

MOULES ET OUTILS 2007

ALBI 18 et 19 OCTOBRE 2007

PROGRAMME

1 - Session endommagement des outils

1-1 : F. REZAÏ-ARIA (*CROME_P et SF2M Commission Fatigue*) : Synthèse du colloque SF2M sur la fatigue thermique de mai 2007.

1-2 : O. JOOS (*CROME_P*) : Revue bibliographique sur la tribologie des cylindres de travail à chaud.

1-3 : Ch. REDL (*Böhler Edelstahl GmbH*) : Heat treatment and damage simulation for hot work applications.

1-4 : F. REZAÏ-ARIA, C. BOHER, G. DOUR, P. LAMESLE (*CROME_P*) : Endommagement et durée de vie des outillages de mise en forme à chaud.

2 – Session métallurgie et nouvelles solutions

2-1 : Y. NGOMO (*Arcelor-Mittal, Industeel*) : Nouvel acier à outil pour travail à chaud aux propriétés d'usage améliorées par la substitution du carbone par des éléments carburigènes (Cr, Mo, V).

2-2 : G. GAY, M. RUZAFI, J.P. PLANCHON (*Aubert et Duval*) : Un nouveau compromis dureté / ténacité / tenue à la corrosion pour la réalisation de moules pour matières plastiques exigeant une haute qualité de polissage.

2-3 : S. GUERIN (*CETIM Saint Etienne*) : Comment produire efficacement ses moules et outillages en 3 ou 5 axes ?

2-4 : J. MASSOL (*CIRTES*) : L'outillage rapide métallique par le procédé de stratoconception : état de l'art et applications industrielles.

2-5 : F. NAZARET (*Aurock*) : Utilisation de béton réfractaire renforcé de fibres métalliques (BRRFM) comme support de charge en traitement thermique et support de brasage.

3 – Session traitement thermique et traitement de surface

3-1 : B. STAUDER (*Bodycote*) : Apport de la simulation numérique aux traitements thermiques des outillages.

3-2 : A. GRELLIER, M. RUZAFI, P.E. RICHY (*Aubert et Duval*), D. DELAGNES (*CROME_P*) : Acier SDC : une approche méthodique, expérimentale et théorique de la composition et des traitements thermiques de la famille des aciers 5%Cr pour accroître les performances des empreintes d'injection d'alliages d'aluminium.

3-3 : I. SILLER (*Böhler Edelstahl GmbH*) : Influence of the heat treatment conditions on the material properties of hot work tool steels.

3-4 : J.M. DEBOIS, P. COLLIGNON (*Jon Bond*) : Etat de l'art de la technologie PVD pour outillage de transformation à froid et à chaud.

3-5 : H. DELORME (*Expro HEF*) : Définition et développement d'un nouveau revêtement pour outillage d'injection d'aluminium sous pression.

3-6 : P. LAMESLE, S. LEROUX (*CROME_P*) : Suivi in situ par vision artificielle des déformations d'une pièce métallique au cours de la trempe.

RESUME

Cette manifestation organisée conjointement par l'A3TS, le CEM et l'Ecole des Mines d'Albi a rassemblé une cinquantaine de personnes originaires pour 25% du monde universitaire, pour 20% des centres techniques et pour le reste du monde industriel. Elle s'est déroulée à l'Ecole des Mines d'Albi Carmaux autour de trois thèmes :

- les principaux modes de dégradation des outillages,
- les nouvelles solutions métallurgiques et les nouveaux procédés d'obtention des outils,
- les progrès en matière de traitement thermique et de traitement de surface.

Modes de dégradation des outillages

Ce premier thème a fait l'objet de quatre interventions, avec une synthèse des journées de printemps de la commission fatigue de la SF2M sur les phénomènes de fatigue thermomécanique, suivie par une communication montrant le rôle des oxydes et de leurs caractéristiques rhéologiques dans la mise en forme à chaud des matériaux métalliques. Les deux autres communications ont montré le rôle déterminant de la microstructure et de la distribution des contraintes résiduelles dans la durée de vie des outils, ainsi que l'influence défavorable d'une pellicule d'intermétalliques fer aluminium sur la résistance à la fissuration thermomécanique. La mise au point d'un essai de fatigue thermique par l'Ecole des Mines d'Albi avec une bonne maîtrise de la distribution des contraintes semble un outil prometteur pour l'évaluation de la tenue en service des outils avec différentes solutions métallurgiques.

Nouvelles solutions métallurgiques

La première partie de ce second thème a fait l'objet de trois interventions, avec plusieurs points innovants. Les deux premiers exposés ont permis de constater qu'il était encore possible de réaliser des études métallurgiques de mise au point de nouvelles nuances d'acier et notamment, une solution de substitution à l'acier 55NiCrMoV7 plus tenace et plus soudable du type 20CrNiMoV4 avec ajout de bore, ainsi qu'un nouvel acier pour moules du type X30CrVN12 plus dur et plus résistant à la corrosion que l'acier classique X40Cr14, très prometteur pour l'industrie de la plasturgie. Le troisième exposé, plus centré sur les problèmes d'usinage, a donné des critères de choix de conditions de coupe pour maîtriser l'état de surface et minimiser l'état des contraintes résiduelles dans les outils en UGV sur des machines de grande rigidité, avec des outils coupants en cermets, céramiques ou carbures micrograins.

Nouveaux procédés de fabrication des outils

La deuxième partie du second thème a fait l'objet de trois communications. La première est relative à la réalisation d'outils à partir de plats usinés par laser, jet d'eau ou microusinage, avec assemblage ultérieur par brasage sous vide et traitement thermique pour la réalisation de moules d'injection d'alliages d'aluminium avec incorporation des systèmes de régulation et de contrôle de la température. La seconde est relative à la fabrication rapide de pièces et d'outillages par deux techniques différentes : le rechargement par injection coaxiale de poudres dans un faisceau laser et la stratoconception par frittage laser de poudres. Le rechargement de substrats conducteurs (alliages cuivreux) est pratiquement industriel avec un faible taux de porosité, par contre, la stratoconception est encore au niveau pilote, car

le taux de porosité est important et les niveaux de dureté un peu faibles. Le troisième exposé a présenté de nouveaux outils avec des bétons réfractaires à base d'alumine renforcés par de fibres d'acier inoxydable du type 25Cr20Ni utilisés dans la mise en forme à haute température (formage superplastique du titane à 900°C, brasage sous vide).

Traitements thermiques

Quatre exposés ont été faits sur ce thème, deux sur les problèmes de simulation et de déformations et deux sur l'aspect métallurgique. La modélisation a pour but de donner aux traiteurs les outils permettant de caractériser leurs équipements et de réduire la durée du traitement pour satisfaire au cahier des charges. Après une première phase de validation des modèles sur moule instrumenté, des exemples d'application ont été montrés sur cylindres de laminoirs et sur moules d'injection présentant des congés de raccordement pour éviter les risques de tapures. La visualisation des déformations à la trempe sous gaz avec camera CCD, technique mise au point par l'Ecole des Mines d'Albi, est un bon outil pour valider les simulations numériques, avec la prise en compte des coefficients d'échange et la modélisation des champs de vitesse des gaz autour des pièces refroidies.

Les deux communications sur l'aspect métallurgique ont montré les conséquences d'une démarche coopérative université industrie dans l'acier X37CrMoV5-1, avec l'établissement de relations entre la microstructure et les propriétés d'usage, notamment la ténacité. Dans le premier cas, l'influence des précipités à l'échelle nanométrique sur la dureté et la résistance aux chocs a été quantifiée, ce qui a permis de déterminer les précipités les plus influents et de modifier la composition chimique de base pour obtenir un acier résilient et de bonne trempabilité, du type X36CrMoNiV5-1,7-1,5 avec une teneur en vanadium de 0,65%. Dans le second cas, il a été montré que les conditions de traitement thermique de gros blocs ne sont pas favorables dans la partie centrale qui a un déficit de temps de mise en solution pour obtenir une structure austénitique homogène.

Traitements de surface

Deux communications ont été faites sur ce thème : la première a été un tour d'horizon relativement complet des différentes solutions de couches en fonction des conditions de travail de l'outil, mise en forme à froid, mise en forme à chaud, coulée sous pression d'alliages d'aluminium. Les avancées en matière de multicouches, nanocouches et nanostructuration des couches (par exemple TiN avec SiN) ont été présentées. Les traitements duplex sont très utilisés en forge à chaud et dans les conditions difficiles de travail des métaux en feuilles. La deuxième communication a montré l'intérêt des couches de TiBN dans l'injection d'aluminium avec une réduction des phénomènes d'abrasion et d'apparition des piqûres de corrosion.