un premier trou d'éjection d'air (23) est formé entre chacune des rainures inclinées (20) et une surface périphérique intérieure (13B2) de l'embouchure (13) pour éjecter l'air vers un bord de libération (9E) d'une tête de pulvérisation rotative (9). Des deuxièmes trous d'éjection d'air (24) sont prévus sur une surface périphérique interne (16A) de la buse (15) pour éjecter l'air le long d'une surface périphérique extérieure (9C) de la tête de pulvérisation rotative (9).



## **TRAITEMENTS DES EFFLUENTS**

### **Élimination du Cu, Ni, Cr des effluents de traitement par adsorption avec des mousse de carbone dérivées**

(Removal of copper, nickel and chromium mixtures from metal plating wastewater by adsorption with modified carbon foam)

Lee, Chang-Gu; Lee, Soonjae; Park, - Korea Institute of Science and Technology, KR

Chemosphere (2017), 166, 203-211; ISSN: 0045-6535

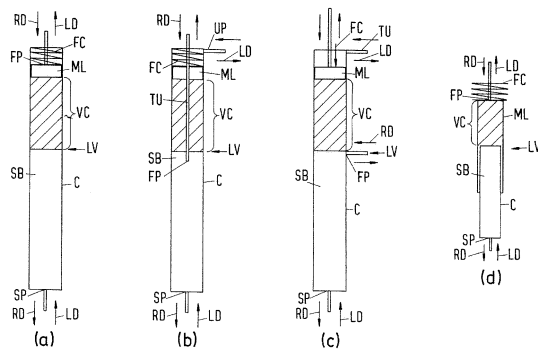
Dans cette étude, les caractéristiques et l'efficacité d'adsorption d'une mousse de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -carbone pour le chrome, le cuivre et le nickel ont été évaluées. Les analyses SEM, XRD, XRF et BET ont été effectuées pour déterminer les caractéristiques du matériau. Différentes tailles de pores (12-420  $\mu\text{m}$ ) et des teneurs en fer de 3,62% à la surface de la mousse ont été trouvées. On a constaté que la mousse de carbone  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  avait une excellente efficacité d'adsorption par rapport à la mousse de carbone simple sur des solutions contenant des métaux lourds cationiques et anioniques. Les capacités d'adsorption pour le chrome, le cuivre et le nickel sont de 6,7, 3,8 et 6,4 mg/g, respectivement. Avec des doses variables de poudre  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , aucune différence notable d'efficacité n'est observée. Dans un réacteur à lit fixe catalytique, la mousse de carbone  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  atteint des capacités d'adsorption pour le chrome, le cuivre et le nickel de 33,0, 12,0 et 9,5 mg/g, après 104 h de traitement. Sur la base de ces résultats, la mousse de carbone  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  semble être un matériau prometteur pour le traitement des eaux usées.

### **Méthode de régénération des bains de Ni** (Device and method for recovering nickel from a nickel plating bath fluid)

Brevet : BR112013031206 A2 (2017-01-31)

Déposant : ATOTECH / Inventeur(s) : HEYDECKE JENS KUEHNE SEBASTIAN

Pour obtenir un rendement élevé dans la régénération des effluents résiduels de bails de nickelage. Le dispositif est constitué d'au moins un récipient C comprenant au moins un matériau de sorption formant au moins un lit de sorption SB. Le lit de sorption SB permet au fluide de s'écouler à travers celui-ci. Le lit de sorption ayant une hauteur et une largeur dans un rapport étant au plus de 1:10. Le procédé comprend le chargement du matériau de récupération, le déchargement du matériau de récupération.



## Impact des décanteurs sur le traitement biologique d'effluents des eaux usées de l'industrie automobile

(Impact of paint shop decanter effluents on biological treatability of automotive industry wastewater)

Güven D, Hanhan O - Istanbul Technical University, TR

Journal of Hazardous Materials. 2017 May 15;330:61-67

Un réacteur pilote batch séquentiel a été mis en place pour étudier la capacité de traitement biologique et les caractéristiques cinétiques des eaux usées de peinture (PSW) avec les eaux usées principales (MSW) d'une usine de fabrication de bus. Avec les MSW seuls, le réacteur permet d'éliminer 89% du carbone et 58% de l'azote. Lorsque les PSW sont introduits, l'élimination du carbone et de l'azote est fortement réduite. Avec le PSW, l'inhibition complète des rejets azotés nécessitent 100 jours, mais avec un taux de croissance de nitrification faible (0.1.jour. De toute évidence, une période de récupération plus longue est nécessaire pour assurer une communauté active traitement MSW/PSW.

# AGENDA

- ❖ **6 et 7 décembre 2017 - COLMAR**  
TREATMENTS OF METALLIC PARTS PRODUCED BY ADDITIVE MANUFACTURING  
TRAITEMENTS SUR PIÈCES MÉTALLIQUES ISSUES DE FABRICATION ADDITIVE  
*En savoir + : [Pré-programme et infos](#)*
- ❖ **8 et 9 février 2018 - Section Ile-de-France - PARIS**  
L'AZOTE : UN PARTENAIRE (presque) INCONTOURNABLE !  
Des matériaux aux procédés, en passant par les revêtements.
- ❖ **22 mars 2018 - Section France-Nord / Belgique - MONS**  
INNOVATIONS EN TRAITEMENT DE SURFACE ANTI-USURE.
- ❖ **12-13 avril 2018 – Friedrichshafen, Germany**  
NITRIDING AND NITROCARBURISING  
European Conference on Heat Treatment  
[www.echt2018.de](http://www.echt2018.de)
- ❖ **13 et 14 juin 2018 - BORDEAUX**  
CONGRES A3TS 2018 – Palais des Congrès Bordeaux  
*En savoir + : [Appel à conférences et dépôt de propositions de conférences](#)*
- ❖ **13 et 14 juin 2018 - BORDEAUX**  
Salon SVTM 2018 – Palais des Congrès Bordeaux-Lac  
*En savoir + : <http://www.svtm.eu/>*

**En savoir plus:** [www.a3ts.org](http://www.a3ts.org)



**Association de Traitement Thermique et de Traitement de Surface**  
71 rue La Fayette 75009 Paris  
Tél. : 01 45 26 22 35 - 01 45 26 22 36 - Fax : 01 45 26 22 61  
[www.a3ts.org](http://www.a3ts.org) - Email : [a3ts@a3ts.org](mailto:a3ts@a3ts.org)