

EDITO

Par Patrick JACQUOT

Président de l'IFHTSE

NICE 2017 : UNE OPPORTUNITÉ POUR LA VEILLE TECHNOLOGIQUE

La veille technique est un exercice difficile et couteux en énergie et en temps. L'A3TS, avec le media A3TS Science et technique, apporte un éclairage sur différents sujets liés à notre métier qui constitue une aide précieuse dans ce domaine.

Néanmoins, l'avis d'un spécialiste discuté de vive voix, ses commentaires « off » ses orientations, ses silences, sont souvent d'une richesse que ne remplace pas un média quelle que soit sa qualité.

Pour cette raison les congrès lorsqu'ils sont focalisés sur notre métier, lorsqu'ils rassemblent les meilleurs spécialistes mondiaux sur un sujet particulier, constituent des moments privilégiés de veille technique et scientifique avec en prime la possibilité, compte tenu des moyens actuels de communication, de pérenniser les contacts.

Depuis de nombreuses années, l'IFHTSE assure régulièrement cet utile rassemblement de spécialistes de niveau mondial à l'occasion de ses congrès. Les dernières éditions de Savannah (USA) et de Prague (Tchéquie) ont permis de mesurer le dynamisme de nos vieux métiers soumis à une cure de jouvence avec l'apparition de nouveaux procédés de réalisation des pièces (fabrications additives, MIM, ...) et l'apport de la modélisation.

Dans notre pays, la dernière édition du congrès IFHTSE réalisé avec l'A3TS date de 1994, il avait rassemblé, à Nice, 560 personnes. Il est donc temps de refaire, en France, un nouveau point sur nos techniques.

Depuis cet événement l'A3TS s'est considérablement développé, le congrès A3TS et l'exposition associée, SVTM, réalisée en collaboration avec la SFV, sont devenus des rendez-vous incontournables de la profession avec une participation qui, en incluant les visiteurs de l'exposition, touche environ un millier de personnes.

Le congrès de Nice 2017 organisé conjointement par l'A3TS et l'IFHTSE permettra de bénéficier des points forts de nos deux associations, il représente donc un événement majeur et une source de veille incomparable, à laquelle je vous convie.

Sommaire

↳ Infos techniques	Page 2	↳ Barrières thermiques	Page 18
↳ La veille en une page	Page 6	↳ Traitements duplex	Page 19
↳ Revêtements chimiques	Page 7	↳ Traitement des alliages légers	Page 22
↳ Revêtements électrolytiques	Page 8	↳ Revêtements d'outils	Page 23
↳ Traitements thermiques / thermochimiques	Page 10	↳ Peintures	Page 25
↳ DLC / dépôts sous vide	Page 13	↳ Traitements des effluents	Page 26
↳ Cold spray	Page 14	↳ Agenda	Page 28
↳ Projection thermique / laser	Page 15		

INFOS TECHNIQUES

APPEL À CONFÉRENCES !



Le 24^{ème} Congrès IFHTSE 2017 associé à la Conférence Européenne sur le Traitement Thermique et d'Ingénierie des Surfaces ainsi qu'au Congrès annuel de l'A3TS se tiendra à Nice - France du 26 au 29 Juin 2017.

Le Palais des Congrès Acropolis est situé au cœur de Nice, à quelques pas de la Baie des Anges.

Ce Congrès International représentera un forum pour les universitaires, ingénieurs et chercheurs de l'industrie pour discuter et communiquer sur les progrès récents, les innovations et les développements dans le domaine du traitement thermique et de l'Ingénierie des surfaces.

Le Congrès sera l'occasion de rassembler les personnes qui travaillent dans la recherche expérimentale et la modélisation physique et numérique, ainsi que les personnes impliquées dans la conception, la production, l'assurance qualité et les applications industrielles.

Le **salon SVTM 2017** se tiendra **en parallèle les 27 et 28 juin** selon les modalités classiques.

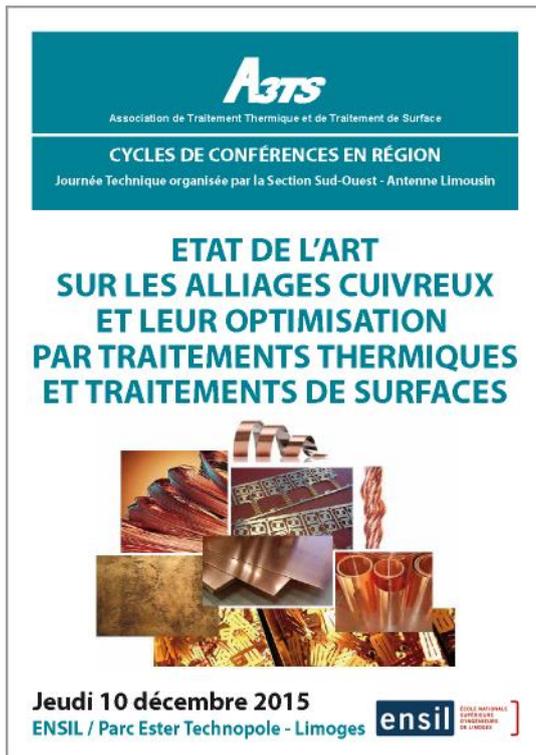
Dates importantes

- ▶ **31 mai 2016** : Date d'ouverture de soumission des résumés.
- ▶ **30 septembre 2016** : **Date limite de soumission des résumés.**
- ▶ **31 octobre 2016** : Notification d'acceptation des résumés.

▶ **30 novembre 2016** : Programme préliminaire.

En savoir + et dépôt de propositions de conférences :
www.ifhtse-a3ts-nice2017.com

COMPTE-RENDU DE LA JOURNÉE CUIVRE



Pour une première journée technique organisée par l'antenne Limousin de l'A3TS, cet évènement du 10 Décembre a été une réussite, en partie grâce à l'ENSIL qui a accueilli spontanément les participants.

Les présentations ont permis de faire une revue de la vie du cuivre depuis l'extraction du minerai par Olivier TISSOT de l'Institut Européen du Cuivre, jusqu'à son exploitation sous forme de sel pour les revêtements électrolytiques par Frédéric RAULIN de COVENTYA en tant que sous-couche d'accroche ou finition nivelante, sans oublier les métallisations sélectives dans un procédé au défilé, par Gilles DELAMARE de DIEHL.

Les traitements thermiques des massifs ont également été parfaitement abordés par Thierry SOREAU de Le Bronze Industriel, ainsi que les alliages spécifiques Cu-Be par Frédéric LE PORT-SAMZUN de NGK BERYLCO.

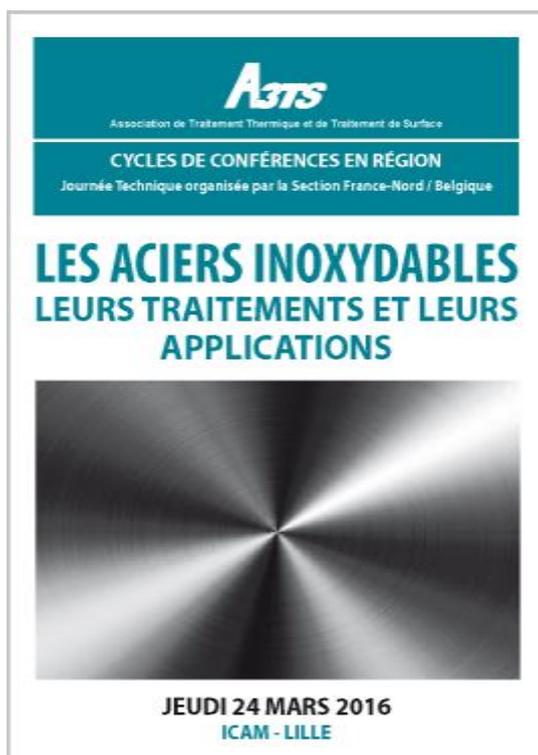
La sensibilité de la mesure de la résistance de contact, point clé de la performance électrique, a été détaillée théoriquement et expérimentalement par Pierre LAURAT de LEGRAND, puis mise en lumière au niveau des faisceaux automobiles par Olivier ALQUIER de PSA.

La quarantaine d'auditeurs industriels et tout autant d'étudiants de la spécialité Matériaux de l'ENSIL, ont pu échanger avec des

acteurs et conférenciers de qualité, qui ont su animer cette journée, avec une fluidité parfaite, sans redondance.

L'impression très positive laissée par cette journée a permis à l'antenne d'envisager avec sérénité une nouvelle manifestation, sous un format identique avec des partenaires sollicités pour cette première journée, ainsi que des donneurs d'ordre présents aux conférences qui ont été sensibilisés pour faire part de leur expertise sur le sujet, et dont certains ont déjà répondu favorablement pour la prochaine édition qui aura lieu en Novembre 2017.

L'équipe de l'antenne se réunira en Juillet 2016 pour sélectionner les prochains thèmes à aborder, autour des intervenants qui souhaitent voir cette journée perdurer, puisqu'elle aborde un matériau sur lequel ils travaillent au quotidien et pour lequel il y a peu d'informations techniques par rapport à la place occupée industriellement.



CONFÉRENCE D'INTRODUCTION :

Généralités sur les aciers Inoxydables Prof. Dr Ir Delaunoy Fabienne, Université de Mons. Historique des aciers inoxydables, différentes catégories, rappel de la métallurgie à partir des diagrammes d'équilibre et propriétés de résistance à la corrosion selon les différents modes.

1. Les traitements sur les aciers inoxydables duplex et super duplex JM Masson - CTIF

Pour ces aciers biphasés de type austéno-ferritiques les différentes métallurgies (additions d'azote de cuivre de molybdène, avec des taux de ferrite allant de 2/10%, 25/30%, 70% de ferrite (duplex à haut carbone) sont rappelées avec le rôle des éléments d'alliage sur les structures et les précipitations, notamment de ferrite et de phase sigma. Ils permettent d'atteindre des niveaux de résistance élevée ($R_m = 650$ à 750 MPa, $R_e = 480$ MPa)

Le rôle du traitement thermique est d'avoir une absence de transformation de phases, de dissoudre tous les précipités et phases, d'obtenir une structure biphasée à haute température et conserver la structure biphasée après refroidissement, avec possibilité de durcissement. Selon les grades : la température de palier est de 1040 °C mini, 1070 °C mini, 1120 °C mini + 1010 °C / 1080 °C - durée : selon épaisseur. Trempe rapide à l'eau. Le traitement durcissant entre 450 et 480 °C pendant 3 à 4 h permet

d'augmenter la dureté, la résistance aux piqûres et la ductilité. Sur les pièces moulées, il y a plusieurs possibilités : T1 refroidissement lent dans le moule, remontée lente à la température de palier et trempe ; T2 décochage à chaud suivi de trempe ou d'une remontée au palier et trempe. Les méthodes d'élaboration en fonderie sont présentées : four à induction + vide, AOD, VOD. Les conditions de soudage sont également données ainsi que plusieurs cas d'application.

2. Traitements de surface des aciers inoxydables dans le domaine pharmaceutique Frédéric GROULARD - TECHNOCHIM

Rappel des phénomènes de passivation des aciers austénitiques type 316L. Les films passifs ne sont pas des milieux inertes, la couche passive est le siège permanent de réactions dont l'équilibre dynamique donne un caractère protecteur au métal. L'équilibre peut être rompu selon les conditions auxquelles est exposé le métal, ce sont les phénomènes de corrosion. La mise en propreté chimique est destinée à éliminer corps étrangers et corps gras, les décolorations (soudures), forcer la passivation de l'inox, modifier la rugosité par rapport à une finition exigée. Elle est réalisée sur site selon des procédures client existantes ou basées sur des standards internationaux (ASTM, ASME-BPE, BPF,...) La rugosité est contrôlée et des finitions exigées par polissage mécanique ou électropolissage. Le polissage mécanique modifie les caractéristiques du matériau en surface avec apparition d'une zone écrouie (couche de Beilby) (mélange d'austénite + ferrite + oxydes + contaminants). Les avantages de l'électro-polissage sont de donner un profil adouci, une surface spécifique plus faible et une propreté bactériologique de la surface sans rétention de contaminants, une meilleure aptitude au nettoyage des surfaces avec amélioration de la résistance à la corrosion. Exemple de procédure : flushing à l'eau purifiée avec filtration 1µm, NaOH 3% à froid / NaOH 1% à chaud (fluonitrique HF 2% + HNO3 18%), acide nitrique 18% / acide citrique 10% à chaud.

Un focus sur le « *rouging* » est présenté. Il s'agit d'un phénomène de corrosion particulier à l'acier inoxydable rencontré principalement dans les industries de l'ultra- propreté : eau purifiée à $T > 65^{\circ}\text{C}$ ou vapeur pure. Phénomène inévitable dû aux conditions opératoires. Son degré de formation dépend : de la qualité de l'inox (nuance), comment le système a été fabriqué (soudage, finition de l'inox, traitements chimiques) des conditions de service auquel le système est soumis (conductivité de l'eau, température, produits chimiques utilisés dans le process, taux d'oxygène, vitesse de passage) et comment le système est entretenu et maintenu. Le mécanisme de formation est en relation avec l'équilibre dynamique modifié suite à deux paramètres : température élevée (taux d'oxygène dissout bas), faible conductivité, le Fe migre plus facilement à la surface que le Cr provoquant la formation d'hydroxydes/oxydes de fer en surface « la dépassivation » est plus rapide que la repassivation». 3 classes de rouging sont définies dans l'ASME-BPE 2014 :

- Rouge de classe 1 : plutôt hydroxydes et oxydes ferriques facile à éliminer mécanisme de formation par migration de particules - redéposition puis oxydation, apparition favorisée par utilisation de produits aseptiques dans le process (CI-). Ce n'est pas vraiment du *rouging* au sens strict du terme (attaque par fluides ultra-pures).
- Rouge de classe 2 : principalement hématite (Fe_2O_3), provenant d'un contact prolongé avec l'eau injectée chaude ($t^{\circ} > 80^{\circ}\text{C}$), s'élimine moins facilement que le rouge de classe 1 coloration rouge / brun typique à l'hématite. Rouge de classe 3 : principalement magnétite (Fe_3O_4) provient d'un contact prolongé avec la vapeur propre, *rouging* beaucoup plus compliqué à éliminer, coloration noire typique à la magnétite. Implications du phénomène de *rouging* : relargage de particules de fer, de chrome, de nickel (métaux lourds), augmentation de la micro-rugosité, contamination de l'EPPI ou de la VP (oxydes poreux), corrosion non-stable et évoluant (augmentation de l'épaisseur de l'oxyde vers le cœur du métal)

Le *dérouging* :

- *Classe 1 (très peu)* : acide phosphorique (5 à 25%) à chaud, acide phosphorique + citrique ou nitrique, acide citrique 3 à 10% en mélange Sulfite de sodium (5 à 10%) : pH neutre Temps de contact assez court (2h à 80°C).
- *Classe 2 (très-très peu)* : on constate une limitation dans l'efficacité des solutions utilisées pour la classe 1, constat : agents réducteurs meilleurs que agents oxydants, autre constat : amélioration si présence de composés soufrés (dithionite de sodium) mais inconvenients opératoires (stabilité, odeur).
- *Classe 3 (vraiment très très peu, voire quasiment personne!)* : constat : gros problème des solutions réductrices avec groupements soufrés car dépôt résiduel, interrogation car elle devrait dissoudre la magnétite (classe 3) plus facilement que l'hématite (classe 2).

Présentation de cas concrets :

3. Nickelage chimique sur aciers inoxydables : procédé, variantes et applications - Kanigen®

Le procédé Kanigen est le procédé de nickelage chimique auto-catalytique contenant 8,5 à 12% de phosphore (dépôt Xray amorphe, 2 variantes bas phosphore 8,5%, haut phosphore 10% dit amagnétique) apportant la dureté HV 900 après traitement 2h à 280°C, ou HV 750 après traitement à 620°C (dit nickel diffusion (2 à 4 µm diffusés, avec une amélioration de l'accrochage) Différentes variantes sont présentées : noir mat, Niptef (nickel-PTFE, > 20% en volume), ainsi que plusieurs applications sur aciers inoxydables : vanne pour produits corrosifs : Ni durci 50µm HV 950, détendeur pour gaz corrosif 5 à 8µm HV 550, sur tube destiné à être brasé sur alliage d'aluminium 6 à 8µm sur chaque substrat, vanne moteur en acier à 18%Cr Niptef HV 900, vis et écrous, sur substrat invar 8 à

12µm 530 HV, pièces pour application optique (noir), conditions extrême (offshore) sur 17-4PH 70 à 75µm + diffusion.

4. Traitement de surface sur inox : Variantes des dépôts sous vide. Mathieu Desmet - Sales Engineer
Après un rappel des différents types de dépôts et technologies différentes applications sur aciers inoxydables sont présentées : outils d'injection, instruments chirurgicaux, produits alimentaires, équipements pétroliers.

5. Les aciers inoxydables sont-ils incontournables pour les applications cryogéniques ? JBVogt - Ecole supérieure de chimie de Lille. Rappel des mécanismes de rupture fragile, leurs identifications (essai de résilience, fractographie, interprétation cristallographique). Les différentes solutions d'aciers inoxydables sont présentées : acier austénitique type 316L, alliages à haute teneur en azote (HNS) 316LN (O,235% N) qui présentent une résistance plus élevée à basse température, une meilleure résistance à la propagation des fissures de fatigue. La teneur en nickel doit être contrôlée comme le montrent des études faites sur des nuances 304 et Invar

Les nuances Fe-Cr-Mn à haute teneur en azote sont également une solution (exemple : 0.048C, 19.64Mn, 19.33Cr, 0.70N, 0.42Si, 0.029P, 0.008S, 0.27Ni)

L'autre option est l'alliage cryogénique à 9% de nickel qui présente une résistance à la rupture de 1100MPa à -196°C avec une ductilité équivalente à celle de l'ambiante (allongement et résilience de 286J/cm², sans cristallinité). Il est utilisé traité par trempe et revenu trempe 800°C 15mn et revenu 600°C 30mn pour obtenir une structure martensitique. On suppose que son comportement est lié à la formation d'une austénite de réversion en faibles quantités dans la structure martensitique.

Ces solutions sont en concurrence avec les alliages d'aluminium 5052-H34, 5086-H112-6061-T6-6082-T6 et de nouveaux alliages comme les **High Entropy Alloys**. Ces alliages, en dépit du fait qu'ils contiennent des éléments multiples avec différentes structures cristallines peuvent cristalliser comme une phase unique. Ceci s'explique par le fait que la part de l'entropie dans l'énergie libre d'alliages contenant cinq éléments majeurs ou plus, peut favoriser l'état de solution solide par rapport à des structures multiphasées.

6. Aciers inoxydables martensitique pour formage à chaud, application aux pièces de structure d'automobile. Jean-Benoît MOREAU - Aperam Research Center. La présentation compare les aciers MaX (martensitiques destinés au formage à chaud de la gamme APERAM, disponibles sous forme de tôles et tubes) à l'acier au carbone 22MnB5 couramment employé dans cette configuration. Selon les nuances on obtient des niveaux de résistance de 1100 à 1600 MPa et de limite élastique de 950 à 1150 MPa. Typiquement les analyses sont du type 0,1% de carbone, 12% de chrome et des additions de niobium (0,1%) et d'azote (0,03%). Ils présentent donc des caractéristiques mécaniques supérieures au 22MnB5 ainsi qu'une meilleure aptitude à l'emboutissage. La tenue en fatigue est de 580 MPa comparée à 475 MPa pour le 22MnB5. La trempabilité est également intéressante, avec une vitesse critique martensitique de 0,5°C/s pour 30°C/s pour l'acier au carbone. La présentation développe les conditions de formage à chaud de ces aciers, suivi d'un durcissement par trempe à l'air ou en matrice refroidie.

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	Efficience améliorée	Propriétés améliorées	Applications améliorées
Revêtements chimiques	** Nickelage chimique utilisant l'aluminium comme agent réducteur (process simplifié)		
Revêtements électrolytiques	** Nickelage à grande vitesse ** Appareillage pour maintenir le rendement des bains de chrome III (brevet)	** Chromage avec particules diamant ultra dispersées	** Bain de zinc ou de zinc-nickel adapté aux pièces complexes (brevet)
Traitements thermiques/thermochimiques	** Méthode de fabrication d'une tôle acier traitée et revêtue anti-corrosion ** Comparaison de la nitruration et de l'oxynituration		** Traitement d'un élément de moteur d'automobile par oxynitrocarburation et polissage (brevet)
DLC/dépôts sous vide	** Dépôt DLC pour multicouches (brevet)		** Revêtement DLC de cames (brevet) *** Réacteur PVD CVD pour le traitement de grandes surfaces (brevet)
Cold spray	** Revêtement anti-usure base cobalt par cold spray pour le moulage par injection		** Cold Spray pour réparation d'une valve de vérin
Projection thermique/laser	*** Déposition laser ultra rapide	** Revêtements par projection thermique multi-fonctionnels et résistants inspirés de la nature	** Projection d'aluminium pour la fabrication de pièces automobiles
Traitements duplex	*** Mouillabilité et corrosion des liquides ioniques [NTf2] sur acier et revêtements PVD (TiN, CrN, ZrN) ** Evaluation d'un traitement duplex nitruration+DLC sur l'usure par frottement et la tenue à la fatigue	** Influence d'une nitrocarburation basse temp. sur la surface d'acier traités HVOF ** Nitruration plasma et revêtements DLC pour la protection contre la corrosion *** Effet de la micro/nano texturation et ajout de MoS ₂ sur dépôts TiAlN	
Traitement des alliages légers		** Revêtements duplex HVOF + PVD sur substrats en alliages légers	
Revêtements d'outils			** Outils revêtus multicouches TiAlCrSiYN / TiAlCrN
Peintures			** Peinture anti-givre pour aubes de turbines

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 »

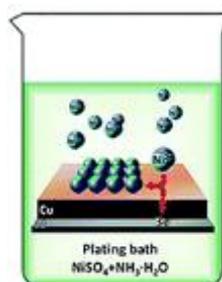
REVÊTEMENTS CHIMIQUES

Nouveau concept de nickelage chimique en utilisant l'aluminium comme agent réducteur (A new concept for electroless nickelplating: aluminium as reducing agent)

Zhang, Xingkai; Zhang, Junyan

RSC Advances (2016), 6(36), 30695-30698, ISSN : 2046-2069

Une méthode de dépôt chimique permettant d'obtenir des revêtements de nickel sur des substrats de cuivre a été mise au point pour simplifier les bains et le procédé de déposition. Les bains ne contiennent que du sulfate de nickel et de l'ammoniac. L'aluminium présent sur le substrat de cuivre sert de source d'électrons pour le dépôt de nickel. Les revêtements de nickel ainsi obtenus possèdent de bonnes propriétés anti-corrosion.



Nickelage chimique : bibliographie (Electroless NickelPlating - A Review)

Loto C.A.

Silicon (1 Apr 2016), Volume 8, Number 2, pp. 177-186, ISSN : 1876-990X E-ISSN : 1876-9918

Dans cette bibliographie sur le nickelage chimique de substrats métalliques tels que l'acier doux, l'auteur s'est attaché à fournir un maximum de données issues de la littérature ancienne et des recherches actuelles dans ce domaine. Sont notamment abordés : les différents bains, les paramètres de déposition, les principaux types de nickelage chimique, les mécanismes impliqués dans les processus, les avantages et inconvénients par rapport à d'autres procédés.

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

Brevet : WO2015187402 A1 (2015-12-10) / Brevet prioritaire : US2015345027 A1 (2015-12-03)

Déposant : Macdermid / Inventeur(s) : Janik Robert, Micyus Nicole J, Schuh Ryan

Description de la composition d'un bain et d'un procédé consistant à assurer un dépôt uniforme de nickel par procédé chimique auto catalytique. Le procédé conduit à la réalisation d'un dépôt de nickel ayant une teneur en phosphore d'environ 12%. La solution 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-hydroxy carboxyliques. La solution peut également contenir des stabilisants et des agents de brillantage.

REVÊTEMENTS ÉLECTROLYTIQUES

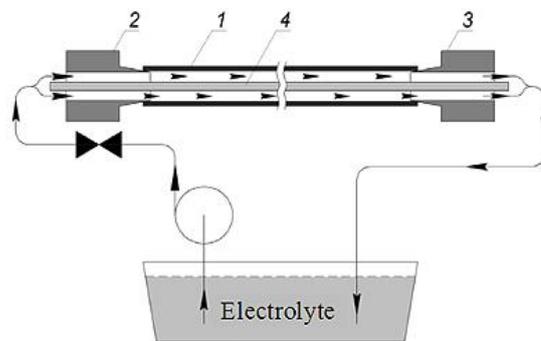
Amélioration des revêtements de chrome par l'utilisation de charges ultra dispersées de particules diamant (Quality improvement of chrome-diamond coatings on flowing chrome plating)

Belyaev, V.N.; Koslyuk, A.Yu.

IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (2016), vol.126, p. 012002, ISSN : 1757-8981, UK Conference: VII International Scientific and Practical Conference on Innovations in Mechanical Engineering (ISPCIME-2015), Kemerovo, Russia, 23-25 Sept. 2015

[Texte intégral](#)

Les résultats d'une recherche conduite sur un processus de chromage par écoulement sur des surfaces internes de cylindres de grandes longueurs en rotation continue dans un électrolyte contenant des particules de diamant ultra-dispersées sont présentés. L'influence de la variation de la température de l'électrolyte et de la vitesse de rotation du cylindre a été étudiée. La porosité, la micro-dureté, l'épaisseur des revêtements de chrome et leur uniformité ont été analysées par microscopie à balayage électronique. Les résultats ont montré que les propriétés du revêtement augmentaient avec la diminution de la taille des grains des particules, la diminution de la porosité et l'augmentation de la micro-dureté, confirmant ainsi l'efficacité de l'utilisation de charges ultra dispersée lors du procédé de chromage.



1 – Article to be plated, 2 – Header, 3 – Drain unit, 4 – Anode
Diagram of flowing chrome-plating setup of inner surface of long-size articles

Nickelage à grande vitesse de contacteurs électriques dans des bains au sulfamate de nickel (High speed nickel sulphamate plating of connector strip)

Whittington C.M.; Lo W.Y.

Transactions of the Institute of Metal Finishing (2016), Volume 94, Number 3, pp. 146-151, 20 refs. ISSN : 0020-2967 E-ISSN : 1745-9192

Les bains au sulfamate de nickel sont économiquement intéressants par rapport aux classiques bains de Watts. Des ions chlorure ou bromure peuvent être ajoutés à l'électrolyte afin d'améliorer la conductivité et de faciliter la dissolution de l'anode de nickel, avec peu ou pas de polarisation. Les anodes peuvent être à base de soufre actif ou de nickel pur. Ces solutions ont été étudiées pour des bains de sulfamate de nickel utilisés pour le revêtement à haute vitesse de connecteurs dans l'industrie électronique. Les résultats fournissent des indications sur l'influence des halogénures et sur la forme de l'anode pour diminuer le niveau de contraintes, réaliser des économies d'énergie et réduire les étapes de nettoyage de l'anode pour éliminer les résidus insolubles de soufre actif. Plus de six ans de pratique industrielle, ont permis d'optimiser les conditions d'exploitation tout en améliorant les propriétés des dépôts.

Méthode de revêtement et composition d'un bain de zinc ou de zinc-nickel (Acidic zinc and zinc-nickel alloy plating bath composition and electroplating method)

Brevet : WO2016066467 A1 (2016-05-06). Déposant : Atotech

La présente invention se rapporte à une composition d'un bain acide de zinc ou de zinc-nickel comprenant une source d'ions zinc, éventuellement une source d'ions nickel, choisis parmi les ions chlorure, sulfate et des mélanges de ceux-ci et au moins un sel d'acide dithiocarbamique Le bain s'avère très adapté au revêtement au tonneau de pièces de forme complexe.

Composition d'un bain électrolytique d'alliage cuivre-nickel (Copper-nickel alloy electroplating bath and plating method)

Brevet : EP2840169 A4 (2015-12-30. Déposant : Dipsol

La présente invention concerne un bain électrolytique d'alliage cuivre-nickel, qui est caractérisé en ce qu'il contient un sel de cuivre et un sel de nickel, un agent complexant du métal, une pluralité de sels de conductivités variables, un composé choisi dans le groupe constitué par les composés disulfures, sulfures contenant des acides aminés ou des sels de ces composés, un composé choisi dans le groupe constitué par des composés de l'acide sulfonique, des sulfimides, des acides sulfamiques, des sulfonamides ou des sels de ces composés et un produit de réaction d'un éther glycidique et un polyalcool. Ce bain électrolytique d'alliage de cuivre-nickel est également caractérisé par un pH de 3-8.

Additif pour revêtement électrolytique de zinc (Additive for alkaline zinc plating)

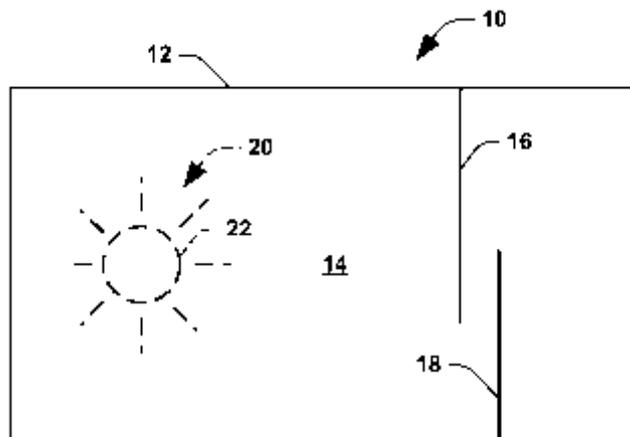
Brevet : WO2016001317 A1 (2016-01-07). Déposant : BASF

La présente invention concerne un procédé pour le dépôt électrolytique d'un revêtement de zinc ou d'alliage de zinc sur un substrat métallique, ayant une brillance spécifique. L'utilisation d'un additif pour le bain permet d'améliorer l'aspect optique et / ou l'adhérence du revêtement.

Appareillage et méthode permettant de maintenir le rendement des bains de chrome III (Apparatus and method of maintaining trivalent chromium bath plating efficiency)

Brevet : US2015354085 A1 (2015-12-10). Déposant : Covent Be Incremental Coventya

Dispositif permettant de maintenir l'efficacité du chrome trivalent dans un bain aqueux de dépôt électrolytique, qui comprend des ions chrome trivalent et un composé du soufre et une source de rayonnement ultraviolet permettant de réduire la diminution du rendement du bain.



TRAITEMENTS THERMIQUES / THERMOCHIMIQUES

Modélisation de l'évolution de la composition et des profils de contraintes lors de la nitruration basse température d'aciers austénitiques (Modelling the evolution of composition-and stress-depth profiles in austenitic stainless steels during low-temperature nitriding)

Jespersen Freja N.; Hattel Jesper H.

Modelling and Simulation in Materials Science and Engineering (12 Jan 2016), Volume 24, Number 2, 41 refs.
ISSN : 0965-0393 E-ISSN : 1361-651X

Au cours du procédé de nitruration, des contraintes résiduelles très importantes apparaissent dans la zone traitée. Lors de la nitruration à basse température, un phénomène intéressant apparaît : les contraintes résiduelles provoquées par la dissolution de l'azote à l'état solide influencent la thermodynamique et la cinétique de diffusion de dissolution de l'azote. Dans ce travail, la mécanique des solides a été combinée avec la thermodynamique et la cinétique de diffusion pour simuler l'évolution des profils de composition et de contraintes résultant de ce type de nitruration.

Eléments fondamentaux de compréhension du processus de nitruration - Bibliographie (Alloying Element Nitride Development in Ferritic Fe-Based Materials Upon Nitriding: A Review)

Steiner T.; Mittemeijer E.J.

Journal of Materials Engineering and Performance (1 Jun 2016), Volume 25, Number 6, pp. 2091-2102, 96 refs.
ISSN : 1059-9495 E-ISSN : 1544-1024

Dans le but de parvenir à une meilleure compréhension du processus de nitruration des aciers, telle qu'elle est appliquée dans les process industriels, les connaissances théoriques et les observations expérimentales actuellement disponibles sur le sujet en termes de cristallographie, morphologie, propriétés des précipités de nitrides, modèles binaires et ternaires, alliages de Fe sont présentées. Les aspects thermodynamiques et cinétiques sont mis en avant afin de souligner leur importance dans le processus de nitruration.

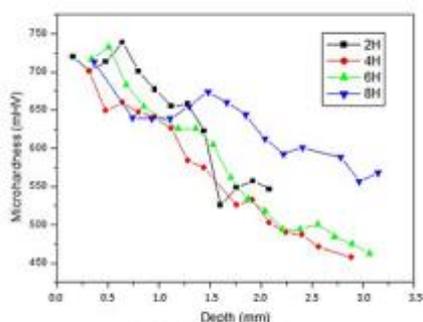
Tenue à l'usure d'acier P20 cémenté et nitruré plasma (Micro abrasive wear behaviour study of carburization and ion plasma nitriding of P20 steel)

Lopes Henrique Solowej Medeiros; Manfrinato Marcos Dorigao

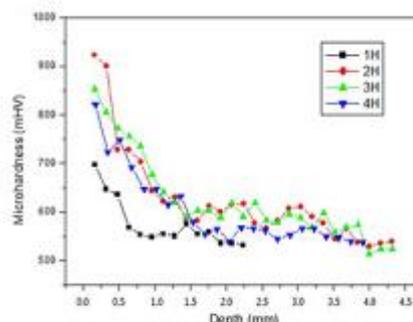
Materials Research (1 May 2016), Volume 19, Number 3, pp. 686-694, 21 refs. ISSN : 1516-1439

[Texte intégral](#)

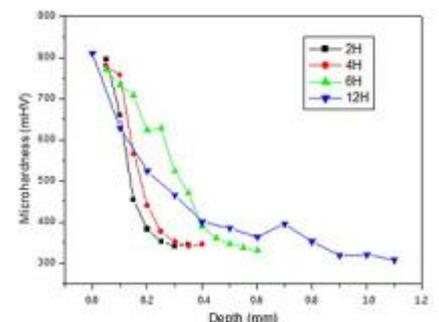
Un acier P20, principalement utilisé dans le moulage plastique, a été traité par nitruration plasma et cémentation. Le but de ce travail est de comparer deux méthodes de cémentation et une nitruration plasma en fonction des durées de traitement. Les résultats obtenus (épaisseur de couche et micro-dureté) sont donnés dans les figures suivantes.



(a) solid carburization



(b) gas carburization



(c) ionic nitriding

Treatment	Cap Height (mm)	Layer Depth (mm)
Solid Carburization 2 hours	0.043	1.75
Solid Carburization 4 hours	0.040	2.57
Solid Carburization 6 hours	0.036	2.73
Solid Carburization 8 hours	0.020	2.78
Gas Carburization 1 hours	0.022	0.80
Gas Carburization 2 hours	0.022	1.10
Gas Carburization 3 hours	0.023	1.40
Gas Carburization 4 hours	0.027	1.70
Ion nitriding 2 hours	0.031	0.20
Ion nitriding 4 hours	0.040	0.25
Ion nitriding 6 hours	0.037	0.45
Ion nitriding 12 hours	0.032	0.90

Etude comparative de la nitruration et de l'oxynitruration d'acier AISI4140 (Comparative study of plasma oxynitriding and plasma nitriding for AISI 4140 steel)

Wu Jiqiang; Liu Han

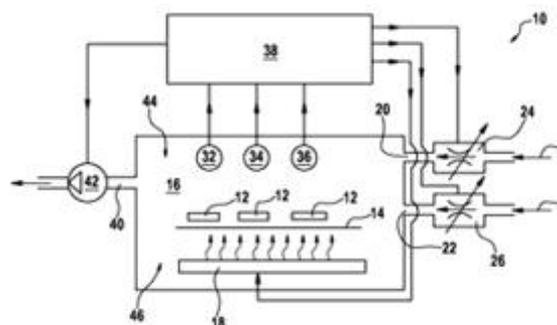
Journal of Alloys and Compounds (25 Sep 2016), Volume 680, pp. 642-645, 12 refs. ISSN : 0925-8388

Les échantillons traités par les deux méthodes ont été caractérisés par métallographie optique, tests de microdureté, diffraction aux rayons X et polarisation électrochimique. Les résultats montrent que l'oxynitruration présente un rendement beaucoup plus élevé. La couche obtenue est beaucoup plus épaisse et plus lisse. La dureté est plus élevée. La résistance à la corrosion peut être considérablement améliorée du fait de la formation d'oxyde de Fe₃O₄ stable et compact. Le débit d'air optimum est de 0,3 L/min.

Méthode de carbonitruration et chambre de traitement (Method for carbonitriding at least one component in a treatment chamber)

Brevet CN102762760B (2015-12-02). Déposant : Robert Bosch

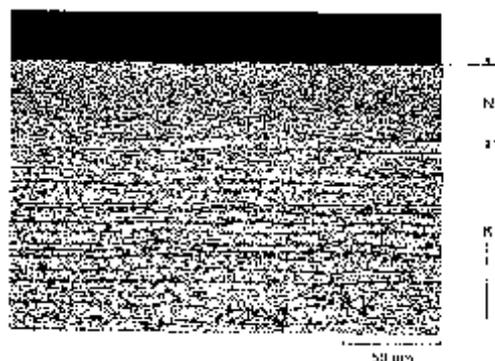
Méthode pour la carbonitruration d'au moins un composant (12) dans une chambre de traitement (16) dans laquelle au moins un gaz de traitement (28; 30) est introduit dans la chambre, dans laquelle la teneur en hydrogène est détectée et maintenue dans une plage souhaitée par contrôle à intervalles réguliers et adaptation de la quantité de gaz de traitement.



Méthode de fabrication d'une tôle acier traitée et revêtue anti-corrosion (Method for producing a hot-formed and heat-treated steel component that is coated with a metal anti-corrosion coating from a sheet steel product)

Brevet : CN102985570 B (2016-03-30). Déposant : Thyssenkrupp SteelEurope

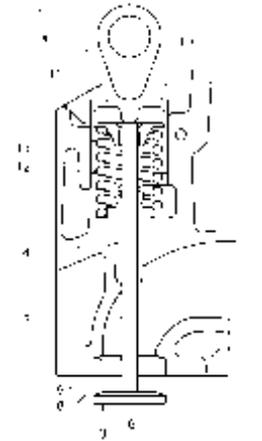
Procédé de fabrication d'une tôle acier comprenant au moins 0,4% en poids de Mn avec un revêtement anti-corrosion. La tôle acier est recuite dans un four continu sous une atmosphère contenant jusqu'à 25% en H₂ en volume, 0,1% à 10% en volume de NH₃, H₂O, N₂ et les impuretés liées au procédé à une température comprise entre 400 à 1100°C pendant 5 à 600 s. La tôle recuite présente une couche nitrurée d'épaisseur de 5 à 200 µm avec une granulométrie plus fine que la granulométrie de la couche intérieure. Une fois recouverte d'une couche protectrice métallique, le produit est chauffé à une température d'austénitisation de 780 à 950°C. La tôle ainsi obtenue est formée à chaud et refroidie afin d'obtenir une structure formée et durcie.



Procédé de traitement thermochimique de diffusion pour un élément mécanique, et élément mécanique correspondant (Method for thermochemical diffusion treatment for a mechanical element, and corresponding mechanical element)

Brevet : FR3001231 B1 (2016-05-06). Déposant : Renault

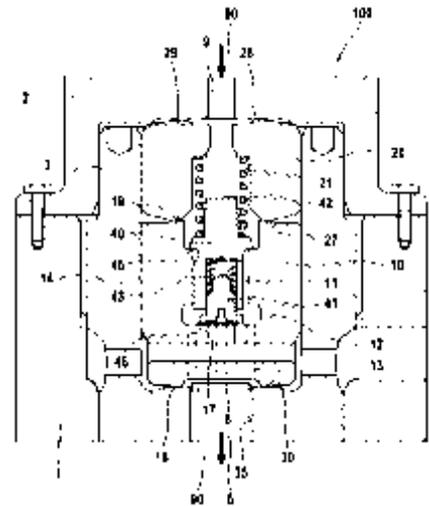
L'invention concerne un procédé de traitement thermochimique de diffusion pour un élément mécanique de moteur à combustion interne réalisé en acier, notamment un poussoir (7) de soupape (3), comprenant une étape d'oxynitrocarburation de la surface de l'acier, puis une étape de polissage de surface, par exemple par brossage, de l'acier. L'invention concerne également un élément mécanique de moteur à combustion interne en acier, par exemple un poussoir de soupape, comprenant, en surface : une couche comportant des nitrures de fer, et une couche surfacique d'oxyde de fer Fe_3O_4 .



Méthode de nitruration de composants de système à injection (Method for nitriding a component of a fuel injection system)

Brevet : WO2016041657 A1 (2016-03-24). Déposant : Robert Bosch

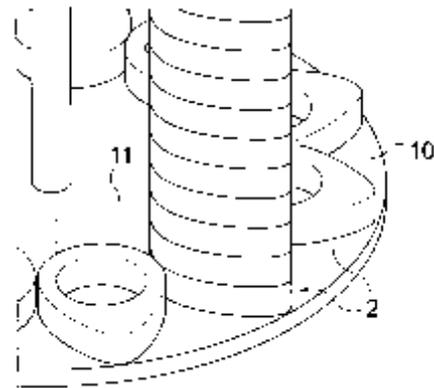
Procédé de nitruration d'un composant d'un système d'injection, ledit composant étant exposé à de hautes pressions et constitué d'un acier allié. Le procédé est caractérisé par les étapes suivantes : activation du composant dans de l'acide inorganique, avec une pré-oxydation dans une atmosphère contenant de l'oxygène entre 380°C et 420°C, nitruration de la pièce entre 520°C et 570°C, élimination de la couche composite formée par le procédé de nitruration sur la surface du composant.



DLC / DÉPÔTS SOUS VIDE

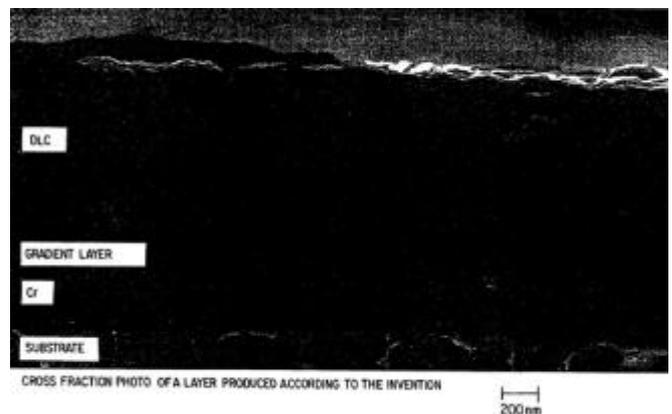
Procédé de revêtement DLC des cames d'un arbre à came, installation et mise en œuvre (Method for coating the nose of the cams of a camshaft with dlc, camshaft obtained in this way and facility for implementing said method)
Brevet : WO2015193584 A1 (2015-12-23). Déposant : HEF

Pour traiter les cames d'un arbre à cames pour véhicule à combustion interne, pour en réduire le coefficient de frottement vis-à-vis d'une pièce antagoniste en une zone munie d'un revêtement dur à base de carbone amorphe du type DLC, on dispose les cames sur un support, on amène le support et les cames dans une enceinte que l'on met sous vide en sorte d'assurer un décapage de ces cames, on met ce support en mouvement relatif suivant une trajectoire de défilement par rapport à une source de revêtement, et on enlève ces cames vis-à-vis du support avant de les assembler au sein d'un arbre à cames ; on dispose les cames sur le support selon une configuration fixe qui, conjointement avec la trajectoire, est définie de telle manière que ces cames sont amenées successivement en regard de la source avec des orientations et à des distances sensiblement identiques par rapport à cette source, en sorte de déposer un revêtement dur à base de carbone amorphe de type DLC, sélectivement sur la fraction de la tranche des cames qui est orientée vers la source.



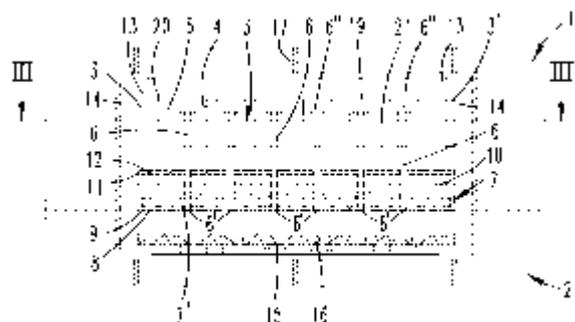
Méthode de réalisation d'un dépôt DLC (DLC layer system and method for producing said layer system)
Brevet : BRPI0017216 A2 (2016-03-29). Déposant : Balzers Oc Oerlikon Balzers Oerlikon

L'invention concerne un procédé et un dispositif pour la réalisation d'un revêtement multi-couches pour la protection contre l'usure et la corrosion afin d'améliorer les qualités de glissement. Une couche adhésive est placée sur un substrat, une couche de transition est placée sur la couche d'adhésif et une couche extérieure, constituée de carbone de type diamant, est déposée sur la couche de transition. Le système de couche a une dureté d'au moins 15 GPa, de préférence d'au moins 20 GPa et une force d'adhérence d'au moins 3 HF selon la norme VDI 3824-4.



Réacteur PVD CVD pour le traitement de grandes surfaces (CVD or PVD reactor for coating large-area substrates)
Brevet : WO2016079184 A1 (2016-05-26). Déposant : Aixtron

L'invention concerne un dispositif de revêtement CVD ou PVD, comprenant un boîtier (1, 2) et un organe d'admission de gaz (7) fixé au boîtier. Ledit organe d'entrée de gaz ayant une surface de sortie de gaz (7') disposant d'ouvertures de sortie de gaz (8). Un dispositif de retenue (3) est fixé à la partie supérieure du boîtier (1). L'organe d'admission de gaz (7) est fixé sur le dispositif de retenue (3) au moyen d'une pluralité d'éléments suspendus (6) répartis sur toute l'étendue de la surface horizontale. Un bouclier thermique à refroidissement actif est situé entre le dispositif de retenue (3) et l'organe d'admission de gaz (7).



COLD SPRAY

Utilisation du Cold Spray pour la réparation d'une valve de vérin (Application of High-Pressure Cold Spray for an Internal Bore Repair of a Navy Valve Actuator)

Widener C.A.; Carter M.J.

Journal of Thermal Spray Technology (1 Jan 2016), Volume 25, Number 1-2, pp. 193-201, 14 refs. ISSN: 1059-9630

[Texte intégral](#)

Il s'agit ici de la réparation d'un vérin hydraulique Al-6061 de la Navy. La surface d'étanchéité de l'alésage interne de l'actionneur a été réparée par projection à froid (sous hélium) d'un alliage d'aluminium 6061. Les dégâts provoqués par la corrosion sur des surfaces non critiques ont également été réparés, permettant à la pièce d'être remise en service. Les alésages internes avaient pour dimension 100 mm de diamètre et 200 mm de profondeur. Une buse inclinée à 45° et de 65 mm de longueur a été utilisée. La force moyenne d'adhérence du revêtement est de 71,4 MPa (pour un minimum requis de 69 MPa). L'actionneur réparé a satisfait à tous les tests de services et a été agréé.



Fig. 1 Close-up photo of seawater corrosion damage on the outboard portion and sealing surfaces on the valve actuator's internal bore



Fig. 16 Photo of the aluminum actuator internal bore repair with solid masking in place



Fig. 17 Photo of bottom inside corner of the internal bore showing the lack of fill in the bottom corner during the initial deposition trials



Fig. 4 Experimental setup to repair the valve actuator with internal bore nozzle

Revêtements anti-usure base cobalt réalisés par cold spray pour le moulage par injection (Wear-resistant cobalt-based coatings for injection moulds by cold spray)

Giusti, R.; Vezzu, S.

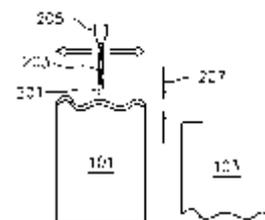
Surface Engineering (2016) Ahead of Print; ISSN : 0267-0844

Dans cette étude, deux procédés (HVOF et cold spray) ont été utilisés pour la projection d'alliages base Ni et base Co pour le revêtement de moules acier. L'objectif était de trouver une alternative au traitement thermique de l'acier. La projection cold spray base cobalt a donné les résultats les plus intéressants en termes de résistance à l'usure.

Procédé cold spray pour le pré-positionnement d'une matière de brasage (Braze pre-placement using cold spray deposition)

Brevet : EP1916318 B1 (2016-02-17). Déposant : Pratt & Whitney United Technologies

Description d'un procédé Cold Spray pour l'application uniforme d'une matière de brasage sur une interface et ce, quel que soit la géométrie de son contour.



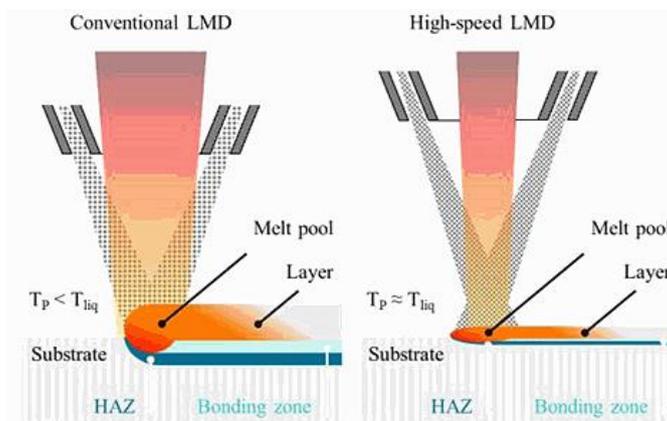
PROJECTION THERMIQUE / LASER

Etude de la déposition laser ultra rapide comme une alternative au chromage dur et à la projection thermique (HVOF) (Investigations on ultra-high-speed laser material deposition as alternative for hard chrome plating and thermal spraying)

Schopphoven Thomas; Gasser Andres)

[Texte intégral](#)

Si la projection thermique donne des résultats intéressants, les épaisseurs de revêtement typiques ($> 500 \mu\text{m}$) sont généralement trop importantes pour assurer une bonne protection contre l'usure et la corrosion et les taux de revêtement se situent dans un intervalle de 10 à 50 cm^2/min , ce qui reste très insuffisant pour le traitement de composants volumineux. Dans cet article, une nouvelle approche pour la déposition laser d'Inconel 625 avec des taux de revêtement supérieurs à 500 cm^2/min et des vitesses de déposition allant jusqu'à 200 m/min est proposée. L'influence des principaux paramètres de traitement sur l'épaisseur de la couche et l'aspect de la zone de liaison sont étudiés. Cette amélioration de procédés existants permet d'obtenir des couches beaucoup plus minces (de l'ordre de 10 à 250 μm) offrant une bonne protection contre l'usure et la corrosion.



Nouveau procédé de projection d'aluminium pour la fabrication de pièces automobiles (A Novel Manufacturing Route for Automobile Parts through Two-Wire-Arc ThermalSpray Process)

Murtaza, Qasim; Pandey, S. M.

Materials and Manufacturing Processes (2016), 31(11), 1424-143; ISSN : 1042-6914

Ce travail détaille le procédé de revêtements d'alliages métalliques TWATS (two-wire-arc thermal spray – projection thermique par arc double fil) pour la fabrication de pièces automobiles telles que les pare-chocs et les capots. Une étude de cas, où un fil d'alliage d'aluminium a été utilisé est présenté. L'influence de différents paramètres : tension, distance de pulvérisation, pression du gaz et couple moule / substrat est étudiée. Les expériences conduites sur 4 substrats (acier, aluminium, céramique, carbone) ont permis de déterminer les facteurs optimum suivants : vaporisation à une distance de plus de 150 mm, tension de 30 V, courant de 250 A, gaz d'atomisation primaire (azote) à pression de 100 psi (0,689 MPa).

Microstructure et usure par frottements de revêtements base Fe réalisés par HVOF et HVOF (Microstructure and Sliding Wear Behavior of Fe-Based Coatings Manufactured with HVOF and HVOF Thermal Spray Processes)

Milanti, A.; Matikainen, V.

Journal of Thermal Spray Technology (2016), 25(5), 1040-1055; ISSN : 1059-9630

La microstructure et le comportement micromécanique de revêtements base Fe réalisés par projection thermique HVOF (high-velocity oxygen fuel) et HVOF (high-velocity air fuel) ont été étudiés (HVOF $\approx 1800^\circ\text{C}$, HVOF $\approx 1400^\circ\text{C}$). Des poudres Fe-Cr-Ni-Si-B-C et Fe-Cr-Ni-Mo-Si-B-C ont été utilisées. Les revêtements présentent une microstructure très dense avec une oxydation proche de zéro. Les tests de micro et nano-indentations montrent une dureté supérieure dans le cas des particules Fe-Cr-Ni-Mo-Si-B-C qui présentent donc une meilleure résistance à l'usure que celle de Fe-Cr-Ni-Si-B-C. Les meilleurs résultats, en termes d'usure par frottement, sont obtenus avec la projection HVOF de poudres Fe-Cr-Ni-Mo-Si-B-C, les revêtements présentant une plus grande dureté intra-lamellaire et une plus grande élasticité.

Influence de la granulométrie des poudres et de la topographie de surface sur les forces d'adhésion de revêtements réalisés par projection thermique (Role of Powder Granulometry and Substrate Topography in Adhesion Strength of Thermal Spray Coatings)

Kromer, R.; Cormier, J.

Journal of Thermal Spray Technology (2016), 25(5), 933-945; ISSN: 1059-9630

Des revêtements APS (plasma atmosphérique) ont été réalisés sur différentes surfaces afin de comprendre les effets de la topographie de surface et de la taille des particules sur les forces de liaison (adhérence). Le grenailage et la texturation de surface par laser ont été utilisés pour créer une rugosité et une topographie de surface contrôlées. Des paramètres optimaux (volumes de particules (Ni-Al) et topographies de surfaces) pour la projection sur petites et grande surface sont proposés.

Tenue à la corrosion de couches Ni/Cr₂C₃-NiCr obtenues par projection HVOF (Corrosion performance of bi-layer Ni/Cr₂C₃-NiCr HVOF thermal spray coating)

Sadeghimeresht E. ; Markocsan N.

Applied Surface Science (2016), Volume 369, pp. 470-481, 39 refs. ISSN : 0169-4332

La résistance à la corrosion de trois revêtements HVOF : monocouche Ni, monocouche Cr₂C₃-NiCr et bi-couche Ni/Cr₂C₃-NiCr a été évaluée par immersion, brouillard salin et tests électrochimiques. Les résultats obtenus par polarisation et spectroscopie d'impédance électrochimique montrent que la tenue à la corrosion des revêtements Cr₂C₃-NiCr dans une solution de NaCl (3.5% en poids) est largement améliorée par la présence d'une couche intermédiaire de Ni. Les résistances de la bi-couche Ni/Cr₂C₃-NiCr et de la monocouche Cr₂C₃-NiCr sont respectivement d'environ 194 et 38 kΩ cm².

Influence des contraintes résiduelles sur la résistance à l'usure des revêtements HVOF (Effect of Residual Stress on the Wear Resistance of Thermal Spray Coatings)

Luo W. ; Selvadurai U.

Journal of Thermal Spray Technology (1 Jan 2016), Volume 25, Number 1-2, pp. 321-330, 35 refs. ISSN : 1059-9630

La résistance à l'usure des revêtements par projection thermique dépend principalement de la microstructure, de la dureté, de la porosité, ainsi que des contraintes résiduelles. Ces dernières sont induites par une multiplicité de facteurs tels que les gradients de température, les coefficients de dilatation thermique, les couples matériau de revêtement / substrat ou encore la géométrie des pièces traitées. Le niveau d'usure a été mesuré au moyen d'un profilomètre 3D. Les résultats montrent que les contraintes résiduelles peuvent être modifiées en faisant varier l'épaisseur du revêtement et la géométrie du substrat. L'étude montre également que les contraintes de compression, dans le cas de revêtements WC-Co HVOF, ont une influence positive significative sur la résistance à l'usure tandis que les contraintes de traction ont un effet négatif.

Revêtements par projection thermique multi-fonctionnels et résistants inspirés de la nature (Nature inspired, multi-functional, damage tolerant thermal spray coatings)

Smith Gregory M.; Resnick Michael

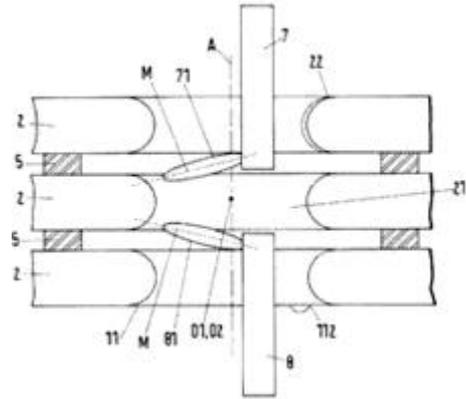
Surface and Coatings Technology (15 Jul 2016), Volume 297, pp. 43-50, 29 refs. ISSN : 0257-8972

La nature a démontré qu'il était possible d'allier résistance et ténacité. C'est notamment le cas de la couche nacrée que l'on peut trouver dans les coquilles d'ormeau qui combine, dans un assemblage ordonné, des couches céramiques et polymères. Des études récentes ont montré que, grâce à un contrôle approprié des procédés de projection thermique de céramiques et l'inclusion de polymères, il était possible d'améliorer de façon notable la force et la ténacité des revêtements. Cette étude s'inscrit dans le prolongement de travaux plus anciens et confirme les améliorations des propriétés mécaniques après l'inclusion de particules polymères.

Projection thermique sur composants de piles (Thermal coating of a component stack and of component stacks)

Brevet : US9327302 B2 (2016-05-03). Déposant : Oerlikon Metco Wohlen Sulzer

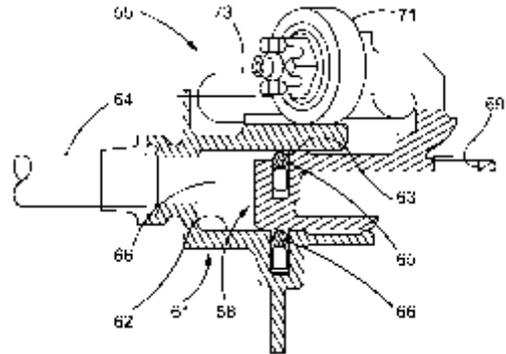
Un composant de pile est revêtu de telle sorte que, lors d'un premier passage, un premier angle (α) est formé entre la première surface du composant et le faisceau et, lors d'une seconde passe, un deuxième angle (β) est formé entre la première surface de la pile et le faisceau. Le premier angle (α) et le second angle (β) sont dans des directions opposées.



Projection de revêtements oxydes d'aluminium - PTFE pour surfaces de frottement (Sliding contact wear surfaces coated with ptf/aluminum oxide thermal spray coating)

Brevet : EP2961859 A2 (2016-01-06). Déposant : United Technologies

Technique d'application d'un revêtement résistant à l'usure pour des surfaces de contact par frottement en aluminium. Le revêtement contenant au moins un oxyde d'aluminium et du PTFE est réalisé par projection thermique. Le procédé décrit peut être utilisé pour la réparation de pièces en aluminium soumises à l'usure par frottement ainsi que dans la conception de nouvelles pièces en aluminium soumises aux mêmes contraintes. Les pièces concernées sont des vannes de purge de compresseurs pour moteurs de turbines à gaz.



BARRIÈRES THERMIQUES

Etude comparative des procédés SPS et SPPS pour les barrières thermiques (Characterization of Thermal Barrier Coatings Produced by Various Thermal Spray Techniques Using Solid Powder, Suspension, and Solution Precursor Feedstock Material)

Ganvir Ashish; Curry Nicholas

International Journal of Applied Ceramic Technology (1 Mar 2016), Volume 13, Number 2, pp. 324-332, 22 refs.
ISSN : 1546-542X E-ISSN : 1744-7402

Dans cette étude une comparaison a été menée entre une projection SPS (Suspension Plasma Spraying) et une projection SPPS (Solution Precursor Plasma Spraying) pour la réalisation de barrières thermiques. Les méthodes de caractérisation utilisées sont la microscopie à balayage électronique, l'analyse de la porosité (infiltration d'eau), la conductivité thermique (analyse laser), la durée de vie (fatigue thermo-cyclique). Les revêtements SPS obtenus avec une taille des particules en suspension (D50) < 3 µm sont très poreux et ont une conductivité thermique inférieure à la projection SPPS. Par contre, les revêtements SPS présentent une durée de vie supérieure.

Barrières thermiques YSZ : technique SPS vs l'EB-PVD et l'APS (Thermal insulation properties of YSZ coatings : suspension plasma spraying (SPS) versus electron beam physical vapor deposition (EB-PVD) and atmospheric plasma spraying (APS))

Bernard, Benjamin; Quet, Aurélie

Surface and Coatings Technology, 15 June 2016

Depuis de nombreuses années, le développement des barrières thermiques fait l'objet d'une recherche active. Les techniques EB-PVD (Electron Beam PVD) et APS (Atmospheric Plasma Spraying) sont largement utilisées pour appliquer des dépôts céramiques de type zircone stabilisée à l'yttrium (YSZ) sur substrats métalliques. Les coûts importants et une conductivité thermique assez élevée des revêtements EB-PVD ainsi que la résistance thermique relativement faible des revêtements APS sont de réels inconvénients pour les prochaines générations de moteurs à turbine. Dans cette étude, la technique SPS (Suspension Plasma Spraying) a été évaluée pour améliorer les propriétés thermiques des TBC (Thermal Barrier Coating). Les conductivités thermiques relevées sont de l'ordre de 0,7 à 1,25 W.m-1.K-1 pour les revêtements SPS tandis que les valeurs se situent entre 0,9 et 1,5 W.m-1.K-1 pour l'APS et l'EB-PVD.

TRAITEMENTS DUPLEX

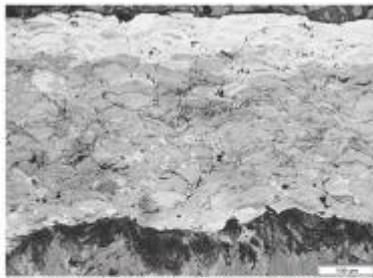
Influence d'une nitrocarburation basse température sur la surface d'aciers traités par HVOF (Surface modification of austenitic thermal-spray coatings by low-temperature nitrocarburizing)

Lindner T.; Mehner T.

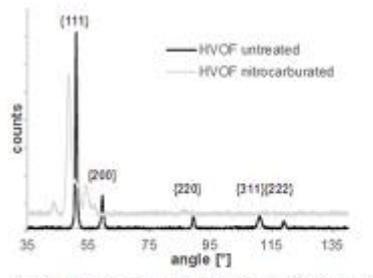
Materials Science and Engineering (10 Mar 2016), Volume 118, Number 1, 9 refs. ISSN : 1757-8981 E-ISSN : 1757-899X, Seminar on Materials Engineering, Chemnitz, Germany, 10 Mar 2016 - 11 Mar 2016

[Texte intégral](#)

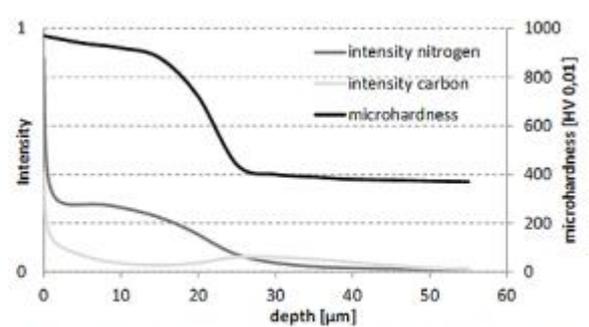
Un acier AISI 316L traité thermiquement (traitement HVOF GTV-K2) a été poli puis a subi une nitrocarburation suivant le procédé industriel HARD-INOX®-S de Gerster. Les résultats ont montré que ce procédé permettait d'obtenir une surface riche en carbone avec des propriétés tribologiques et une résistance à l'usure améliorées sans qu'il y ait formation de carbures de chrome.



Cross-section of the nitrocarburized AISI316L HVOF coating (etched)



XRD diffraction diagrams of the nitrocarburized and untreated AISI316L HVOF coating with the Miller indices of the austenite peaks



Nitrogen and carbon GDS intensities as well as microhardness of nitrocarburized AISI 316L HVOF coatings as a function of the surface distance

Nituration plasma et revêtements DLC pour la protection contre la corrosion des aciers (Plasma nitriding and DLC coatings for corrosion protection of precipitation hardening stainless steel)

Dalibon Eugenia L.; Bruehl Sonia P.

Advanced Engineering Materials (1 May 2016), Volume 18, Number 5, pp. 826-832, 36 refs. ISSN : 1438-1656 E-ISSN : 1527-2648

Un traitement duplex (nituration plasma + dépôt DLC) a été testé pour la protection contre la corrosion des aciers trempés, afin d'augmenter la durée de vie des composants utilisés dans les moules d'injection plastique. A titre de comparaison, des échantillons niturés non revêtus et des échantillons non niturés ont également été testés. La résistance à la corrosion a été évaluée par immersion en milieu acide, brouillard salin et polarisation. Aucun signe de corrosion n'a été observé après l'essai au brouillard salin et en milieu acide pour les échantillons niturés et duplex. L'échantillon duplex présente la meilleure résistance à la corrosion dans les tests électrochimiques. La corrosion du DLC est principalement dépendante de la densité de défauts entre l'électrolyte et le métal, ce qui initie la délamination et la dégradation. La couche niturée présente dans l'interface améliore l'adhérence et retarde ce processus de corrosion.

Mouillabilité et corrosion des liquides ioniques [NTf2] sur acier et revêtements PVD (TiN, CrN, ZrN) (Wettability and corrosion of [NTf2] anion-based ionic liquids on steel and PVD (TiN, CrN, ZrN) coatings)

Blanco, D; Viesca, JI

Surface and Coatings Technology, Volume 302, 25 September 2016, Pages 13–21

[Texte intégral](#)

Trois liquides ioniques base imide bis (trifluorométhylsulfonyl) ont été testés dans cette étude : 1-dodécyl-3-méthylimidazolium bis (trifluorométhylsulfonyl) imide [C12MIM][NTf2], tributylméthylammonium bis (trifluorométhylsulfonyl) imide [N4441][NTf2], et méthyltrioctylammonium bis (trifluorométhylsulfonyl) imide [N1888][NTf2]. La tension superficielle a été mesurée à des températures de 293-353K. Les mesures d'angle de contact ont été faites sur acier AISI 52100 et sur trois revêtements TiN, CrN et ZrN réalisés par PVD. Les meilleures performances en terme de mouillabilité ont été obtenues avec le liquide ionique [N1888][NTf2] sur surface revêtue TiN. Le meilleur comportement anti-corrosion a été observé avec le liquide ionique [N1888][NTf2] sur surface revêtue ZrN.

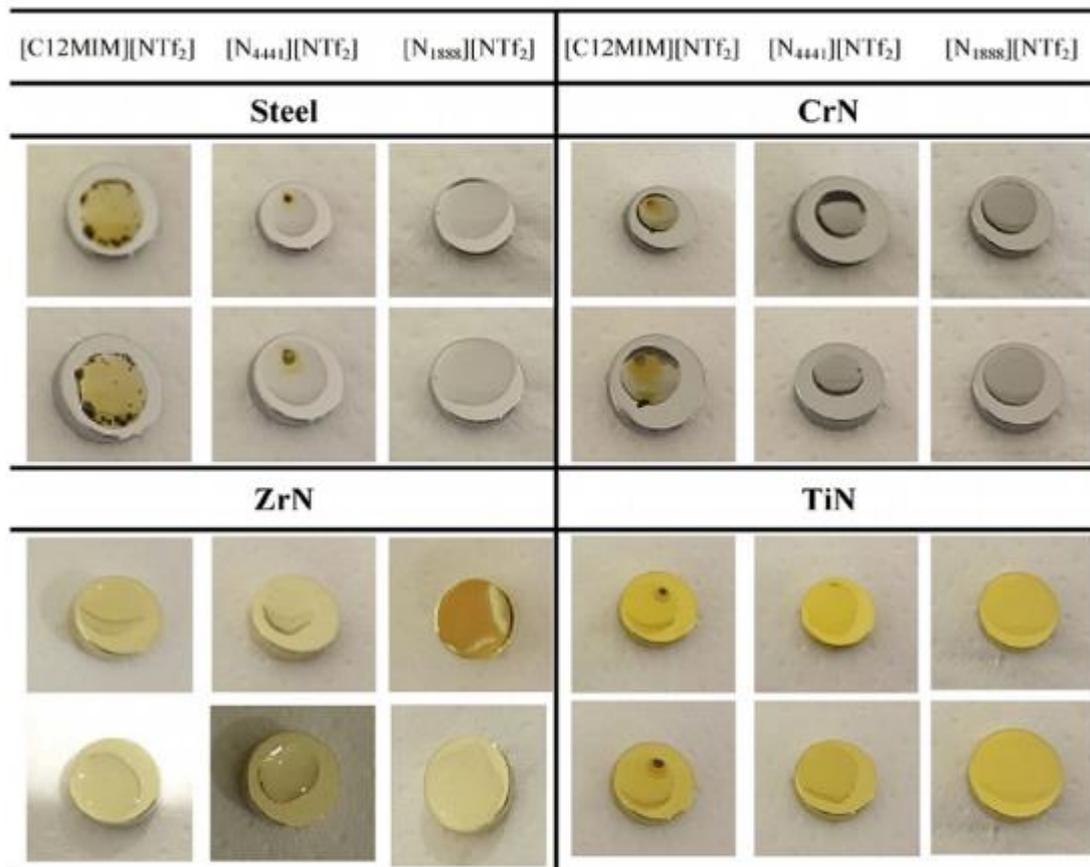
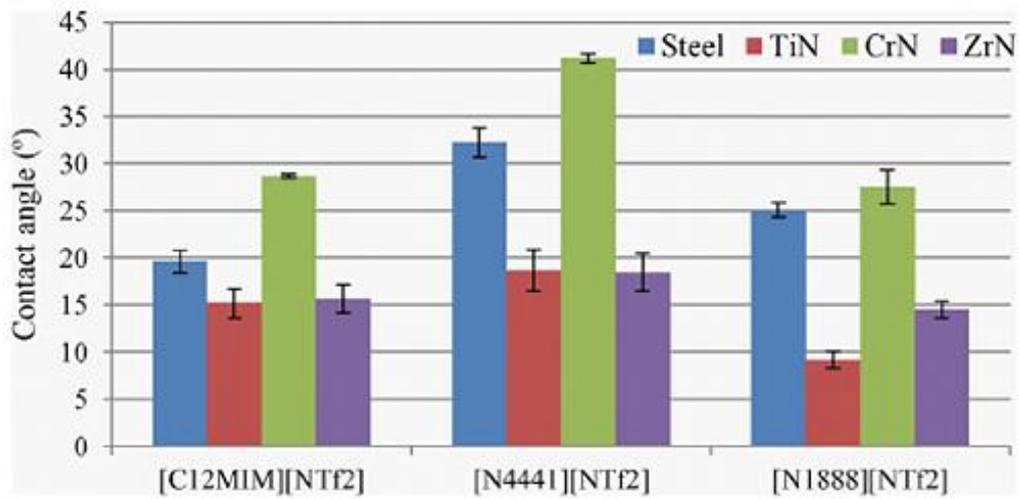


Fig. 6. Evolution of the disc surfaces during the corrosion tests at room temperature (above: after 7 days, below: after 20 days).

Evaluation d'un traitement duplex nituration + DLC sur l'usure par frottement et la tenue à la fatigue d'un acier allié (Effect of hybrid surface treatment composed of nitriding and DLC coating on friction-wear properties and fatigue strength of alloy steel)

Morita, Tatsuro; Inoue, Kenta

Materials Science and Engineering: A, Volume 661, 20 April 2016, Pages 105–114

Un acier allié JIS SCM440 pré-traité par nituration plasma et nituration gazeuse puis revêtu DLC a été testé. Les résultats ont montré que la nituration gazeuse comme pré-traitement était plus efficace pour améliorer la résistance à l'usure que la nituration au plasma. En effet, la nituration gazeuse conduit à l'obtention d'une couche durcie beaucoup plus épaisse qui pourrait maintenir la planéité de la couche de DLC, même si une force de contact élevée est appliquée. Les traitements étudiés n'ont pas d'influence sur la microstructure interne de sorte qu'on ne note pas d'influence sur la résistance à la traction. Par ailleurs, la nituration gazeuse permet également d'améliorer la résistance à la fatigue de l'acier allié à un niveau nettement supérieur à celui de la nituration plasma.

Effet de la micro/nano texturation et d'ajout de MoS₂ sur les propriétés tribologiques de dépôts TiAlN par PVD sur acier AISI 316 Effect of micro/nano-textures and burnished MoS₂ addition on the tribological properties of PVD TiAlN coatings against AISI 316 stainless steel)

Zhang, Kedong; Deng, Jianxin

Surface and Coatings Technology, Volume 291, 15 April 2016, Pages 382–395

Pour améliorer les propriétés tribologiques de surfaces revêtues TiAlN, les effets de la texturation de surface laser (LST) et l'ajout de particules de MoS₂ ont été étudiés. Deux types de texturations ont été effectuées : textures nanométriques par un laser femtoseconde et textures micrométriques par laser Nd:YAG. Quatre échantillons différents ont été fabriqués : échantillon non texturé revêtu TiAlN – échantillon texturé nano-échelle revêtu TiAlN – échantillon non texturé revêtu TiAlN avec inclusion de particules MoS₂ – échantillon texturé micro-échelle revêtu TiAlN avec inclusion de particules MoS₂. Les propriétés tribologiques ont été évaluées en utilisant un tribomètre pion – disque avec une charge de 10 à 40 N et une vitesse de 2 à 10 mm/s. Les résultats montrent que l'addition de MoS₂ et la nano ou micro texturation améliorent les performances tribologiques des revêtements. La texturation permet d'augmenter la durée de vie de la couche MoS₂ qui agit, pour sa part, significativement sur le coefficient de frottement.

TRAITEMENT DES ALLIAGES LÉGERS

Comportement d'un revêtement de nickel-phosphore sur un alliage de magnésium dans un bain de nickelage chimique faiblement corrosif (Deposition behaviour of nickel phosphorus coating on magnesium alloy in a weak corrosive electroless nickelplating bath)

Hu Rong; Su Yongyao

Journal of Alloys and Compounds (15 Feb 2016), Volume 658, pp. 555-560, ISSN : 0925-8388

Afin de réduire la corrosion des alliages de magnésium dans les bains de nickelage chimique, l'hydroxyde de nickel et l'acide phytique ont été utilisés en tant qu'inhibiteurs de corrosion pour éviter la dissolution du substrat au cours du procédé de déposition. L'influence des ions nickel et de la concentration en acide phytique sur le taux de déposition et sur la porosité a été étudiée. Les concentrations optimales ont été obtenues pour 8,8 g/L et 4 ml/L, respectivement. Les courbes de polarisation montrent que le revêtement Ni-P présente une bonne résistance à la corrosion. Les tests aux rayures et les essais de choc thermique ont montré une excellente adhérence entre le revêtement et le substrat magnésium.

Caractérisation de revêtements duplex HVOF + PVD sur substrats en alliages légers (Characterization of duplex coating system (HVOF + PVD) on light alloy substrates)

Picas, Ja; Menargues, S

Surface and Coatings Technology, 15 June 2016, 7èmes Rencontres Internationales sur la Projection Thermique, 9-11 décembre 2015, Limoges

Les alliages d'aluminium ou de magnésium jouent un rôle de plus en plus important dans de nombreuses applications industrielles. Cette étude a pour but d'évaluer l'amélioration des propriétés tribologiques apportée par l'application d'un revêtement duplex sur un alliage d'aluminium AW-7022 et un alliage de magnésium AZ91. Un premier revêtement épais réalisé par HVOF est suivi d'un dépôt PVD (TiN, TiAlN) ou d'un dépôt PE-CVD (DLC). La première couche (HVOF) permet de réduire la fissuration et le délaminage des dépôts PVD et PE-CVD.

REVÊTEMENTS D'OUTILS

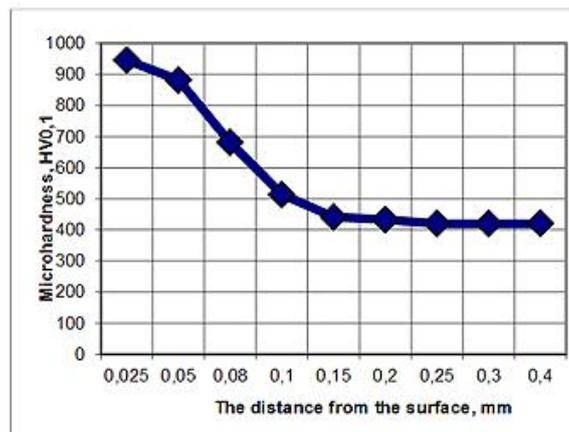
Nitruration ionique de pièces et outils en acier (Ion-plasma nitriding of machines and tools parts instrumental steels)

Zvezdin, V.V.; Spirin, A.A.

Journal of Physics: Conference Series (Online), 2016, v. 669, p012067/1-4, 4pp, 4ref. ISSN : 1742-6596, VII Conference on Low temperature Plasma in the Processes of Functional Coating Preparation 2015, Kazan, RU, Nov 4-7, 2015

[Texte intégral](#)

Les caractéristiques quantitatives et qualitatives du procédé de nitruration ionique considérées étape par étape montrent leur influence sur la structure et la cinétique de nitruration. Les processus de nitruration dans des milieux hydrogénés (ammoniac, mélange d'azote et d'hydrogène) sont bien étudiés dans la littérature russe et étrangère. L'hydrogène a un impact important sur la cinétique de formation assurant l'intensification du processus. Cependant, sa présence, dans certaines proportions, peut provoquer une fragilisation de la surface particulièrement marquée au niveau des arêtes et de la base des pièces. Le remplacement de l'hydrogène par l'argon dans le milieu gazeux (mélange d'azote et d'argon) supprime le phénomène de fragilisation mais conduit à d'importants changements énergétiques. Ces éléments sont considérés en vue de l'optimisation de procédés de durcissement de pièces et d'outils acier.



graph showing changes in micro-hardness of the nitride layer of the steel 4X5MFS

Influence des propriétés tribologiques sur les performances d'outils non revêtus, revêtus CVD, revêtus PVD, pour l'usinage de l'Incoloy 825 (Influence of tribological properties on the performance of uncoated, CVD and PVD coated tools in machining of Incoloy 825)

Thakur, A; Gangopadhyay, S

Tribology International, Volume 102, October 2016, Pages 198–212

L'influence des propriétés tribologiques des outils revêtus sur leurs performances lors de l'usinage de superalliages à base de nickel n'est pas bien représentée dans la littérature. La présente étude vise à apporter des données complémentaires sur les outils revêtus CVD et PVD par comparaison avec des outils non revêtus. Les revêtements PVD présentent les meilleures performances (adhérence, résistance à l'abrasion, à l'usure) du fait des excellentes propriétés tribologiques des revêtements multi-couches TiAlN/TiN.

Evaluation de l'usinabilité du super alliage C263 avec des outils revêtus CVD et PVD (Comparative evaluation of machinability characteristics of Nimonic C-263 using CVD and PVD coated tools)

Koyilada, B; Gangopadhyay, S.

Measurement, Volume 85, May 2016, Pages 152–163

L'usinage du superalliage Nimonic C263 a toujours été une opération difficile en raison de sa résistance à la chaleur, de sa faible conductivité thermique et de son extrême dureté. Cette étude vise à évaluer les performances d'outils avec un accent particulier mis sur l'analyse des différents modes de défaillance de ces derniers. Des outils revêtus CVD et PVD disponibles dans le commerce ont été testés et l'influence de la vitesse de coupe et de la durée d'usinage a été étudiée. L'étude a montré que les meilleures performances étaient obtenues avec l'outil revêtu PVD TiN/TiAlN. Son homologue : l'outil revêtu CVD TiCN/Al₂O₃ présente rapidement des déformations plastiques sévères, un écaillage, une usure des flancs de coupe.

Augmentation de la durée de vie d'outils revêtus multi-couches TiAlCrSiYN/TiAlCrN (PVD) par accélération progressive de la vitesse de coupe (Tribofilms control in adaptive TiAlCrSiYN/TiAlCrN multilayer PVD coating by accelerating the initial machining conditions)

Yuan, Junfeng; Yamamoto, Kenji

Surface and Coatings Technology, Volume 294, 25 May 2016, Pages 54–61

Un dépôt multicouche nanométrique TiAlCrSiYN/TiAlCrN a été réalisé par PVD sur des inserts carbure pour l'usinage de l'Inconel DA718. Trois conditions d'usinage ont été utilisées : vitesse de coupe régulière (40 m/min) utilisé dans la pratique industrielle, vitesse de coupe supérieure (60 m/min) et vitesse variable (vitesse élevée suivie par une vitesse de coupe régulière). Il a été montré que, dans ces dernières conditions, la durée de vie de l'outil était augmentée. En effet, la coupe initiale à grande vitesse conduit à la formation de films tribo-céramiques lubrifiants et protecteurs sur la surface de frottement. Grâce au ralentissement ultérieur de la vitesse, ces films ne subissent pas une usure trop rapide.

Usinage rapide de l'Inconel 718 à l'aide d'outils PCBN revêtus par PVD (High speed turning of Inconel 718 using PVD-coated PCBN tools)

Soo, Sein leung; Khan, Sarmad

CIRP Annals - Manufacturing Technology, 65 (2016) 89-92

Cinq types de revêtements ont été testés sur deux grades d'outils PCBN (nitrure de bore cubique polycristallin), cBN 65% et cBN 50%, pour l'usinage à grande vitesse de l'Inconel 718

Details of coatings used.

Coating	Thickness (μm)	Hardness (HV)	Configuration
TiSiN	1.5	~3570–4080	Single layer
TiSiN/TiAlN	2.0	~3060–3570	Multilayer
AlCrN	2.95 (F)/1.62 (R)	3200	Multilayer
CrAlN 1	3.0	3000	Multilayer
CrAlN 2	5.5	3000	Multilayer

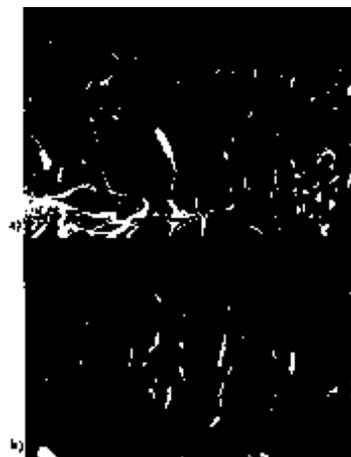
(F) – flank face; (R) – rake face.

Il a été montré que le revêtement TiSiN permettait d'augmenter la durée de vie de l'outil d'environ 40% comparativement à des outils non revêtus pour une vitesse d'usinage de 200m/min. Les autres revêtements ne donnent pas satisfaction et il en est de même pour l'ensemble des revêtements testés lorsque les vitesses de traitement sont supérieures à 300m/min. La rugosité moyenne (R_a) de la pièce varie entre 0,25 et 1,05 μm . Les cBN (65%) génèrent des contraintes résiduelles de compression d'environ -440 MPa alors qu'elles sont de l'ordre de -90 MPa pour les cBN (50%).

Revêtement PVD pour usinage (PVD coating for metal machining)

Brevet : CN102985584 B (2016-01-20). Déposant : Meta Plus Sulzer Sulzer Metaplas

La présente invention concerne un revêtement AlTiN résistant à l'usure apte à être déposée sur des plaquettes de coupe d'outils de formage. Le revêtement comprend au moins deux couches (a,b) ayant des granulométries différentes, mais avec essentiellement la même composition. Le revêtement est déposé par dépôt physique en phase vapeur (PVD).



PEINTURES

Développement des peintures conductrices par les nanotechnologies (Conductive paints development through nanotechnology)

Yedra, Ángel; Gutiérrez-somavilla, Gonzalo

Progress in Organic Coatings, Volume 95, June 2016, Pages 85–90

L'objectif de cette étude est de développer des peintures présentant des propriétés électriques sur mesure par incorporation de nanotubes de carbone multi-parois (MWCNT) disponibles dans le commerce. Les nanotubes sont incorporés en faible proportion (< 3% en poids) dans une peinture base polymère commerciale. Trois broyeurs à cylindres ont été utilisés pour leur dispersion. L'application de la peinture a été effectuée par un pistolet aérographe commercial sur des substrats verre et métal. L'épaisseur, l'adhérence, la dureté, la conductivité électrique et la résistance au vieillissement (UV, humidité, brouillard salin) ont été évaluées. Ces nouvelles peintures présentent une conductivité électrique jusqu'à 8 fois plus élevée que les peintures classiques et leurs performances sont supérieures. Ces peintures pourraient être utilisées pour des applications anti-statiques, des systèmes de blindage électromagnétique...

Cadre d'évaluation du cycle de vie des ateliers de peinture dans l'automobile (A life cycle assessment framework for the evaluation of automobile paint shops)

Rivera, JI; Reyes-Carrillo

Journal of Cleaner Production, Volume 115, 1 March 2016, Pages 75–87

Ces dernières années, des réglementations plus strictes ont été adoptées en Europe, ce qui oblige l'industrie à mettre en œuvre des procédés plus propres. Dans la fabrication automobile, les processus de peinture occupent une partie importante de la « charge » environnementale. Des méthodologies pour mieux soutenir l'industrie dans leurs efforts visant à améliorer la mise en œuvre de stratégies et de solutions environnementales sont développées. Un cadre qui vise à fournir une approche structurée et cohérente pour installer la notion de cycle de vie au niveau des ateliers de peinture sur surfaces métalliques et plastiques est proposé. Deux exemples sont utilisés pour présenter l'application du cadre, le premier (peinture sur métaux) en Allemagne, le second (peinture sur plastiques) en France. Les résultats ont montré que la mise en place de la méthode était étroitement liée aux contraintes économiques, à la taille et à l'ancienneté des installations, aux contraintes existantes dans l'atelier. L'optimisation des processus passe par une analyse des compromis, une analyse d'incertitude (variabilité temporelle et spatiale) et une analyse multi-critères.

Peinture anti-givre pour aubes de turbines (Ice-resistant paint for wind turbine blades, procedure for its preparation, use and wind turbine blade coated with the ice-resistant paint)

Brevet : EP2987824 A1 (2016-02-24). Déposant : Gamesa Innovation & Technology

Peinture à haut extrait sec anti-givre comprenant un agent de liaison à base de polyuréthane synthétique dissout dans un solvant organique et un composant hydrophobe constitué de nanoparticules fonctionnelles choisi parmi des nanoparticules fonctionnalisées avec un polymère et des nanoparticules fonctionnalisées en sol-gel.

TRAITEMENTS DES EFFLUENTS

Bibliographie sur le traitement des boues de peinture dans l'industrie automobile (A review on paint sludge from automotive industries : Generation, characteristics and management)

Salihoglu, Guray; Salihoglu, Nezh Kamil

Journal of Environmental Management, 2016 Mar 15, 169:223-35

[Texte intégral](#)

Les boues de peinture sont la principale source de pollution de l'industrie automobile et leur volume augmente chaque année avec l'augmentation de la production de véhicules. Dans cet article assez complet sur les différentes substances toxiques concernées et les différentes techniques de traitement, de réduction des déchets et de recyclage (incluant le compostage et la biométhanisation), les auteurs se sont plus particulièrement intéressés à la caractérisation des échantillons de boues de peinture provenant d'une usine turque.

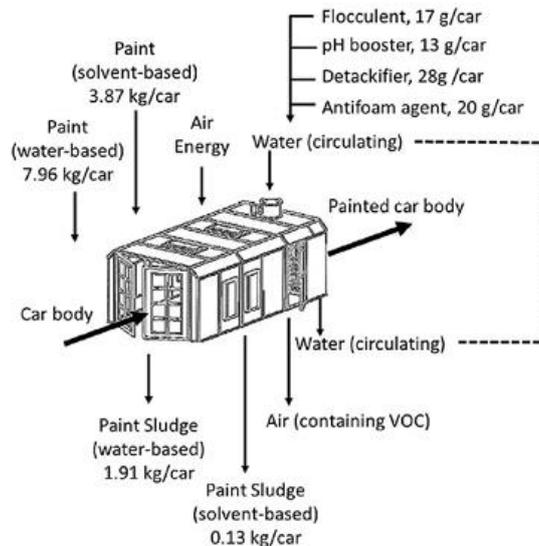


Fig. 9. Mass balance for a car painting process in a spray booth based on the data from a Turkish automotive plant.

Application industrielle des liquides ioniques pour la récupération des solvants usagés de peinture

(Industrial application of ionic liquids for the recoveries of spent paint solvent)

Moodley, K.; Mabaso, M.

Journal of Molecular Liquids, 219:206-210, July 2016

La récupération des solvants organiques dans les effluents liquides est économiquement cruciale pour les pays qui doivent importer des solvants organiques. L'objectif principal de cette étude est de déterminer le potentiel de deux liquides ioniques : 1-éthyl-3-méthylimidazolium éthylsulfate, [EMIM][ESO₄] et 1-éthyl-3-méthylpyridinium éthylsulfate, [EMpy][ESO₄] pour la récupération de composés aromatiques. Les concentrations des composés aromatiques récupérés se situent dans une proportion de 13 à 33% et de 23 à 49%, respectivement obtenus avec l'imidazolium et le pyridinium.

Traitement des effluents de peinture par coagulation/méthodes électrochimiques : propositions d'élimination et/ou de réutilisation de l'eau traitée

(Treatment of paint manufacturing wastewater by coagulation/electrochemical methods : Proposals for disposal and/or reuse of treated water)

Larissa F. da Silva, Andreia D. Barbosa

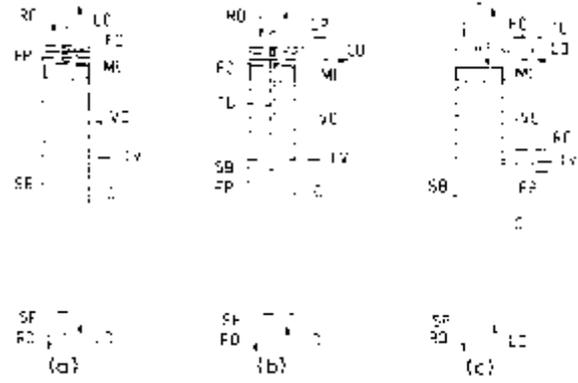
Water Research, Volume 101, 15 September 2016, Pages 467–475

Cette étude concerne le traitement des eaux usées issues de peintures acryliques base aqueuse par coagulation (sulfate d'aluminium) couplée à des méthodes électrochimiques (BDD - électrodes de diamant dopé au bore). Deux points de vue sont considérés : la réutilisation de l'eau usée ou sa dispersion. A cette fin, plusieurs paramètres sont mesurés : toxicité, turbidité, couleur, charge organique, aluminium dissout, alcalinité, dureté et odeur. La réutilisation de l'eau est envisageable lorsque les effluents sont traités par les deux méthodes (combinées et séparées). Dans des conditions optimisées, l'utilisation de la coagulation (12 mL/L d'Al₂(SO₄)₃) peut s'avérer suffisante. Cependant, l'utilisation du procédé électrochimique (I = 10 mA/cm² et t = 90 min) est nécessaire pour atteindre les seuils de rejet tolérés.

Dispositif et procédé de récupération du nickel dans les bains de nickelage (Device and method for recovering nickel from a nickel plating bath fluid)
 Brevet : CN103597103B (2016-04-20). Déposant :Atotech

Le dispositif comprend au moins un conteneur C comprenant au moins un matériau de sorption disposé sur un lit de sorption SB de forme rectangulaire. Le lit permet la circulation du fluide. Le procédé comprend :

- (a) le chargement de la matière à récupérer, dans une étape de chargement, vers le matériau de sorption,
- b) le déchargement de la matière à récupérer, dans une étape de régénération, en amenant un fluide régénérant en contact avec le matériau de sorption,
- c) le ratio largeur/hauteur du lit de sorption doit être au plus 01/10.



AGENDA

- ❖ **13 octobre 2016 - Section Est-Alsace - Cetim-Cermat**
CONTROLES NON DESTRUCTIFS - EVOLUTIONS INNOVANTES
- ❖ **09 et 10 novembre 2016 - NANTES**
LES PEINTURES : QUELLES EVOLUTIONS POUR DEMAIN ?
- ❖ **24 novembre 2016 - Section France-Nord/Belgique - VILLENEUVE D'ASCQ**
METALLURGIE DES POUDRES ET FABRICATION ADDITIVE.
L'IMPRESSIION 3D DES METAUX ?
- ❖ **07 et 08 décembre 2016 - PAU**
DE LA PROJECTION THERMIQUE A LA FABRICATION ADDITIVE
- ❖ **2 et 3 février 2017 - SAFRAN TECH – Plateau de Saclay**
CONTRAINTES RESIDUELLES - DES CONTRAINTES INTERNES
POUR DES SOLLICITATIONS EXTERNES
- ❖ **9 et 10 mars 2017 - Section Sud-Ouest/ Antenne Limousin - LIMOGES**
USURE ET FROTTEMENT
- ❖ **16 et 17 mars 2017 - LYON**
CEMENTATIONS BASSE PRESSION OU SOUS ATMOSPHERE
BILAN ET PERSPECTIVES
- ❖ **26-29 june 2017 - Congress Center NICE Acropolis - France**
INTERNATIONAL CONGRESS 2017 ON HEAT TREATMENT AND
SURFACE ENGINEERING COMBINED WITH A3TS CONGRESS
- ❖ **16 novembre 2017 - Section Sud-Ouest/ Antenne Limousin – LIMOGES**
CUIVRE 2017

En savoir plus : 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 - Email : a3ts@a3ts.org