





Session « Mesures de champs & Frottement » 28/01/2021

Instrumentation thermique dans des situations de contact frottant lien avec les mécanismes tribologiques

Y. DESPLANQUES, P. DUFRENOY

J.F. BRUNEL, J.F. WITZ, A. BEAURAIN, I. PASZKIEWICZ, L. COUSTENOBLE











Freinaae d'arrêt haute énergie 40 m/s, 6 kW, 0,4 MJ

Enjeu de l'instrumentation thermique :

[Wear 267 781-788]

- localiser les dissipations (mais pas que) sur des surfaces évolutives,
- les corréler aux mécanismes d'accommodation et au circuit tribologique (bilans matière et énergie)





Contexte : principe de mesure en thermographie

Que voit-on sur le thermogramme : cartographie de températures ou d'émissivité ?







Contexte : champs thermique « proche contact »



Thermocouples



Variations temporelles différentes selon le type de plaquette



 \rightarrow Variations des sources de chaleur : dilatations, usure...

Limites

- mesure intrusive (perturbation du flux)
- imprécisions (dimension TC, jonction TC-pièce...)
- mesure locale



9

Contexte : exemple d'instrumentation thermique en freinage

Protocole essai - mesures thermiques



Carte thermique du disque



DL



Contexte : Analyse de la dépendance de l'historique de freinage du contact disque - garniture



Contexte : exemple d'instrumentation thermique en freinage



Analyses des localisations thermiques en bandes chaudes



Migration radiale des bandes chaudes du périmètre extérieur vers l'intérieur de la piste

Alternance du contact entre l'entrée et la sortie du patin, d'un freinage au suivant

Cohérence des mesures par thermocouples et par thermographie IR (localisation et temporalité)



Localisation du contact de la sortie vers le milieu et l'entrée du contact en fin de freinage

Elargissement des bandes chaudes qui augmentent en intensité



I



Contexte : exemple d'instrumentation thermique en freinage

Analyse tribologique de surface en relation avec l'historique des champs thermiques locaux



- compacted third body plateaus
- Internal radius of pad
- Lower temperatures .
- Important amount of powder: less compaction of third body particles

Analyse du troisième corps en coupe



20 µm





_ 10 μm

11

Two layers third body Large size particles distribution [200nm -10µm]







Intérêt de :

- Champs de températures et d'émissivités
- Mesures thermiques quantitatives dans les premiers corps
- Liens avec la tribologie

Suite : Exemples d'instrumentation thermique de différentes situations tribologiques







Thèse Tovignon Devos 2021



1 image par tour



Laboratoire de mécanique, multiphysique, multiéchelle





Développement de la thermographie IR bichromatique en situation de freinage



Dispositif expérimental

Freinage : processus rapides et transitoires

2 imageurs IR

- hypothèse de corps gris
- étalonnage en flux

Synchronisation temporelle

- décélération non uniforme
- temps de réponse différents des imageurs

Recalage spatial

- correction du déplacement de corps rigide par intercorrélation normalisée
- correction des distorsions par transformation affine



Développement de la thermographie IR bichromatique en situation de freinage

Résultats en température et en emissivité







Développement de la thermographie IR bichromatique en situation de freinage

Analyse spatiale et temporelle de la localisation thermique





Evolution différente de l'émissivité et de la température selon la zone observée



19

18

Développement de la thermographie IR bichromatique en situation de freinage



Développement de la thermographie IR bichromatique en situation de freinage





Dépendance de l'émissivité à la longueur d'onde re incertitude sur la mesure de température et d'émissivité

Variations d'émissivité similaires dans les 2 longueurs d'onde pertinence de la description des localisations de température et d'émissivité















24



Source de flux mobile













Conclusions & Perspectives

Conclusions

Analyse quantitative des mesures thermiques :

- Suivre les champs de température et d'émissivité \rightarrow évolution du troisième corps
- Suivre les premiers corps en contact
- Coupler modèle et expérience _

Intérêt des mesures de champs thermiques en tribologie pour :

- Localiser les zones de dissipation d'énergie \rightarrow bilan d'énergie
- Localiser les champs d'émissivité \rightarrow bilan matière, circuit tribologique
- Déterminer les sollicitations thermiques du contact \rightarrow activation de débits de troisième corps -

Perspectives

Améliorer les mesures de champs thermiques : camera bichromatique, réflectométrie.... Mesures de champs multimodales : analyses de surfaces post-mortem, instrumentation de pressions, instrumentation dans le visible, mesures de champs cinématiques...





Merci pour votre attention









Remerciements:





