

TRAITEMENTS THERMIQUES ET TRAITEMENTS DE SURFACE DES ASSEMBLAGES

Mercredi 13 mai 2020 - Lycée Diderot - PARIS

PROGRAMME & RESUMES

9h15 :

Introduction A3TS et présentation de la journée de conférences.

APPROCHES PRODUITS

9h30 :

L'utilisation des vis à hautes températures dans l'aéronautique.

Jérôme GRANVILLAIN (SAFRAN HELICOPTERS ENGINES)

Cet exposé aborde la Stratégie de choix des fixations en fonction des principaux critères fonctionnels dans les motorisations d'aéronef à voilure tournante : contraintes mécaniques, température, matériaux en contact, environnement.

Pour les programmes les plus récents, la contrainte réglementaire REACH est prise en compte dès la conception.

Pour les programmes plus anciens, des évolutions sont nécessaires pour substituer les produits ou procédés impactés. Ces changements techniques intègrent fournisseurs et clients

10h00 :

Problématique des vis de roues.

Gilles AUREGAN (SAFRAN LANDING SYSTEMS)

Les roues d'atterrissage sont constituées de deux demi-roues fixées par un ensemble de boulons (vis, écrou, rondelles). Sur les trains principaux, une des demi-roues accueille le frein lequel génère une forte température à l'atterrissage. Compte tenu efforts mécaniques importants générés par la pression du pneu sur l'assemblage et compte tenu des contraintes thermomécaniques, plusieurs solutions de matériaux existent selon les appareils.

Les assemblages les plus récents, qui sont généralement les plus fortement sollicités, sont constitués d'une vis en superalliage type base nickel ou base cobalt résistant à la corrosion, associée à un écrou en inox avec un dépôt d'argent pour faciliter les frottements, et à des rondelles en acier faiblement allié revêtues d'un dépôt électrolytique sacrificiel type zingage.

Les assemblages plus anciens sont le plus souvent constitués d'acier faiblement allié, pour la vis, l'écrou, et les rondelles, revêtues d'un dépôt sacrificiel type cadmium plus performant que le zingage. Pour des considérations environnementales (réglementation REACH), des travaux sont menés pour étudier le remplacement du cadmium par le revêtement de zinc-nickel.

10h30 :

Coefficient de serrage / surface et interface.

Christophe DELCHER (CETIM)

La maîtrise du coefficient d'adhérence au plan de joint est une priorité dans le dimensionnement des assemblages vissés sollicités en cisaillement. Tous les secteurs industriels sont concernés. Actuellement, c'est la norme EN 1090-2 dédiée à la construction métallique qui permet de mesurer ce coefficient. Les traitements de surface ont une influence directe sur ce paramètre.

La présentation intégrera les derniers travaux menés par le CETIM concernant sa caractérisation ainsi que des retours d'expérience industriels.

11h00 : Pause

11h30 :

Traitement thermique des éléments de fixation, démarche troubleshooting et remise en conformité avec la norme NF EN 746-A3 A1.

Lucas BUSTAMANTE VALENCIA (AIR LIQUIDE).

L'industrie des éléments de fixation est très active en termes d'innovation. En effet, les besoins des utilisateurs finaux évoluent en permanence. Nouveaux matériaux, nouveaux procédés d'assemblage, allègement, stabilité dimensionnelle... L'industrie gazière a su proposer des solutions pour répondre à ces nouvelles demandes : nouveaux mélanges, amélioration de la pureté des produits, réduction des incertitudes de la débitmétrie, ajustage et monitoring des paramètres de contrôle.

Dans les ateliers TTh, face au constat d'une dérive ou un dysfonctionnement, il est souvent difficile de retrouver les paramètres initiaux du fonctionnement nominal optimisé (point zéro). En conséquence, le choix des actions correctives est compliqué. Face à des colorations, oxydations localisées, arrachement de matière lors des tests, profondeur de cémentation insuffisante... Il est parfois difficile de savoir quelles sont les causes et les conséquences. Lorsque l'équipe Air Liquide TTh est sollicitée en support d'un troubleshooting, une démarche systématique est adoptée par nos intervenants : érification des paramètres procès, vérification de la conformité avec la norme NF EN 746-3 A1, analyse de l'atmosphère dans le four et vérification de la sécurité au poste de travail (fuites, toxicité, feu...).

Cette démarche a démontré sa robustesse puisqu'elle permet de diagnostiquer et distinguer les types de panne, de prioriser l'ordre des interventions de réparation, d'ajuster les paramètres process, et de revenir dans la fenêtre de fonctionnement permettant une exploitation industrielle TTh sûre.

12h00 :

Les aciers au bore et leurs traitements thermiques.

Patrick JACQUOT (BODYCOTE), Alexandre FLEURENTIN (METALLO CORNER)

Parmi les nombreuses que l'on trouve dans le monde de la visserie trempé revenu (CrMo, CrNiMo, CrMoV, aciers inoxydables, ...), une famille nous intéresse plus particulièrement : les aciers au bore tels que 19MnB4, 35B2, 37B4, ... Ces alliages nous intéressent puisqu'ils bénéficient du puissant effet du bore qui permet, malgré la très faible teneur au sein de la composition chimique (inférieure à 0,006%) une augmentation de la trempabilité, une amélioration de la tenue à la flexion par choc et une évolution de la zone de fragilisation au revenu.

Ces effets sont bien réels à condition que le bore soit libre, en solution solide d'insertion dans l'austénite. En effet, il peut être également inefficace lorsqu'il se trouve combiné à de l'azote pour former des nitrures du type BN et à du carbone avec la formation de carbures de bores ($M_{23}(C,B)_6$).

Cette dernière remarque nous permet de nous alerter lorsqu'un plan impose une carbonituration à ce type d'alliages. Plusieurs exemples vous seront présentés afin de comprendre les problématiques que l'on peut rencontrer avec un tel traitement thermochimique sur ces aciers.

12h30 : Déjeuner

14h00 :

Matériaux et Traitements de surfaces : Les dernières évolutions des normes internationales de fixations.

Joëlle PECHENARD (AFFIX)

1) Pour les fixations en acier, la série de normes fondamentale ISO 898 (Partie 1 pour les vis, goujons ... / Partie 2 pour les écrous) prévoit « une structure présentant approximativement 90 % de martensite à cœur pour les fixations à l'état trempé, avant revenu ». Qu'est-il prévu dans les révisions en cours pour contrôler cette exigence ?

Quelles sont les derniers points d'amélioration concernant les matériaux des fixations ?

2) Les systèmes de revêtements électrolytiques pour les fixations font l'objet de l'ISO 4042, publiée en août 2018 : cette norme a fait l'objet d'une refonte totale afin d'inclure tous les aspects fonctionnels.

Elle est à nouveau en révision rapide (publication probable fin 2020), quelles sont les derniers points d'évolution ?

3) La fragilisation par l'hydrogène, et tout particulièrement pour les fixations utilisées pour des fonctions importantes ou des applications critiques, a fait l'objet d'un document international inédit, écrit par les meilleurs experts mondiaux du domaine.

Pourquoi l'ISO/TR 20491 devient-elle LA référence pour les fixations, qui doit se substituer aux autres documents existants ?

4) Toutes les normes de fixations en acier inoxydable sont en révision (série ISO 3506)

Présentation des dernières évolutions des matériaux dans ces normes ISO (parties 1 à 4 et 6)

Création d'une nouvelle norme pour les fixations en acier inoxydable ou en alliage de nickel, destinées aux applications à hautes températures jusqu'à 800 °C, et travaux de Recherche et Développement en cours.

14h30 :

Influence de la propreté des surfaces dans les cas des systèmes de fixation.

Cathy MATOS DA SILVA (CETIM)

Cette présentation a pour objectif de faire un état de l'art des niveaux de propreté particulière existants aujourd'hui sur différentes familles de pièces de fixation et de proposer des bonnes pratiques en termes de rédaction de spécifications propreté et de réponses aux appels d'offres propreté. Les pollutions organiques (huiles et graisses par exemple) et les résidus de produit de nettoyage ne sont pas concernés par ce document.

Une absence totale de particules (solides) n'existant pas, les exigences de propreté doivent définir un niveau de contamination acceptable. Des formulations imprécises telles que « exempt de particules » doivent être remplacées par des exigences claires et mesurables.

La propreté est un phénomène global, impacté par de nombreux paramètres (nature du matériau, traitements appliqués, procédés utilisés, milieu ambiant, etc.). Les exigences de propreté conduisent donc en général à une augmentation des coûts qui peut prendre des proportions démesurées en fonction des limites fixées. Les limites devraient donc être fixées très prudemment et en accord entre les contractants.

Il n'est pas facile de déterminer, a priori, quel matériaux ou revêtement sera adapté à quel niveau de propreté sans effectuer des mesures. Les facteurs importants à prendre en compte pour une pièce ayant des contraintes de propreté sont :

- La morphologie de la pièce
- Les caractéristiques des matériaux / revêtements
- Le procédé utilisé pour traiter la pièce
- Les défauts de traitement de surface

15h00 :

Quel revêtement électrolytique pour les pièces de fixations ?

Frédéric RAULIN (COVENTYA)

On reviendra lors de cette intervention sur les choix qui a été fait lors de ces dernières années, pour protéger ou fonctionnaliser les pièces de fixation, pour les principaux marchés de l'industrie (Automobile, aéronautique, ferroviaire, industrie générale...).

Nous reviendrons sur les effets des réglementations, (ROHS, VHU, REACH..) sur l'évolution des revêtements et leurs performances.

Nous expliquerons comment les traitements de surfaces ont évolué en fonction des besoins des concepteurs pour s'adapter aux matériaux tous en intégrant les besoins de standardisation et de production de masse des pièces de fixations.

15h30 : Pause

15h45 :

Fragilisation l'hydrogène : le dégazage dégage-t-il vraiment ?

Alexandre FLEURENTIN (METALLO CORNER)

Après un revêtement électrolytique ou chimique d'un acier trempé revenu d'une pièce qui serait ensuite mise sous tension, le produit doit obligatoirement subir un traitement de dégazage dans les 4 heures qui suivent la première phase d'hydrogénation au sein de la gamme de traitement de surface.

Le temps de traitement est régi par des normes et des spécifications internes qui reposent toutes sur le fait que plus la résistance mécanique à la traction de la pièce est élevée et plus le temps de "dégazage" doit être important. La norme ISO 9588 recommande une durée minimale de dégazage de 16h pour un Rm de 1400Mpa.

Malgré l'existence de cette norme, la fragilisation par l'hydrogène continue à empoisonner le monde industriel, mais a-t-on réellement bien compris les mécanismes de défragilisation associés à ce fameux « traitement de dégazage » ?

Cette présentation a pour vocation d'apporter des éléments de réponse à cette dernière question en développant une nouvelle approche du traitement de désensibilisation des aciers trempés revenus à la fragilisation par l'hydrogène.

ASSEMBLAGES MULTI-MATERIAUX

16h15 :

Solution d'assemblage innovante pour l'assemblage multi-matériaux et étude de faisabilité GMM

Nicolas KOHOUT (ERWIN / IRT-M2P)

La technologie ERWin souhaite se positionner comme le nouveau standard d'assemblage multi-matériaux en offrant aux concepteurs la possibilité de mixer tous matériaux et donc d'effectuer les meilleurs choix pour atteindre les objectifs de réduction de poids économiquement. Un contexte qui doit donc permettre l'introduction de matériaux innovants et performants comme les aciers très haute résistance ($R_m > 800$ MPa), les alliages d'aluminium ou encore les matériaux composites tout en continuant à utiliser les robots de soudage par point déjà présents sur les lignes de fabrication.

L'étude de faisabilité GMM vise à démontrer la pertinence de cette solution en regard des multiples technologies d'assemblage mécanique sur le marché (rivetage, fluovissage, ...).

16h45 :

Procédés d'assemblage mécanique par insertion d'un composant métallique pour des applications multi-matériaux dans le secteur automobile.

Romeu GOMES (IRT M2P)

Pour des questions environnementales, les constructeurs automobiles cherchent à alléger les structures des véhicules par l'utilisation d'alliages d'aluminium et d'aciers à très haute résistance mécanique. Les assemblages multi-matériaux ne peuvent pas être réalisés par le procédé classiquement utilisé de soudage par point à cause de l'incompatibilité des propriétés physiques et thermiques des matériaux. De nouveaux procédés d'assemblage basés sur l'ajout d'un composant métallique permettent de se substituer au soudage par point lorsque celui n'est pas possible.

17h15 : Fin des conférences