

Transformations transitoires et résiduelles de la « peau » des premiers corps sollicités en frottement

Professeur András ELEÖD

Université Technique et Economique de Budapest

Résumé

Depuis l'étude de Beilby : « Aggregation and Flow of Solids » (1921) il est connu que la sollicitation de frottement induit un changement de structure qui se localise dans une couche mince de la peau des surfaces frottantes. A l'époque Beilby avait dû se contenter de noter le caractère amorphe de cette structure. Ce constat fut suffisant pour les ingénieurs pendant presque cinquante ans parce qu'ils s'occupaient surtout des effets « directement visibles » du frottement comme l'évolution de la rugosité.

Les recherches systématiques sur les changements de structures induits par le frottement ont été initiées par celles sur l'endommagement des contacts des engrenages et des roulements (pitting, phase blanche, papillons...). Ces endommagements ont été identifiés comme une conséquence de la fatigue de surface et liés au lieu où la contrainte de cisaillement de Hertz atteint sa valeur maximale pondérée par la présence d'inclusions.

Ensuite, lors de l'étude de l'usure par petits débâtements (1982, LMC) des écoulements de la peau des premiers corps atteignant jusqu'à 500 µm pour une profondeur de 20 µm furent mis en évidence. Pour distinguer cette réponse des premiers corps aux sollicitations tribologiques de celle par fatigue de surface, les changements de structures liés à ces écoulements furent appelés Transformations Tribologique Superficielles (TTS).

Dans ce contexte cet exposé montrera comment les réponses « choisies » par les premiers corps dépendent des paramètres d'état thermodynamiques « actuels » tels que la température, la pression et la vitesse de déformation. Ces paramètres qui modifient localement la déformabilité des premiers corps modifient la « réponse actuelle » à la sollicitation tribologique. Du point de vue thermodynamique, la température et la pression sont équivalentes car toutes deux résultent d'une augmentation de l'énergie potentielle de la structure cristallographique. En revanche leurs conséquences mécaniques sont différentes : la température réduit la force d'attraction entre les atomes ; tandis que la pression augmente la force de répulsion.

Partant de là, les changements de structure des premiers corps sont étudiés à partir d'essais sous pression hydrostatique imposée, utilisés pour étudier la mise en forme (essais type Severe Plastic Deformation SPD) ainsi que des essais de frottement. Les premiers résultats des analyses par diffraction de rayons X et des mesures de nano-duretés permettent de conclure à la structure nanométrique des TTS dont le mécanisme de formation diffère de celui produit par le déplacement des dislocations.