



EDITO

A3TS : UN VECTEUR D'INFORMATION AU NIVEAU MONDIAL

Depuis longtemps notre association, membre de l'IFHT, est un interlocuteur privilégié, représentant la France dans différentes instances, et l'on se souvient des congrès et séminaires internationaux de Caen, Senlis et Nice qui ont favorisé et entériné ce positionnement.

Ces événements ont permis de développer des partenariats en Europe et notre prochain congrès de Strasbourg en mars 2012 organisé avec l'AWT sur le thème des « traitements combinés » vient témoigner d'une longue tradition commune avec ces associations.

Au-delà de ces contacts fondamentaux, indispensables qui s'inscrivent dans la durée et dans l'histoire, une nouvelle ère internationale se fait jour dans notre association qui s'adapte avec pragmatisme à la loi de la mondialisation. Maintenant, par rapport à un sujet technique, les contacts se créent, les solutions se proposent et s'imposent à l'échelle de la planète. L'exposé en langue anglaise, autrefois tabou dans notre association, se mêle maintenant harmonieusement au Français et chacun y trouve ses repères selon ses relations avec la langue de Shakespeare. Le prochain CIMATTS de novembre 2011, dédié aux traitements et techniques appliquées de l'automobile n'échappera pas à cette tendance, nous permettant ainsi d'avoir une vision internationale de certains thèmes.

Cette évolution c'est aussi le prochain congrès sur les alliages légers qui fort du succès de la première édition de 2009, nous permettra, deux ans après avoir vu l'émergence ou le démarrage de nouvelles solutions pour le remplacement du chrome 6, de faire le point de l'expérience acquise et d'explorer les nouvelles tendances, et ceci des deux côtés de l'atlantique, avec la participation et la représentation de plusieurs grandes sociétés US.

*Alain Viola
Vice-Président d'A3TS, Président du comité Scientifique.*

INFOS TECHNIQUES

LES RECHARGEMENTS EPAIS ANTI-USURE

17 mars 2011 DOUAI

Cette journée technique organisée par la section France-Nord Belgique, a réuni une quarantaine de participants le 17 mars dernier à l'école des Mines de Douai.

Le professeur Adrien Magnée, de l'université de Liège, a ouvert cette journée en situant les rechargements épais parmi les procédés de traitement de surface en général, en soulignant qu'il s'agissait de revêtements d'épaisseur d'ordre millimétrique, obtenus par une opération de soudage (5 procédés principaux ont été évoqués). Il a mentionné 5 classes de matériaux d'apport parmi lesquelles figurent les alliages ferreux plus ou moins fortement alliés (12% à 50% d'éléments d'alliage), les bases Ni et/ou Co, les alliages de carbures métalliques dans un liant Ni ou Co, en soulignant que les propriétés d'usage découlent certes de la composition chimique choisie, mais également des structures micro et macrographiques ainsi que du taux de dilution résultant du procédé de mise en œuvre.

Son exposé s'est ensuite intéressé aux moyens de qualifier et de quantifier les propriétés d'usage et notamment la résistance à l'usure, en examinant l'un après l'autre les paramètres intuitivement influents (à savoir pression, vitesse, température, coefficient de frottement, dureté) sur le comportement des matériaux, caractérisé par le volume enlevé. La loi d'Archard a fait l'objet d'un examen critique dans le contexte de l'usure abrasive (considérée comme la plus fréquente avec 2/3 des cas), qui met en évidence la nécessité de reproduire au mieux les conditions de service lors des essais de laboratoire (par exemple en employant des abrasifs de même dureté et acuité que ceux rencontrés en service) et de conclure que « il n'existe pas un tribomètre universel multi-modes ».

Didier Mattiuzzi, responsable des expertises métallurgiques de la société Messer Castolin Eutectic, a confirmé la nécessité d'un examen minutieux des avaries de service dans le but d'identifier les mécanismes responsables de l'usure et de leur opposer non pas un niveau de dureté « global » mais une microstructure adaptée. Il a illustré son propos en détaillant particulièrement les mécanismes de l'usure abrasive « pure », ou sans chocs, puis ceux de l'usure érosive pour laquelle il est nécessaire de considérer l'angle d'incidence moyen des particules. Dans le premier cas la perte de matière est assimilable à de l'usinage par enlèvement de copeaux (cycle moulage, gougeage), il convient donc de limiter autant que possible les plages ductiles dans la microstructure que l'on oppose au phénomène, ou de rendre leurs dimensions incompatibles avec celles des aspérités provoquant l'usure. L'érosion quant à elle est caractérisée par des cycles extrusion-forgeage-détachement de plaquettes de matériau ductile, mais lorsque l'angle d'incidence des particules est proche de 90°, le risque de fissuration est important si l'on oppose au phénomène un matériau dur donc fragile. La résistance à l'impact résulte en fait d'un compromis dureté/ténacité obtenu par une distribution de carbures (de tungstène) de différentes dimensions dans une matrice tenace. L'exposé a été conclu par les perspectives offertes par l'opération de rechargement qui permet de combiner différents types de matériaux afin d'exploiter au mieux leurs propriétés complémentaires.

L'exposé de Thomas Didry, de la société VAM Drilling, groupe Vallourec, a fait état de l'usage du rechargement épais dans le secteur des tiges de forage pétrolier, en mettant en exergue les aspects pratiques liés à l'opération : préparation de surface, réglages liés à l'entraînement du fil de rechargement, automatisation du procédé, influence du gaz de protection, opérations de détentionnement, nettoyage et usinage de finition. d'un nouveau rechargement comprend des essais d'application sur différentes géométries, et des essais de caractérisation métallurgique. Parmi ceux-ci, outre les contrôles métallographiques macroscopique et microscopique et de dureté en coupe, sont réalisés un essai d'usure selon la norme ASTM G65 et un essai

de chargement en compression d'une section du tube, qui est mené jusqu'à rupture et au cours duquel seules les fissures radiales sont tolérées.

Dans le même secteur d'activité (forage pétrolier), Didier David de la société VAM Drilling (groupe Vallourec) a présenté des réalisations obtenues conjointement avec la société WearSox qui utilise un procédé de projection thermique à l'arc sous air. Ce procédé est mis en œuvre avec une torche à double-fil et permet de construire des « accessoires » (renforts, lames stabilisatrices, cônes de centrage...) sur le tube sans compromettre ses caractéristiques métallurgiques ou l'intégrité d'un éventuel revêtement interne à base de polymère puisque la température atteinte par le support ne dépasse pas 150°C. Le matériau d'apport, breveté, a été développé pour ses caractéristiques anti-friction et anti-usure.

Dans un autre contexte d'activité (broyage en cimenterie), Maurin Duquenne, doctorant à l'école des Mines de Douai, a présenté la méthode de détermination des contraintes résiduelles par enlèvement de couches successives, ainsi que les résultats obtenus sur des rechargements constitués de carbures de Ti dans une matrice martensitique, fournis par la société Fives FCB. Les mesures, réalisées comparativement entre un rechargement avec sous-couche et un rechargement sans sous-couche, mettent en évidence des sauts de contraintes importants aux interfaces, qui peuvent être corrélés aux sauts de dureté.

Enfin, Pascal Barberaud, de la société Kalenborn, a présenté des solutions utilisées dans des secteurs très exigeants, tels que la sidérurgie, transport et broyage de minéraux, etc... Il s'agit d'une gamme de matériaux céramiques et/ou composites (basalte fondu, alumine, alumine zirconiée, carbure de silicium) produits sous forme de dalles de différentes dimensions et/ou formes (couronnes pour le revêtement interne de tubes par exemple), qui sont assemblés et « collés » par un mortier spécifique sur un grillage/trellis qui recouvre la surface à protéger, en apportant un soin particulier au calepinage afin d'éviter des zones de faiblesse.

Pour plus d'information : anne.mouftiez@mines-douai.fr



CONGRES IFHTSE. 3ème CONFERENCE SUR LE TRAITEMENT THERMIQUE ET L'INGENIERIE DES SURFACES DES OUTILS ET MATRICES et CONFERENCE EUROPEENNE SUR LE TRAITEMENT THERMIQUE 2011 : QUALITE EN TRAITEMENT THERMIQUE.

23 au 25 mars 2011 Wels, Autriche

Plus de 60 conférences ont été présentées devant environ 150 participants représentant toute l'Europe et, en plus petites délégations les USA, le Japon et le Brésil.

En marge du congrès quelques stands permettaient des contacts avec des OEM et des fournisseurs d'équipements. Parmi les nombreux sujets d'intérêt on retiendra :

Les traitements cryogéniques à très basse température DCT (6 présentations)

Le DCT ou deep cryogenic treatment n'a pas de définition unanime mais il consiste généralement en un traitement à la

température de l'azote liquide, -196°C, pendant des temps pouvant atteindre 20h et souvent supérieurs). La présentation faite par le Dr Pellizzari de l'université de Trento en Italie qui a été récompensée en tant que meilleure conférence scientifique du congrès. Les travaux présentés concernaient l'acier rapide AISI M2, ils s'inscrivent dans le cadre d'un grand projet Européen RFCS mené par l'université de Trento dont l'objet est de mettre en évidence l'influence des traitements DCT sur les propriétés des aciers à outils et à coupe rapide.

Lors de la présentation, l'auteur a indiqué les effets de ce traitement sur la position des pics de durcissement et sur la microstructure : en particulier la transformation de l'austénite, la finesse des précipités de carbures et la modification d'aspect de la martensite (diminution des maclages par un long maintien par exemple). Au niveau des propriétés, il semble que ce traitement favorise très légèrement la résistance au choc. Une relation claire avec les observations structurales ne peut cependant pas être établie. En revanche la résistance à l'usure abrasive diminue avec ce traitement. Ce résultat pourrait être lié à l'arrachement dans les conditions de l'essai de certains carbures de l'acier qui agiraient ensuite comme abrasif. De nombreuses questions restent donc en suspens et nécessitent des compléments de recherche. Pour P. Stratton, les différences entre les méthodes d'essais d'usure utilisées sont certainement à l'origine des résultats différents que l'on observe dans la littérature sur le sujet. Dans sa présentation, P. Stratton, mentionne que l'essai d'usure lubrifié pourrait être une bonne méthode pour mieux distinguer l'influence du DCT sur les aciers à outils. Il semble que le traitement par le froid soit couramment utilisé pour les aciers à outils notamment aux USA.

Nitruration (5 présentations).

K. Funatani de l'IMST Institute du Japon a présenté brièvement les tendances pour les nitrurations dans ce pays. Les traitements de surface à basse température constituent un domaine d'intérêt important (à cause des faibles déformations). Le procédé le plus utilisé au Japon est le traitement en bains de sels (base cyanates) avec des activations souvent confidentielles. Les nouveaux développements en cours actuellement concernent la nitruration des aciers austénitiques. A noter également une présentation d'Air Liquide/Multigaz sur la maîtrise des débits d'ammoniac et de l'atmosphère dans les procédés de nitruration gazeuse

Trempe au gaz sous haute pression (2 présentations).

SECO Warwick et ALD proposent maintenant des solutions de trempes sous haute pression d'hélium (avec recyclage du gaz) en complément au classique traitement sous haute pression d'azote. Pour SECO : He 25 bar (200°C/min et 1000-1400 W/m²K). N₂, 20 bar jusqu'à 1000W/m²K. SECO utilise pour la cémentation un mélange gazeux ternaire breveté (acétylène-éthylène-hydrogène). En ce qui concerne ALD, He ou N à 20 bar maximum et 20 m/s. La trempe à l'hélium donne moins de déformations que celle effectuée à l'azote. Un nouveau développement « dynamic quench » avec une vitesse de gaz accélérée conduit à moins de déformation (application aux engrenages)

Frittage/Métallurgie des poudres (3 présentations).

Aichelin et l'université de Technologie de Vienne ont expliqué que la cémentation basse pression trempe haute pression est probablement la meilleure solution industrielle pour la cémentation de pièces obtenues par métallurgie des poudres. L'absence de nettoyage et d'oxydation interne, le bon contrôle de la vitesse de diffusion du carbone sont des avantages clés pour le traitement des pièces issues de la métallurgie des poudres (à cause des porosités). Les résultats expérimentaux pour des applications sur engrenages sont bons. L'université de Technologie de Vienne semble très active sur les sujets en relation avec le développement de la métallurgie des poudres (en collaboration avec Höganäs).

Management de la qualité (8 présentations).

Avec un grand intérêt pour le référentiel CQI-9 qui spécifiquement orienté sur le contrôle du processus de traitement thermique de pièces destinées à l'industrie automobile.

BRÈVES

INDUSTRIE

Un spectromètre (GDS) spécialement conçu pour le traitement thermique. Cette technique utilisée de façon courante pour l'analyse des matériaux métalliques s'avère souvent lourde pour une application au seul traitement thermique. Partant de ce constat la société ORIBA Jobin Yvon a développé un produit dédié pour évaluer la qualité d'un traitement. Il permet en particulier de faire rapidement des profils de carbone, azote et oxygène et bien évidemment de contrôler la composition chimique des produits traités.

www.horiba.com

Une finition uniforme sur des pièces composées de plastique et de métal. A cause des propriétés différentes des matériaux, il est souvent difficile d'obtenir un aspect identique de la finition de surface sur de telles pièces. Une société allemande s'est attaquée à ce problème et a mis au point une solution basée sur la technique des poudres plastiques incluant des pré-traitements adaptés.

www.brillux-industriellack.de

CONGRÈS

3 au 6 octobre, à Paris

Congrès international de Métrologie.

www.metrologie2011.com

12-14 octobre 2011, à Wiesbaden, Allemagne.

HK. 67ème colloque du traitement thermique, du génie des matériaux et des techniques de transformation.

www.awt-online.org

23 et 24 novembre 2011, à Senlis.

Fatigue Design 2011.

www.cetim.fr



MOULES & OUTILS 2011

20 et 21 octobre 2011
Albi

CIMATTS

COLLOQUE INDUSTRIEL SUR LES MATÉRIAUX,
TRAITEMENTS THERMIQUES ET DE SURFACE.
23 et 24 novembre 2011
ENSAM de METZ



2nd INTERNATIONAL CONFERENCE

LE TRAITEMENT DES ALLIAGES LÉGERS

État des lieux sur le remplacement du chrome hexavalent.
De la recherche à l'application industrielle.
6 et 7 décembre 2011
PARIS (France) - SAGEM - Paris

MANAGEMENT ET DÉVELOPPEMENT DURABLE : APPLICATION DES RÉGLEMENTATIONS AU TRAITEMENT DES MATÉRIAUX

4 février 2011 PARIS

Cette journée technique organisée par l'A3TS Ile-de-France a donné lieu à 10 présentations :

- **Contexte énergétique et politique incitative de la France sur les économies d'énergie.** S. Riou (ADEME) : rappel des domaines d'intervention de l'ADEME, le contexte énergétique actuel et prévisions, situation de l'industrie et indicateurs disponibles. Mesures incitatives d'économies. Les aides financières de l'ADEME : opérations exemplaires, opérations de démonstration. Les certificats d'économie d'énergie.

- **Outils du management de l'énergie.** C. Moutet (AFNOR) : Rappel des normes liées au management de l'énergie selon les pays. Projet de norme EN 16001 systèmes management de l'énergie et projet ISO 50001 comparaison avec les normes ISO 9001 et 1400.

- **Evolution dans le management des processus et des risques industriels.** I. El Bahoul (consultante QSE) : Problématiques liées au traitement des matériaux, les enjeux et risques : chimiques (REACH) codification et enregistrement. Les solutions d'organisation proposées pour la gestion des risques.

- **Démarche bas carbone et réduction de la consommation.** A. Malapert (EDF) : émissions de CO₂ quotas et niveaux de production perspectives, calcul de l'empreinte carbone et la démarche de réduction

- **Certificats d'économies d'énergie.** A. Tobia (EDF) : Les objectifs « baisser de 2% par an l'intensité énergétique » soit doublement par rapport à la situation actuelle. Les propositions d'EDF sont décrites.

- **Notion d'empreinte carbone et bilan économique appliqués aux atmosphères de traitement thermique.** S. Bockel Macal (Air Liquide) : présentation des différentes méthodes d'évaluation de l'empreinte carbone. La démarche globale d'Air Liquide, bilans carbone comparés des gaz produits. Application à la comparaison entre une atmosphère azote méthanol et celle produite à partir d'un générateur endothermique. L'alnat (N₂-CH₃OH ressorts à -35% de production de CO₂ par rapport au gaz de générateur.

- **Contraintes environnementales dans les procédés de traitement thermique.** R. Mauvoisin (Bodycote) : situation du secteur vis-à-vis des ICPE. La gestion des déchets. La prise en compte de ROHS et REACH. Transformer les contraintes en opportunités.

- **Bilan complet d'optimisation du taux d'engagement de deux fours continus, principe du stop and go.** C. Hanotte (Renault Dacia) : il ressort d'une étude méthodes que le fonctionnement d'un four continu maintenu en conditions est plus rentable que celles d'installations arrêtées les fins de semaine. La rationalisation des taux d'engagement est un facteur d'économie.

- **Solutions de substitution aux traitements à base de chrome 6.** C. Brault (Consultant). La prise en compte des réglementations VHU et REACH le décret CMR (risques de cancers) application et situation de différents procédés et alternatives envisageables : chrome dur, chrome noir, chrome décor, graisses et mastics, passivation des aciers inox, passivation du zinc, mordantage du magnésium, revêtement lamellaire de zinc, décapage des plastiques avant métallisation, décapage sulfochromique de l'aluminium, anodisation chromique de l'aluminium, colmatage de l'anodisation, chromatisation de l'aluminium.

- **Etat des lieux des réglementations en traitement de surface, transposition des directives européennes.** D. Théry (UITS) : présentation très exhaustive des traitements de surface et de leurs impacts sur l'environnement. Les champs d'application des réglementations et les acteurs concernés. Perspectives d'évolutions de terminologies, de classifications, d'étiquetages et leurs interprétations. Importance du domaine.

LE VIDE : TECHNOLOGIES ET DÉPÔTS

Journée technique A3TS Sud-Est le 15/04/2011 à St Etienne.

5 présentations :

- **Le vide en traitement thermique : matériels de pompage et de mesure.** D. Perrin (*Oerlikon-Leybold vacuum*) : les échelles du vide, les différentes technologies de pompes à vide leurs applications et les jauges de mesure.

- **Les techniques de vide appliquées au bombardement ionique et à la thermochimie.** Y. Corre (*Bodycote*) : présentation des moyens disponibles au sein du groupe Bodycote en implantation d'ions, en cémentation basse pression et nitrurations avec quelques unes de leurs applications et avantages.

- **Frottement sous vide.** M. Martin (*HEF*) : caractéristiques du frottement sous vide assimilable à un frottement à sec en régime limite ou moléculaire. Les solutions proposées sont les produits de type graphite, MoS2 et DLC spécial vide.

- **La recherche et le vide.** F. Gamelie (*TECHVIMAT*).

- **Le traitement d'optique sous vide chez Thales Angélien.** C. Germain : application de l'évaporation sous vide aux optiques produites, organisation et gamme de production de l'entreprise.

- Maintien de certaines solutions comme le chrome dur, là où aucune solution de remplacement n'est apparue.
- Importance de plus en plus prédominante des critères écologiques et fonctionnels
- Emergence des bioprocédés
- Adaptation à des besoins en croissance : Energie, milieux variés, santé, produits intelligents.
- La feuille de route Cleanprod est respectée.

Prospective 2020

- Industrialisation de certains de ces nouveaux procédés (en fonction des applications)
- Importance accrue des traitements de surfaces en ingénierie (réponse à des fonctionnalités de plus en plus exigeantes : allègement et nouvelles conceptions de pièces)
- Premiers exemples d'industrialisation de bioprocédés en mécanique
- Industrialisation de procédés innovants
- Innovations issues des nombreux projets européens (énergie, milieux variés, santé, produits intelligents)
- La gestion de l'environnement est un paramètre basique des installations, comme la gestion de l'énergie.

ACIERS À TRÈS HAUTE PERFORMANCES ET SUPERALLIAGES

Prospective 2015

- Développement du formage à chaud
- Croissance de l'emploi de superalliages pour les moteurs à combustion interne
- Capitalisation sur les premières applications réussies

Prospective 2020

- Données plus nombreuses pour les bureaux d'études
- Matériaux portés par les tendances du downsizing et la recherche de performance énergétique globale

ALLIAGES LÉGERS ET DE TITANE

Prospective 2015

- Matériaux super-emboutissables
- Retour d'expérience d'applications réussies

Prospective 2020

- Utilisation élargie des alliages légers et titane
- Pièces composées de différents types d'alliages
- Concurrence accrue des composites

Par ailleurs le CETIM publie, après consultation des différentes professions, son programme des activités 2011 par axes technologiques dans lesquels nous relevons les points suivants :

Axe procédés/matériaux :

- Revêtements des outils coupants : qualification des revêtements en fraisage d'un matériau très abrasif de type aluminium fortement silicié
- Projet REGAL : caractérisation des performances de revêtements innovants réalisés à l'aide d'un canon à détonations pulsées et du procédé cold spray.
- Projet ANR de rechargement dur à bas coût
- Applications sol-gel : réalisation d'un plan d'expérimentation sur la base d'un premier choix de revêtements
- Etalonnage des enceintes Kesternich
- Contrôle des états de surface par des méthodes infrarouge
- Solutions contre l'usure dans l'agroalimentaire
- Revêtements innovants : sol-gel, polymères conducteurs,
- Caractérisation en frottement de la carbonituration et de la nitrocarburation
- Défauts d'aspect des pièces traitées au tonneau
- Tribomètre à rigidité variable

DU CÔTÉ DES LABORATOIRES

PROSPECTIVE

TECHNOLOGIES PRIORITAIRES 2015 EN MÉCANIQUE.

Menée par le Cetim et la FIM en partenariat avec le Cetiat, l'Institut de soudure et le LRCCP, ce nouvel exercice de prospective dédié aux technologies qui font ou feront demain la différence a permis d'identifier 41 technologies prioritaires pour les entreprises mécaniciennes.

Différentes rubriques intéressent nos activités, dans le chapitre « développement durable » : les matériaux du développement durable – procédés propres de préparation et traitement de surfaces ; dans le chapitre « matériaux et surfaces » aciers à très haute performances et superalliages – alliages légers et de titane – surfaces fonctionnelles.

Les conclusions de chacun de ces thèmes sont les suivantes :

LES MATÉRIAUX DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Prospective 2015

- Mise en application des réglementations
- Maintien de l'impact du coût de l'énergie et des matières premières
- Effort sur la conception
- Maîtrise du comportement des nouveaux matériaux et produits
- Développement de procédés de production économiquement viables

Prospective 2020

- Nouveaux matériaux et produits végétaux intégrés
- Exploitation de nouveaux matériaux
- Développements de procédés de production économiquement viables
- Stabilité des réglementations

PROCÉDÉS PROPRES DE PRÉPARATION ET TRAITEMENT DE SURFACES

Prospective 2015

- Validation de nouveaux procédés à base de nanotechnologies, de chrome III, de sols-gels, de liquides ioniques, de poudres.

Axe conception/simulation/essais :

- Bases de données en fatigue des matériaux pour transmissions mécaniques : essais de fatigue en torsion et flexion sur fonte FGL-250 et 20MnCr5 cémenté
- Caractérisation mécaniques des pièces forgées de grosse section : sections supérieures au diamètre 250 mm données dans les normes EN 10083 et 84
- Maîtrise des déformations de pièces en forme traitées thermiquement : pièces obtenues par découpage-emboutissage
- Banque de données matériaux : mise à jour
- Optimisation du chauffage par induction avant forgeage
- Nocivité des défauts : aide à la décision sur l'utilisation des pièces fissurées
- Fatigue corrosion : approfondissement des mécanismes

Axe développement durable :

- Eco-procédés en traitement de surface : évaluation
- Eco-procédés en nettoyage et dégraissage : évaluation des procédés comme le CO₂, la vapeur sèche en remplacement des solvants et lessives
- Substances chimiques en mécaniques : identifications et objectifs de réduction d'émissions
- Colmatage sans chrome hexavalent des couches anodisés
- Meilleures technologies disponibles en traitement de surface dans la perspective de révision du BREF de 2006, actions en vue de la promotion des propositions françaises
- Passivation sans chrome hexavalent sur aluminium
- Nettoyage-dégraissage des pièces par voie sèche
- Propreté de surface

Contact : Jean-Marc BELLOT.

THÈSE

Nouveaux revêtements multicouches diamantés nanograins sur cermets WC-Co : étude des phénomènes microstructuraux intervenant aux interfaces lors de l'élaboration.

Thèse soutenue par Cyril FAURE, le 10 décembre 2010.

Université Bordeaux 1

Du fait de leurs excellentes propriétés mécaniques et de leurs faibles masses spécifiques, l'utilisation des matériaux composites, au sein des structures mécaniques, est en plein essor. Cependant, leur usinage entraîne une usure prématurée et aléatoire des outils de coupe en cermet WC-Co. L'origine de cette étude provient de la nécessité de protéger leur surface par un revêtement dur et résistant comme, par exemple, le diamant NCD. Toutefois, le cobalt présent dans le carbure cémenté favorise la formation de graphite au niveau de l'interface avec le film de diamant, ce qui nuit à son adhérence.

La méthode retenue afin d'isoler ce métal de la surface a été de réaliser des systèmes interfaciaux multicouches. Ces derniers sont composés d'une barrière de diffusion au cobalt en nitrure de tantale et/ou en nitrure de zirconium et d'une couche favorisant la germination du diamant en acier inoxydable ou en molybdène. Les protocoles de dépôt élaborés au cours de ce travail ont la particularité d'utiliser une polarisation négative et séquencée du substrat durant l'étape de croissance. Cela induit une morphologie originale au revêtement de diamant breveté sous le nom de PyrNCD (Brevet N° FR0807181). Les objectifs de cette étude sont la compréhension de l'ensemble des mécanismes (influence de la solubilité du carbone sur la germination du diamant, l'effet de la polarisation sur le substrat revêtu et sur la croissance du diamant,...) intervenant durant le dépôt de diamant et l'optimisation du procédé.

<http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/57/55/12/PDF/T1019.pdf>

INNOVATIONS

LE BIOLOGIQUE ET LE MATÉRIAU

Actuellement se développe une démarche dite « biomimétique » Elle comporte trois étapes :

- le repérage d'un élément du vivant présentant une propriété particulière qui présente un intérêt
- La compréhension et l'explication d'un point de vue structurale de la propriété
- Le « contretypage » qui consiste à reproduire avec les moyens les plus efficaces possibles ces propriétés par la mise en œuvre de techniques industrielles ou naturelles en recherchant la plus grande efficacité.

C'est autour de ce thème qu'ont été réunis dans l'émission de France Culture Thibaud Coradin, directeur de recherche au CNRS et Hervé Arribart, physicien, professeur à l'ESPCI ParisTech.

Ils évoquent plusieurs réalisations ou projets et en particuliers, les sol-gels (issus de l'étude des diatomées), la réalisation de verres hydrophobes dont la structure reproduit celle de la feuille de nénuphar, la fabrication par production naturelle après transformations génétique de fibres de grande résistance alliée à une très grande résilience sur le modèle du fil d'araignée.

En fait, un juste retour des choses car n'oublions pas que c'est sur les bases de ses études microscopique en physico-chimie qu'un Normalien cristallographe nommé Pasteur a ouvert la voie à la biologie et l'immunologie.

Emission « Continent Sciences » France culture du 16.05.2011

<http://www.franceculture.com/emission-continent-sciences-le-biologique-et-le-matériau-2011-05-16.html>
(podcast disponible)

REVUE DE PRESSE

Réflexion sur un métier étincelant (*reflexion on a sparkling trade*). P. Wissling (Texte en anglais).

L'évolution de la mise en œuvre des pigments est passée en revue depuis l'antiquité où l'on pratiquait, dès 4000 avant notre ère le martelage de fines feuilles d'or jusqu'aux techniques actuelles qui permettent différentes formes d'introduction de pigments en vue d'améliorer l'apparence, la résistance aux milieux agressifs, l'application de process. La répartition dans la matrice des pigments est évoquée ainsi que les mesures prises pour éviter les réactions avec les formulations à base d'eau. *European Coatings Journal*. 01/2011

Fondre la glace : nouvelles technologies anti-givre (*Melting the ice : new antifrost technologies*).

V. Stenzel, A. Kreider, N. Rehfeld, A. Stake. (texte en anglais).

Les efforts pour éviter l'accumulation de glace sur les surfaces n'ont qu'un succès limité à ce jour. Un but plus réaliste consiste à réduire l'adhérence de la glace plutôt qu'à vouloir éviter sa formation. Ces deux aspects ont été étudiés par le Fruhenhofer IFAM qui a développé de nouveaux concepts de surface nanostructurée permettant des améliorations sensibles. Un concept basé sur un modèle biologique a été utilisé. *European Coatings Journal*. 01/2011.

Simulation de l'évolution des particules pendant la chaîne de fabrication de composants forgés et cémentés dans le cas d'un acier microallié 18CrNiMo7-6.

(*Simulation der Partikelentwicklung entlang der Prozesskette geschmiedeter und einsatzgehärteter Bauteile aus mikrolegiertem 18CrNiMo7-6*).

S.Kononov, B.Clausen, F. Hoffmann, H.-W. Zoch, U. Prah, W. Bleck. (texte en allemand).

L'accroissement de la température de cémentation est une voie efficace pour accroître l'obtention rapide d'une épaisseur de traitement. Toutefois pour conserver un grain fin, il faut agir sur les éléments d'alliage en prenant en compte la totalité du processus de fabrication. Une simulation numérique basée sur la thermodynamique est présentée dans l'article dans le cas d'une application sur pièces de transmission. Son but est de définir un procédé robuste permettant de maintenir une bonne stabilité des grains fins lors de cémentations réalisées à hautes températures. *HTM* 1/2011.

Essais de fatigue en flexion rotative en vue de vérifier l'influence du processus de fabrication lors de la production de pièces en acier microallié 18CrNiMo7-6.

(Untersuchung zur Umlaufbiegefestigkeit in Abhängigkeit der Prozesskette zur Herstellung von Bauteilen aus dem mikrolegierten Werkstoff 18CrNiMo7-6.

B. Clausen, F. Hoffmann, H.-W. Zoch). *(Texte en allemand).*

Pour compléter un projet de recherche (voir ci-dessus) concernant l'influence du processus de fabrication sur la taille de grain d'un acier microallié, des essais de fatigue en flexion rotative ont été réalisés. Des échantillons de deux différentes qualités d'acier et de trois processus de fabrication ont été testés. Les paramètres de cémentation de chacun des groupes d'échantillons ont été choisis dans le but de produire les mêmes résultats en termes de couche et de taille de grain. Les résultats soulignent ceux de nombreuses études : les résultats de fatigue augmentent avec l'accroissement de la résistance à la rupture, de la propreté et de l'homogénéité de l'acier. Pour les processus de fabrication étudiés, les résultats de fatigue sont identiques, indépendamment de la stratégie d'alliage de l'acier. *HTM 1/2011.*

Résistance à la fatigue d'engrenages en acier 20NiMo10 isotrope à l'état usiné en conditions de grenailage de précontrainte simple et double.

The bending fatigue strength of gears in isotropic 20NiMo10 steel in as-machined, single-peened and double peened condition.

C. Temmel, B. Karlsson. *(Texte en anglais).*

Les résultats de cette étude montrent que le shot peening en condition simple permet d'augmenter la résistance à la fatigue de l'engrenage testé de 11% par rapport à l'état non grenailé. En revanche la condition de double grenailage n'apporte aucune amélioration supplémentaire. Ce résultat semble lié à un mauvais choix des paramètres de grenailage. Par ailleurs l'acier 20NiMo10 objet de l'étude semble moins sensible à l'oxydation interne que l'acier utilisé habituellement en fabrication pour ces engrenages, 20MnCrS5, et des essais réalisés à l'état non grenailé ont conduit à une différence de résistance à la fatigue de 23% au bénéfice de la nuance 20NiMo10. *HTM 1/2011.*

Importance des contraintes résiduelles dans les procédés de formage thermomécanique.

Eigenspannungen in Werkzeugen und Bauteilen bei thermo-mechanisch gekoppelten Umformprozessen.

A. Grüning, M. Lebsanft, B. Scholtes. *(Texte en allemand).*

Les contraintes résiduelles constituent un facteur important des procédés de formage thermomécaniques utilisés pour la fabrication en quantité de pièces industrielles, par exemple axes et arbres. Elles sont les conséquences inévitables des inhomogénéités des champs thermiques et des efforts mécaniques qui dépendent des paramètres des processus de fabrication. A cause des conséquences de ces contraintes sur le comportement des pièces produites, il est important d'en comprendre l'origine. L'article rend compte d'une étude sur le développement des contraintes dans des outils en acier de nuance AISI H11 utilisés pour le formage d'arbre cylindrique en SAE 6150. Le chargement de l'outil est simulé par des essais de fatigue thermique fournissant des informations sur les cycles de contraintes et les déformations plastiques pendant le processus de fabrication. Les états de contraintes résiduelles, mesurés sur les arbres par diffraction de rayons X et par diffraction de neutrons sont présentés et discutés. Enfin les opérations toujours délicates d'usinage par enlèvement de copeaux dans des structures inhomogènes sont abordées et il est indiqué que les contraintes résiduelles de traction peuvent être évitées en utilisant des paramètres de process adaptés. *HTM 1/2011.*

Amélioration du comportement au formage de tôles d'alliage d'aluminium à haute résistance 7xxx par formage à chaud.

Verbessertes Umformverhalten von höchstfesten 7xxx Aluminiumblechen durch Halbwarmumformen.

N. Sotirov, P. Simon, T. Waltenberger, D. Uffelmann, C. Melzer. *(Texte en allemand).*

Les alliages ALZnMgCu sont déjà largement utilisés dans les constructions aéronautiques et appartiennent au groupe des alliages qui peuvent être durcis par précipitation. Sous forme de

tôles il est possible d'atteindre des résistances de 700MPa. Avec la combinaison de leur faible densité et de la haute résistance, ces alliages permettent la réalisation de pièces ayant une raideur équivalente à celle de l'acier avec un poids significativement plus faible. Malheureusement ces matériaux, difficilement formables, requièrent généralement des mises en forme à haute température. L'étude présentée indique les résultats obtenus en utilisant une température supérieure à l'ambiante mais inférieure à la température de recristallisation. En utilisant des méthodes expérimentales et numériques les auteurs montrent qu'il est possible d'obtenir des pièces complexes par emboutissage profond. *HTM 1/2011.*

Système d'électrodialyse anodique en revêtement lors des revêtements zinc-nickel. (auteurs à ajouter).

Les électrolytes contenant des complexants type polyamines conduisent à la formation de produits cyanurés, l'électrodialyse permet d'éliminer leur formation.

Galvano Organo N° 799 février 2011.

Produire proprement des pièces propres. Bilan d'une étude réalisée par le CTDEC. (auteurs à ajouter).

Galvano Organo N° 800 mars 2011.

Le dioxyde de carbone suscite un intérêt. un bilan du développement de cette technique est réalisé par un fabricant d'équipement auteur d'une publication dans les techniques de l'ingénieur. (auteurs à ajouter)

Galvano Organo N° 800 mars 2011.

La biodégradabilité, un atout de poids. Etude du cetim sur l'utilisation des agrosolvants. (auteurs à ajouter).

Galvano Organo N° 800 mars 2011.

Avec l'évaporateur sous vide Vacudest, économisez pour de vrai ! Présentation faite par un fabricant d'équipement. (auteurs à ajouter).

Galvano Organo N° 800 mars 2011.

Colmatage aux molybdates, la solution au remplacement du chrome VI. J.L. Vermeulen (SGI).

Pages 20 à 24.

Après avoir rappelé la problématique du chrome VI et son rôle dans l'oxydation anodique des alliages d'aluminium dans l'industrie aéronautique et les différentes solutions de remplacement des solutions à base de chrome VI dans le colmatage des couches anodisées, l'auteur présente la solution brevetée développée dans son entreprise SGI, à base de molybdate. Les résultats sont des résultats répondant aux attentes.

Traitements et Matériaux N°406-407 décembre 2010.

Les traitements de surface par laser : une solution environnementale. K. Caron (CEA).

Pages 30 à 34.

Le texte rappelle les principes de fonctionnement du laser et les sources utilisées. Les différentes utilisations du laser pour la modification d'une surface sont succinctement décrites : création d'alliages de surface - revêtements ou rechargement ("cladding") appliqués notamment au stellitage, aux dépôts de carbures, au créations de barrières thermiques, au dépôts CVD assistés par laser, aux dépôts par ablation - les traitements sans apport (trempes superficielle, refusion superficielle des alliages d'aluminium et des aciers fortement alliés pour augmenter leur tenue à la corrosion, le nettoyage des surfaces, le choc laser.

Traitements et Matériaux N°406-407 décembre 2010.

Influence de structures en bandes sur l'usinabilité des pièces forgées. P.F. Cardey, A. Fleurentin (CETIM).

Les auteurs rappellent le mécanisme de formation des structures en bandes et leurs influences sur le comportement aux traitements thermiques et sur les résultats obtenus en termes de caractéristiques mécaniques. Les solutions de réductions de ces structures par les recuits sont présentées. La caractérisation et la classification des structures sont présentée. Ces structures ont un effet sur l'usinage sur la durée de vie des outils sur les états de surface obtenus en tournage, forage et brochage. L'effet sur les déformations après traitement thermique est reconnu. Cette étude sera poursuivie notamment sur des pièces forgées à froid.

Traitements et Matériaux N°406-407 décembre 2010.

La projection thermique au CEA DAM Le Ripault.

L. Bianchi.

Pages 21 à 23.

Le CEA Le Ripault est centre d'expertise pour les procédés de développement des matériaux. Le laboratoire de projection thermique dispose ainsi de toutes les technologies disponibles pour les revêtements de céramiques. Une approche par modélisation des phénomènes mis en jeu est réalisée. Les procédés les plus novateurs sont inventoriés ainsi que la contribution du CEA aux innovations.

Traitements et Matériaux N°408 janvier/février 2011.

Application de la simulation numérique dans le cas du traitement thermique des outillages.

B. Stauder, S. Jeuch, P. Jacquot (Bodycote).

Pages 25 à 28.

Le texte présente les résultats d'une étude de prévision de la montée en température de blocs en X38CrMoV5 comparée à des mesures expérimentales. L'influence de la géométrie (présence de rainures) a été regardée. Le développement des contraintes au refroidissement sur les déformations et sur les risques de fissuration est étudié.

Traitements et Matériaux N°408 janvier/février 2011.

Amélioration de l'intensité, de la souplesse et de la maîtrise des systèmes de trempes huile en fours à charge.

B. Edenhofer, J. Ben-Hamida, P. Riondy (IPSEN).

Ipsen propose des installations de refroidissement sur les bacs de trempes huile des fours à bac de trempes incorporés dotés de turbines de brassage à vitesse variable capable de produire des variations de vitesse du flux d'huile durant le cycle de refroidissement: vitesse maximum pendant la phase de caléfaction et réduction pendant la phase de convection durant la transformation martensitique. Les duretés à cœur et les profondeurs efficaces de cémentation sont améliorées sur des aciers peu alliés, les déformations semblent mieux maîtrisées. Une sonde de mesure de l'extraction de chaleur a été développée afin d'asservir les moteurs d'actionnement des turbines.

Traitements et Matériaux N°408 janvier/février 2011.

Formation des microstructures issues des transformations à l'état solide dans les alliages de titane.

E. Aeby-Gautier et all. (ECOLE DES MINES DE NANCY).

Pages 34 à 40.

Les transformations lors des traitements thermomécaniques et thermiques des alliages conventionnels $\alpha + \beta$ et β sont décrites. Les mécanismes de transformation sont observés expérimentalement à partir des diagrammes TTT et des identifications expérimentales par mesure de résistivité, de diffraction de RX haute énergie in situ confrontées aux modélisations (modélisations basées sur les lois de germination et croissance et par champs de phases)

Traitements et Matériaux N°408 janvier/février 2011.

Les liquides ioniques : une nouvelle donne pour les traitements de surface ?

P. Benaben (E. N.S MINES SAINT-ÉTIENNE).

Pages 44 à 48.

Ils sont conducteurs et peuvent être utilisés comme électrolyte. Leur perspective d'emploi en traitement de surface est intéressante et permet d'envisager de nouvelles applications dans les domaines de l'électro-polissage, des dépôts électrolytiques sur aluminium, de dépôts de chrome dur. Ces procédés au stade du laboratoire supportés par projets européens offrent des perspectives prometteuses.

Traitements et Matériaux N°408 janvier/février 2011.

Accréditation Nadcap : les principales non conformités rencontrées.

S. Brook, J. Leigh (PRI).

Pages 20 à 23.

Les 10 principales non conformités relevées lors des audits traitement thermique sont répertoriées avec leurs fréquences rencontrées. Les actions recommandées sont listées : réagir aux non conformités – action corrective immédiate – cause source – impact de toutes les causes – mesures précises pour prévenir une récurrence – preuves objectives – véritable cause à l'origine.

Traitements et Matériaux N°409 mars/avril 2011.

Utilisation d'un nouveau type de four sous vide pour le traitement de moules et matrices.

J. Ben Hamida, P. Riondy.

Pages 25 à 30.

La norme GM PT DC 9999-1 pour les outillages en acier H13 (X40CrMoV5) exige des écarts de température lors du chauffage et des efficacités de refroidissement.

La présentation décrit deux types de four IPSEN répondant à ces exigences à l'appui de mesures expérimentales réalisées.

Traitements et Matériaux N°409 mars/avril 2011.

Combustion sans flamme et brûleurs hautes performances.

N. Richard (GDF SUEZ).

Pages 32 à 38.

Les brûleurs dits sans flamme sont alimentés en gaz comburant et oxygène par injections séparées à haute vitesse. La flamme obtenue n'émet pas dans le domaine visible. Le texte rappelle les principes de conception, l'application aux brûleurs régénératifs et la mise en œuvre industrielle.

Traitements et Matériaux N°409 mars/avril 2011.

La trempes huile en four sous vide.

G.Perez (Fours BMI).

L'auteur présente les conditions de mise en œuvre de la trempes huile incorporée à un four sous vide, avec les conditions liées à la pression régnant au dessus du bac d'huile lors de la trempes et ses conséquences sur la sévérité de trempes. Les technologies de construction de ces fours sont présentées.

Traitements et Matériaux N°409 mars/avril 2011.

Comité de rédaction : C. Leroux, A. Mouftier, C. Tournier, A. Viola.



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