



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

LES RÉGIONS AU CŒUR DES SCIENCES ET TECHNIQUES.

Les journées techniques organisées dans les régions reprennent généralement des problématiques liées au tissu industriel et universitaire local. De ce fait, elles permettent, de traiter d'importants sujets dans un cadre et une ambiance différents des grands congrès.

La conclusion qui s'impose le plus souvent à l'issue de ces réunions est une interrogation : mais pourquoi n'a-t-on pas fait cette réunion au niveau national ou international ? En effet, le niveau technique et scientifique est toujours au rendez vous ainsi que l'intérêt des sujets. Cette question, pourtant, doit rester en l'état : le niveau régional est une des richesses de notre association. Les exposés qui y sont présentés et l'ambiance particulière plus chaleureuse mais aussi plus directe que dans les grandes manifestations favorisent de passionnantes discussions qui se poursuivent, dans beaucoup de cas, par des visites fort intéressantes. Nous prendrons donc l'habitude dans nos colonnes, ainsi que nous l'avons fait dans ce numéro, de rendre compte des travaux des différentes régions.

L'actualité technique et scientifique de notre association c'est aussi dans l'immédiat deux grands moments* :

SURFAIR 2010, le 18ème congrès des traitements de surface dédiés aux industries de l'aéronautique et du spatial et **A3TS 2010**, congrès annuel de notre association et son exposition associée **SVTM**.

Rendez vous donc à Biarritz les 10 et 11 juin et à Metz du 16 au 18 juin. * Programmes disponibles sur www.a3ts.org.

INFOS TECHNIQUES

MANIFESTATIONS RÉGIONALES

(les textes des interventions peuvent être demandés)

Maubeuge le 18 mars 2010 :

TRIBOLOGIE et USURE. Théorie et cas concrets.

Pôle universitaire) organisée par la section France-Nord/Belgique.

De 1 à 4% du produit national brut des pays industrialisés est consacré au remplacement des pièces usées. Les pertes d'énergie par frottement et de matériau par usure doivent donc être combattues par un choix approprié de matériaux et de géométries des surfaces de contact. Ce sont les défis majeurs de la recherche en matériau et de l'ingénierie mécanique. C'est ce constat rappelé dans la plaquette de présentation de la journée qui a servi de thème à cette manifestation.

Après avoir rappelé lors de la conférence d'introduction les problématiques de la mécanique des surfaces et les différents types d'endommagements des surfaces mécaniques, différentes interventions ont balayé un champ diversifié de cette problématique. Intitulée « essais et caractérisations d'usure : science de l'imbroglio » l'intervention de A. Magnée de l'université de Liège aborda les aspects de l'usure par abrasion, par impact de particules abrasives, pour laquelle un travail d'identification des paramètres (type de particule : nature et taille) et des conditions d'environnement permet de dégager des lois se rapportant à ce type d'usure. La Sté HEF a présenté sa solution de bagues d'articulation en matériau composite tissé imprégné (bagues H-liner) appliqué aux suspensions des bogies dans un environnement sévère.

Les conférences qui ont suivi ont fait appel assez largement à des modélisations des sollicitations et dommages qui permettent de valoriser et confirmer des constats que l'intuition et l'observation auraient pu satisfaire. Une modélisation du comportement des roues ferroviaires en acier au carbone très faiblement allié a permis d'ajuster le niveau de résistance requis à partir de la surface pour éviter l'écaillage et l'usure des bandes de roulement.

La Sté Vallourec a effectué une modélisation des sollicitations sur un outil appelé bondard utilisé en forgeage de tubes en

acier sur lesquels apparaissaient des fissurations. Il a pu être démontré que cette fissuration était en relation avec l'usure du bondard qui modifiait les champs de températures et de contraintes. Les modélisations ont été conduites à l'aide de forge 3, de calcul et de l'analyse des contraintes de Von Mises et d'analyses thermiques.

Un sujet d'actualité, le remplacement du chrome dur, a été abordé par la présentation d'une technologie de revêtement par projection VPS (vacuum plasma spray) de dépôts de Cr³C²-NiCr, en compétition avec la technologie HVOF.

Ces revêtements s'accompagnent d'opération de traitement thermique entre 600 et 900°C sous argon, afin d'ajuster le niveau de dureté et la morphologie du dépôt selon les conditions d'emploi. Ce procédé est présenté comme une solution performante de résistance à la corrosion et à l'usure dans des conditions sévères de température.

Une proposition de qualification des matériaux fragiles, de type céramique massive, a été présentée à partir d'essais scratch test multipasses.

Chambéry le 19 mars 2010 :

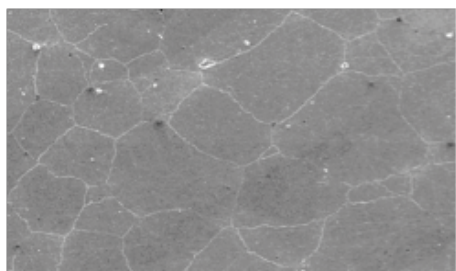
LE FRITTAGE DES ACIERS : technologie, traitements, caractéristiques obtenues, solutions alternatives et développements.

organisé par la section Sud-Est.

Les principes et les différentes phases des opérations de frittage ont fait l'objet d'une présentation par un des grands spécialistes de cette technologie appliquée à l'industrie automobile : Fédéral Mogul. On trouve ainsi dans les moteurs, les pignons, les poulies et accessoires de distribution, les pignons de démarreur, les pignons de pompes à huile, les fourchettes porte-injecteurs, les bielles. Dans une boîte de vitesse : moyeux et bagues de synchro, couronnes à crabots, doigts d'armement, roue de parking, baladeurs et manchons de crabotage. L'opération de frittage des alliages base fer comprend un cycle thermique de montée en température jusqu'à 1120°C durant 15 à 30 minutes puis un refroidissement 0,4 à 4°C par heure avec possibilité de trempe directe (sinter hardening). Certaines de ces pièces peuvent recevoir des traitements thermiques : carbonituration, cémentation, trempe huile / gaz, trempe par induction, nitrations (en appelant la sensibilité des résultats en liaison avec la densité)

et des traitements de surface : revêtements anti-corrosion (type Geomet), traitement à la vapeur d'eau (TVE).

La technologie PIM a été présentée par les spécialistes de l'ECAM. Cette technologie allie l'injection plastique et la métallurgie des poudres, technologie adaptée de pièces de petites tailles et de forme complexe. Le mélange injecté est composé d'au moins 50% de poudre métallique avec des liants composés d'un polymère de structure qui assure la tenue de la pièce pendant le déliantage - un polymère de plus faible viscosité pour faciliter l'étape d'injection - des additifs (plastifiant, dispersant, tensio actif, ...). Les caractéristiques obtenues sont une densité 97 à 99 % de la densité théorique, un bon état de surface, une dureté équivalente à la dureté d'une pièce usinée, une microstructure uniforme et isotrope équivalente à la microstructure d'une pièce usinée



structure obtenue par PIM

Le micro-PIM est une avancée obtenue grâce au développement de presses à injecter spécifiques micro-injection et de poudres très fines. Il permet de réaliser des pièces de très petite taille et/ou présentant des microdétails ou une surface microstructurée. Applications possibles pour les nano (micro) technologies.

L'ECAM développe une étude sur la réalisation de pièces de formes complexes en carbure de tungstène par le procédé PIM Projet CarPIM, en collaboration avec les sociétés Hexametal et Create Outillage. Projet soutenu par la région Rhône-Alpes et l'union européenne.

Bodycote et Thermi-Lyon se sont joints pour présenter les aspects particuliers de l'application traitements thermiques sur les pièces frittées liées à la porosité et à la composition chimique. Ces pièces étant par ailleurs finies, des exigences en matière de déformation et d'aspect sont implicites. Lors des traitements thermo-chimiques de cémentation par exemple la porosité a un impact direct sur la répartition de carbone. La teneur en carbone superficielle varie de façon significative avec la densité et selon que la surface est brute de frittage ou usinée. Lors de la cémentation gazeuse, il convient de respecter des rampes de montées en température. Lors de la cémentation basse pression, il est nécessaire de dégazer les pièces dans un four séparé. Lors de la nitruration ionique, il faut ménager une phase de dégazage et de décapage spécifique.

Comme solution alternative au frittage, la Sté Métaltemple a présenté la fonderie de précision (type cire perdue).

Nogent le 26 novembre 2009 : COMPOSANT EN ACIER REVÊTU ZINC-NICKEL : ouverture sur la fragilité H2, contraintes mécaniques et choix d'acier.

organisé par la section Nord-Est

Les exigences et problématiques de conception de directions d'automobiles ont fait l'objet d'un développement par G. Hisler(Ingénierie Consult) :

Le boîtier côté roue assemblé comporte un pivot acier, inséré dans une cage polymère avec une graisse de lubrification et un soufflet élastomère. L'assemblage est assuré par une coupelle acier sertie dans le boîtier.

Les exigences sont :

- Tenue en service. Essai en fatigue 100 000 cycles sur directions assemblées sous diverses sollicitations (traction, compression, vibrations, température).

- Tenue aux chocs (simulation des trous de chaussée et bateaux de trottoirs).
- Tenue en essai de dégagement de trottoir (compression $F > 15\ 000\text{N}$).
- Tenue en corrosion saline BS et cyclique alternée (contrôles techniques).

Les contraintes environnementales sont celles d'une zone de passage des roues :

- Températures : - 40°C / ~150°C (rayonnement des disques de freins).
- Projections routières : gravillons, boue, pluie, neige, sel...
- Fuites de liquide de freins, voire autres liquides du moteur & lavage.

En matière de tenue à la corrosion :

- Initialement les BCR forgés ont existé sans revêtement ou avec peinture, l'assurance Qualité a ensuite imposé les revêtements anticorrosion sur certains composants « sécurité » des liaisons sous châssis :

- Evolution notable des exigences normatives de tenue corrosion
- Tenue mini 720h rouille rouge, en brouillard salin neutre (ISO 9227)
- Fonctionnalité du système conservée pour 42 cycles de corrosion cyclique alternée (ECC1D27 2028) ou 30 cycles (VDA 621 415)

- Prise en compte du critère de tenue au gravillonnage.

LA RÉPONSE TECHNICO-ÉCONOMIQUE LA PLUS APPROPRIÉE correspond aux revêtements électrolytiques type Zinc-Nickel à haute teneur 12/15% Ni offrant une meilleure tenue à la corrosion, dureté de 400 HV, et une bonne ductilité.

Les limitations actuelles sont liées aux exigences en matière de pièces de sécurité par les constructeurs :

- Dégazage obligatoire en cours ou fin de process électrolytique pour réduction du risque de fragilisation par l'hydrogène absorbé. Voir normes ISO 9588, EN et constructeurs.

Ceci induit des Impacts sur les coûts liés aux manipulations des pièces (démontage + remontage), et au traitement thermique et un allongement des délais de livraison.

Des limitations de Dureté / Résistance des aciers, qui sont sensiblement différentes selon les normes constructeurs :

- PSA B15 4102 : dégazage obligatoire pour $R_m = 800$ à 1000 MPa et revêtement électrolytique interdit au-delà
- Renault 01-71-001 : Dégazage à partir de 1000 MPa
- Volvo STD 5732 : Dégazage à partir de 1100 MPa

LES DIFFÉRENTES SOLUTIONS ACTUELLES sont :

1) Aciers avec traitements thermiques en chaude de forge ou en reprise par trempe et revenu. La Structure trempée et revenu est favorable à l'usinabilité mais l'impact économique du traitement thermique est élevé.

2) Aciers micro-alliés à haute limite d'élasticité (durcissement par précipitation lors du refroidissement contrôlé en sortie de forge). Gain du traitement thermique mais différentes structures sont possibles (les précipités peuvent avoir un impact sur l'usinabilité).

Les revêtements électrolytiques ZnNi sont incontournables pour les exigences de tenue corrosion élevée, gravillonnage et aptitude au sertissage (ductilité liée au process) :

- Le dégazage requis dans les normes a un impact économique élevé.

- Les aciers avec traitement thermique de trempe + revenu ne sont généralement pas compétitifs, et les déformations augmentent le taux de rebuts.

- L'ouverture aux aciers micro-alliés paraît être la voie d'avenir, mais son champ reste à étudier en termes d'ouvertures avec :

- Le comportement sur la fragilité à l'hydrogène de différentes structures telles que ferrite-perlite et bainite.
- Le comportement sur la fragilité par l'hydrogène dans des domaines plus intéressants de résistance R_m de 1000 à 1250 MPa

Les attentes portent sur la communication et une synthèse des nombreux travaux réalisés sur les revêtements électrolytiques type Zinc-Nickel à haute teneur en Ni.

La surveillance et la maîtrise des process a éliminé les pratiques douteuses.

La fragilité par l'hydrogène est elle aussi pertinente avec des process sous contrôle ?

- Sans vouloir ignorer le risque fragilité par l'hydrogène, n'est-il pas envisageable de pouvoir valider des typologies de composants siglés « sécurité » revêtus ZnNi sans dégazage ?
- Cela mettrait à égalité les Equipementiers / Systémiers, comme les constructeurs à l'échelle européenne voire mondiale.
- Cela permettrait assurément aux différents intervenants de faire des économies importantes sur les composants concernés, en répondant aux exigences de l'automobile pour la réduction des coûts et d'allègement des pièces et d'apporter une contribution à la diminution de la consommation énergétique.

« Les dépôts de zinc nickel 12-15% de nickel : la solution contre la fragilisation par l'hydrogène » titre de l'intervention de JL.Baudoin d'ATOTECH, apporte une réponse partielle à ces interrogations.

Pour réduire la présence d'hydrogène dans un matériau, on peut utiliser des revêtements à faible perméabilité à l'hydrogène comme Au, Ag, Cu, Mo, Co et Ni. Il y a une vingtaine d'années, la société SONOFAM proposait aux constructeurs automobiles de supprimer le traitement thermique de dégazage après zingage. La solution proposée était de réaliser un flash de nickel électrolytique. Les pièces étaient ensuite revêtues par zingage électrolytique. Cette proposition n'a jamais vu le jour, car le risque n'a pas été levé!

Une gamme de revêtements de Zinc Nickel alcalin ou acide 12-15% Ni est proposée par ATOTECH, dont la dureté HV est supérieure à 500 (HV 0,005 calculée selon la méthode Martens suivant ISO 14577). Alors que les revêtements de type zinc acide ont une structure non orientée et les revêtements de type zinc basique ont une structure orientée. Les revêtements Zn-Ni ont dans les 2 cas une structure colonnaire. Grâce aux liaisons entre le zinc et le nickel, les revêtements ne sont pas ferromagnétiques malgré la présence de nickel lui-même ferromagnétique.

Lors d'un travail de thèse réalisé par le Dr Riedel de la Sté Weidmüller il a été démontré que :

- L'hydrogène absorbé durant le traitement thermique, n'atteint pas de concentration critique.
- La structure métallurgique et les profils de dureté ont un rôle important sur la sensibilité à la rupture.

Après le zingage il y a une augmentation de la teneur en hydrogène à l'interface métal-revêtement. S'il y a une concentration critique en hydrogène, cela peut induire une fragilisation par l'hydrogène. Le traitement de dégazage permet de réduire la teneur en hydrogène à l'interface métal-revêtement en permettant la diffusion d'hydrogène ce qui conduit à des valeurs non critiques à l'interface et dans le matériau.

En partant du constat que lors de l'utilisation des éléments de fixation les limites imposées par les risques potentiels de rupture différée (fragilisation par l'hydrogène) excluent les classes de qualité 12.9 et au dessus (sauf dérogeation). Un groupe de travail a été constitué (RENAULT, LISI, ARCELORMITTAL, CETIM) ayant pour but de maîtriser les risques de fragilisation des fixations pour satisfaire des applications mécaniques de plus en plus sollicitées.

A. Fleurentin du CETIM a présenté la démarche de ce groupe de travail sur la sensibilité à l'hydrogène des éléments de fixation, dont l'objectif est la compréhension des mécanismes à l'origine de la fragilisation des éléments de fixations (vis, goujons, écrous,...).

Lors de la fabrication d'une vis C406, en acier 37Cr4, ont été identifiées les étapes critiques vis-à-vis de la fragilisation :

- Décapage HCl et revêtement électrolytique (H)
- Phosphatation Zn/Fe (H + Ph)
- Traitement thermique de trempe et revenu (H + risque de carburation + diffusion du phosphore).

La phosphatation est un traitement de surface de conversion en milieu acide permettant l'accrochage du savon pour l'opération de tréfilage ou de frappe. On obtient une couche de phosphates métalliques complexes.

Si cette couche est soumise à un traitement thermique, le phosphore diffuse le long des joints de grains et fragilise l'ensemble sur 20 à 30µm avec un %P en surface ~0.2%.

Donc le lavage déphosphatant est très important. La NF EN ISO 898-1 interdit la présence d'un liseré de phosphates.

Questionnement concernant l'impact du phosphore :

- Y a-t-il synergie entre le phosphore et l'hydrogène ?
- Le phosphore seul suffit-il à fragiliser ?
- Est-ce l'action combinée H+P qui est dangereuse ?

Premiers éléments de réponse :

- Le phosphore fragilise à lui seul le matériau (fragilité de revenu).
- L'hydrogène paraît favoriser la décohésion des grains préalablement fragilisés par le phosphore.
- Le phosphore à lui seul ne semble pas causer de ruptures prématurées.
- La phosphatation Mn (sur vis fileté) introduit plus d'hydrogène que la phosphatation Zn (sur fils) car les bains de Phosphatation au Mn sont particulièrement acides et concentrés (voir aussi l'importance des surface d'échange).

4 constatations sur le traitement thermique de durcissement par trempe et revenu :

- Si les pièces sont recarburées (cémentées), elles ont une faible ténacité.
- Il s'agit de l'opération qui introduit le plus d'hydrogène dans l'acier.
- Dans la plupart des problèmes de fragilisation attribués à l'hydrogène, partagé par le groupe de travail, on observait une recarburation.
- La recarburation a lieu lors de l'austénitisation, donc attention à la stabilité de l'atmosphère lors du passage dans le four.

Après trempe on a mesuré 3,5 ppm d'hydrogène ramené à 1,6 ppm après 60 jours et à 0,8ppm après revenu à 440°C.

Un plan d'expérience a été lancé sur des éprouvettes de traction entaillées en 42CrMo4 trempé et revenu à 1280 MPa. chargées en H2 entre 1,5 et 3ppm. Les résultats seront connus fin 2010.

BRÈVES

INDUSTRIE

Le saviez vous ? : La retouche est possible en OAD.

Exemple communiqué par la société DALIC.

La pièce est une poutre en AG3 (51xx) sur laquelle une dureté élevée est nécessaire sur l'extrémité qui est très sollicitée.



Figure 2
Détériorations constatées avant réparation

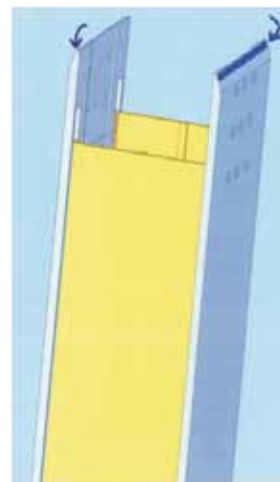


Figure 1
Indication des zones réparées en OAD



Figure 3
Microstructure de la zone retouchée.

CONGRÈS



SURFAIR 2010

18^e congrès international dédié aux traitements de surfaces dans les industries aéronautiques et spatiales.

10 et 11 juin 2010
Biarritz.

Ce congrès s'adresse plus particulièrement aux fabricants, compagnies aériennes, fournisseurs et experts en traitement de surface. Organisé tous les deux ans, cette manifesta-

tion aborde dans ce millésime :

- des sujets récurrents : innovations en peinture, nouvelles technologies de nettoyage, les challenges environnementaux, la préparation des surfaces ...
- Des sujets spécifiques : les matériaux organiques, la préparation des pièces mécaniques, l'application des Solgels, les procédés d'anodisation.

Le programme complet est disponible à l'adresse : www.surfair-congres.com

L'A3TS est membre du comité d'organisation avec le CETIM, le GIFAS et SAFRAN.



du 16 au 18 juin 2010

Le 38^e Congrès A3TS 2010 proposera deux conférences plénières sur le thème :

« Stratégie en matériaux et procédés pour répondre aux enjeux environnementaux dans l'industrie automobile et aéronautique ».

Puis, afin d'orienter la réflexion relative à l'innovation dans le secteur des traitements des matériaux, le **fil conducteur général des solutions alternatives au chrome dur** a été retenu. Trois axes principaux seront alors abordés : la résistance à la corrosion, les propriétés tribologiques et la résistance à l'usure des surfaces.

Dans une seconde partie, le congrès A3TS 2010 se focalisera sur **les innovations et développements récents qui constituent de réelles avancées dans le domaine des aciers, de leurs traitements et contrôles notamment non destructifs.**

Associé au Congrès, **SVTM 2010**, ouvert au public, sera le **rendez-vous majeur pour toutes les industries des technologies du vide et des traitements des matériaux** : utilisateurs, prescripteurs, constructeurs, équipementiers, prestataires de services, formateurs, enseignants, chercheurs ...

Les exposants proposeront leurs produits et services et présenteront des exposés technico-commerciaux sur le Forum intégré à l'exposition. Le **Prix de l'Innovation** sera également décerné à l'entreprise exposante qui proposera une démarche exemplaire.



18e Congrès de l'IFHTSE du 26 au 30 juillet 2010

Rio de Janeiro, Brésil.

Cette manifestation est organisée en conjonction avec le 65^e Congrès de l'association Brésilienne des Matériaux, Mines et Métallurgie (TSM/ABM).

CORROSION SOUS CONTRAINTE, FATIGUE - CORROSION

Après quelques années d'interruption, les groupes de travail «Hydrogène-Matériaux» et «Corrosion-Déformations-Interactions» de la commission «Corrosion sous contrainte et Fatigue-corrosion» du CEFRA-COR ont organisé les 6 et 7 avril 2010 à Gif-sur-Yvette, avec le soutien du CEA Saclay, du CNRS et du CIRIMAT, les Journées «Jeunes Chercheurs 2010». Elles ont réuni 60 participants.

Elles ont permis de rassembler sur un même lieu des doctorants et leurs encadrants travaillant sur des projets centrés sur les thématiques «Hydrogène-Matériaux» ou «Corrosion - Déformations - Interactions», du nom des deux groupes de travail de cette commission, mais également des chercheurs et des industriels intéressés et impliqués dans ces thématiques de recherche.

Ces journées «Jeunes Chercheurs» ont permis de mettre les doctorants à l'honneur en leur offrant l'opportunité de présenter en toute convivialité leurs travaux et d'avoir des discussions stimulantes avec d'autres doctorants ou des experts du domaine.

Source : Centre Français de l'anticorrosion.

DU CÔTÉ DES LABORATOIRES

Etude de l'influence des conditions d'impact sur l'adhérence de cuivre projeté dynamiquement sur de l'aluminium.

Thèse soutenue par Serge GUETTA, le 2 février 2010. Mines ParisTech

Lors de la projection dynamique par gaz froid, nommée « cold spray », les particules sont accélérées aérodynamiquement et maintenues à l'état solide jusqu'au moment de l'impact sur le substrat. Les revêtements sont élaborés par empilement de ces particules et leur adhérence constitue un paramètre déterminant quant à la qualité des pièces industrielles.

L'enjeu de cette étude est la compréhension et la quantification de l'adhérence interfaciale par l'analyse de la phase d'accrochage des premières particules dispersées à la surface du substrat, en fonction des conditions d'impact. Vitesse d'impact, température de préchauffage ou oxydation des surfaces mises en contact ont, en effet, une influence directe sur les phénomènes survenant à l'interface particule-substrat donc sur l'adhérence.

Cette étude propose une méthode permettant de relier les conditions de projection aux conditions d'impact, aux mécanismes survenant entre la particule et le substrat durant l'impact et, enfin, au niveau d'adhérence des particules correspondantes. Pour cela, des outils numériques et expérimentaux originaux ont été mis en oeuvre. Les phénomènes responsables de l'adhésion ont ainsi pu être mis en évidence et leur influence quantifiée.

www.ensmp.fr/Fr/ENSMP/ENSMPenbref/Intro/ENSMPenbref.html

Analyse expérimentale et numérique de la distribution des contraintes résiduelles induites par choc-laser dans les alliages d'aluminium. Song, Hongbin (2010).

Docteurat Mécanique et matériaux, PIMM, ENSAM

L'objectif de cette étude est d'analyser le gradient des contraintes résiduelles induites par le traitement de choc laser (CL) sur 2 alliages d'aluminium (6056-T4 et 2050-T8) par la diffraction des rayons X (DRX) et par modélisation numérique en éléments finis, en portant une attention particulière à l'extrême surface du matériau. Pour étudier le gradient des contraintes résiduelles (CR) à l'extrême surface (moins de 10 μm), deux méthodes d'analyse par DRX en faible incidence ($\sin^2\psi^*$ et multi-réflexions) ont été adaptées et appliquées. Les deux méthodes ont été testées avec succès et ont permis pour la première fois, d'accéder aux états mécaniques proches de la surface après CL. Un modèle de simulation numérique en 3D de l'état mécanique induit par choc-laser a également été développé au cours de cette étude. L'utilisation de chargements $P=f(t)$ valides et de conditions aux limites réalistes (élément infinis en bord de massif) a permis d'estimer les déformations et les contraintes résiduelles introduites par un ou par plusieurs impacts laser. Différentes améliorations ont pu être apportées au modèle, comme la prise en compte de comportements distincts pour les couches superficielles, et le matériau à cœur. Le modèle a été appliqué à différentes conditions expérimentales (taux de recouvrement, diamètre d'impact et pression variables) et a pu être confronté avec succès en expérience, que ce soit pour la simulation de mono-impact laser ou pour la simulation de multi-impacts. L'approche numérique a également permis d'évaluer l'hétérogénéité de la distribution de contraintes résiduelles en surface du matériau.

<http://pastel.paristech.org/5901>

Transformations de phase et propriétés mécaniques de l'alliage de titane métastable Ti-5553 (Phase transformations and mechanical properties of the Ti-5553 beta-metastable titanium alloy).

Thèse soutenue par Nicolas Clément le 19 mai 2010 à l'Université catholique de Louvain - IMMC (Institut de Mécanique, Matériaux et Génie civil).

La recherche structurale réalisée s'intéresse à la formation de phase alpha pendant les maintiens isothermes et les traitements thermomécaniques. De nombreux types de défauts contrôlent la nucléation des particules alpha. Certains traitements réalisés ont permis d'étudier des types particuliers de nucléation. Par exemple vieillissement sur des échantillons pré déformés pour apprécier l'influence des bandes de déformations ou l'utilisation de trempe rapide pour le piégeage de lacunes. Pour les phases de chauffage et refroidissement, diverses techniques ont été mises en œuvre pour suivre les transformations de phases. La méthode de vibration libre (free vibrational method) qui permet d'apprécier les changements de module d'élasticité et d'amortissement et dont les résultats ont été comparés à ceux obtenus avec des méthodes plus conventionnelles, telles que la DSC, la dilatométrie, l'analyse métallographique post mortem et la mesure de dureté. La relation entre structure et les propriétés mécaniques a été traitée à différents niveaux. A l'échelle locale, la nanoindentation a été couplée avec le SPM et l'EBSM pour mesurer le module d'élasticité de chaque phase en prenant en compte les joints et l'orientation cristalline. A l'échelon macroscopique, des tractions sur éprouvettes entaillées ont été utilisées pour lier les caractéristiques microstructurales, l'état de contraintes et la déformation à rupture via un modèle micromécanique basé sur la croissance de cavités nucléées sur les points faibles de la microstructure. Le Ti 5553 présente par rapport aux autres alliages de titane un comportement très spécifique. En complément, des essais de traction à haute température ont été réalisés pour mesurer différentes caractéristiques : contraintes d'écoulement, énergie d'activation de la déformation plastique pour des taux de contraintes variant du fluage aux déformations dynamiques.

INNOVATIONS

La résistance à la corrosion des traitements de conversion au chrome trivalent sur aluminium améliorée par un additif.

La société METALAST a publié récemment des résultats d'études paramétriques sur la résistance à la corrosion des traitements de protection des surfaces d'aluminium qui lui a permis de mettre au point un additif nommé EPA qui est ajouté au bain de prétraitement et qui conduit à une amélioration spectaculaire de la résistance à la corrosion des alliages d'aluminium passivé au chrome trivalent. Ce procédé a été approuvé par la marine US et il est maintenant référencé dans la MIL-DTL-81706B.

METALAST International Inc.

2241 Park Place, Suite C
Minden, NV 89423

Le nano Co/P : un candidat au remplacement du chrome dur, en particulier dans les alésages.

Ce dépôt nanocristallin réalisé sur des installations pilotes industrielles a fait l'objet d'essais sur des pièces-éprouvettes destinées à l'industrie aéronautique. Deux classes de dépôts de nano CoP sont recommandées pour des applications en remplacement de chrome dur en épaisseur faible, elles seront prochainement validées par des tests sur composants. Integran Technologies Inc.

www.asetdefense.org/documents/Workshops/ReplacementofHardChromeandCadmiumPlating06/29.%20Gonzalez%20%20McCreary%20nCoP%20IntegranESCTP%20HCAT%2001%202005.PDF

Polissage électrolytique d'aciers inoxydables à domicile.

Le Groupe Canadien N.E.T. TECH PLUS propose un service de polissage électrolytique sur site en complément de ses installations fixes. L'unité mobile permet le polissage de longueurs pouvant aller jusqu'à 6 mètres. L'entreprise est approuvée CSA, FAA et AESF pour cette technique.

Groupe N.E.T. Tech Plus

1485 F Joliot Curie

Boucherville, Québec, J4B 7M4

www.groupenettech.com/fr/electro_polissage.htm

VECTOR AST, un procédé de traitement de surface destiné aux plastiques.

Basé sur la mise en œuvre de plasmas froids, ce traitement permet d'améliorer l'adhérence lors d'opérations de décoration, de collage, de surmoulage.

Il permet de remplacer les techniques actuellement utilisées, telles que le flammage, les primaires d'adhésion, la décharge corona, et le plasma atmosphérique. Très écologique, son exploitation n'est pas soumise à autorisation.

Vector 11 - 13 rue Claude Bloch

14000 Caen (France).

www.vector-ast.fr

Un traitement de durcissement des aciers inoxydables, le STAINIHARD NC.

Il consiste, après un prétraitement d'activation de la surface, à réaliser un apport de carbone et azote à des températures comprises entre 300 à 500°C. Les couches obtenues d'épaisseur généralement comprise entre 10 et 30 micromètres et constituées de phase S conduisent à l'obtention de bonnes propriétés de frottement et usure sans détérioration notable des caractéristiques d'inoxydabilité.

Heat & Surface Treatment

B.V. Achtseweg Noord 5 Building AL, NL-5651 GG EINDHOVEN

www.mamesta.nl/files/Flyer_StainihardNC_FRA.pdf

REVUE DE PRESSE

Améliorer les performances des équipements rotatifs avec des revêtements hautes performances

L'application à une pompe de revêtements epoxy sans solvant permet d'améliorer les performances des pompes centrifuges. Dans l'exemple traité une amélioration du rendement de 6% a été constatée, ce qui conduit à des économies d'énergie notables.

Eureka. Décembre 2009, N°53.

Galvano-organo dans son N° 789 de décembre 2009 présente un dossier corrosion dont une partie est alimentée par les présentations faites au cours de la journée A3TS Sud-Est. Sont contenus dans ce dossier :

- **La corrosion est une préoccupation permanente :** des données sur l'importance économique de la corrosion.
- **un outil de prédictif pour protéger les ouvrages métalliques :** outil de prévision de performance de la galvanisation en construction des ouvrages proposé par Galvazinc.
- **un moyen de contrôle corrosion à haute définition** par l'appareil de mesure T2M développé dans le cadre du projet CORONAV du pôle de compétitivité mer-Bretagne. L'appareil permet de scanner les surface et de détecter les points de corrosion (notamment sur les navires).
- **Le procédé Openair®** développé par Plasmatreat destiné à produire des enductions anticorrosion (sur aluminium, sur acier) le dépôt associe un plasma dans lequel est injecté du silicium organique produisant une fine couche de silane.
- **Comment Renault Trucks affronte la corrosion ?** description de la démarche anti-corrosion du groupe de construction de poids lourds-
- **Le projet Clear-Zinc :** dépôt de protection de l'acier sans zinc, basé sur traitements à base d'oxydes protecteurs avec des réservoirs à inhibiteur de corrosion dans la couche d'oxyde ou dans un revêtement organique hautement réticulé.

Dans ce même numéro :

- **Quelles sont les perspectives de la nanostructuration ?** des matériaux ou des revêtements.
- Cet article évoque le cas de nouvelles installations ou optimisation du procédé (description des nouvelles installations de traitement de surface d'Eurocopter répondant au delà des exigences ISO 14001).

Recherche fondamentale sur la formation des contraintes de compression lors de la trempe très rapide

(Grundlegend Untersuchungen zur Erzeugung von Druckeigenspannungen durch Hochgeschwindigkeits Abschrecken par J. Ruth et al.) texte en allemand. Recherche expérimentale sur la trempe intensive à l'aide d'un dispositif de trempe à l'eau d'une éprouvette instrumentée de faible section pour déterminer la valeur critique un critère dérivé du nombre de Biot-Zahl pour lequel l'obtention de contraintes de compression est assuré, l'effet sur la résistance à la fatigue est mesuré. *HTM 64 (2009) p. 338-350.*

Possibilités de la trempe directe aux gaz

(Prozessmöglichkeiten zur gezielten Einstellung des Gasabschreckens, par R.R. Schmidt et al.) texte en allemand. Etude de la possibilité de tremper des arbres en acier 16MnCr5 (\varnothing 43 à 20 mm, lg. 600 mm) en fonction de la pression (3 à 10 bar) et de la conception du dispositif d'amenée des gaz à l'aide de baffles situées autour de chaque pièce. *HTM 64 (2009) p 351-363.*

Résistance à l'usure des couches de durcissement par diffusion d'alliages Ti-6Al-4V contre un antagoniste en alumine (*wear of diffusion hardened Ti-6Al-4V sliding against alumina, par P.F. Strutton et al.*) *texte en anglais.*

Etude du comportement type pion-disque de couches de diffusion obtenues par réaction avec du CO, du CO₂, du O₂ frottant sur des surfaces d'alumine en conditions sévères de frottement lubrifié. Les performances dépendent de la morphologie des couches (porosités). *HTM 64 (2009).*

Compte rendu du 17ème congrès IFHTSE Kobe - Japon par P. Jacquot et A. Fleurentin, présenté lors de l'AG du 5 fév. 2010 disponible sur le site adhérent de l'A3TS.

Traitement thermique des alliages d'aluminium (Heat Treating of Aluminum Castings) par Daniel H. Herring . Texte général rappelant les différentes catégories de traitement pratiquées. *Industrial heating, janvier 2010.*

Le traitement thermochimique des aciers inoxydables à basses températures (*Thermochemische Randschichtbehandlung nichtrostender Stähle bei tiefen Temperaturen.*) *H.-Spies, T. Bell, Z. Kolozsvary. (Texte en allemand).*

Le comportement à l'usure des aciers inoxydables peut être amélioré par des traitements thermochimiques à base d'azote ou/et carbone sans altération de la résistance à la corrosion, l'article présente une vue d'ensemble des connaissances acquises durant les vingt dernières années sur les structures et les propriétés relatives à ces traitements. *H.T.M 1/2010 vol. 65 p 11.*

Nitrocarburation à l'aide de capteurs contrôlant le potentiel carbone et le potentiel nitrurant. (*Mit Nitrier- und Kohlungskennzahl geregeltes Nitrocarburieren.*) *Par S. Hojà, H. Klümper-Werstkamp, F.Hoffmann, H.-W.Zoch. (Texte en allemand).* Exploration expérimentale du diagramme ternaire Fer-carbone-azote aux températures de nitrocarburation et contrôle des structures et analyses C et N sur deux nuances : C45 et 42 CrMo4 *H.T.M 1/2010 vol. 65 p 22.*

Poudrage (Metal dusting) des aciers réfractaires au Chrome Nickel et des bases nickel (*Metal dusting of High temperature Cr-Ni steels and Ni-Base alloys*) *A.Mehner et al (Texte en anglais).* Le poudrage ou Metal dusting peut conduire à des détérioration très rapide des réfractaires de four. Après une description rapide des mécanismes, les auteurs présentent un dispositif expérimental permettant de tester la sensibilité au Métal dusting et présentent des résultats pour différentes nuances. *H.T.M 1/2010 vol. 65 p 30.*

Durcissement de surface par voie mécanique (*Mechanisch induziertes Härten.*) *D.Meyer et al. (Texte en allemand).* Depuis 2001 le Stiftung Institut de Brème développe un système permettant la production de durcissement superficiel sans traitement thermique final et ceci par traitement de roulage profond et réalisable sur des machines outils capables de réaliser des usinages classiques. Dans l'étude présentée, les aciers et les microstructures permettant un usinage léger sans transformation en martensite mais aptes au durcissement sous roulage profond sont étudiés. *H.T.M 1/2010 vol. 65 p 37.*

Durcissement par trempe après chauffage par induction et revenu sous presse. *W.Goy, D.Bartknecht. (Induktives Fixturhärte- und Anlassverfahren).* *(Texte en allemand).* L'article décrit une conception améliorée pour ces traitements et présente une machine mettant en œuvre les principes retenus. *H.T.M 1/2010 vol. 65 p 46.*

Comité de rédaction : C. Leroux, 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