

AMELIORATION DE LA METHODES D'EVALUATION DU GRIPPAGE SELON ASTM G-98

Yan-MingChen, David Cazé, Pierre Friedrich, Catherine Hervé

CETIM Senlis, France

MOTS CLES

Grippage, adhésion, acier inoxydable, émission acoustique

INTRODUCTION

L'usure adhésive, qu'on appelle souvent le grippage, est un mode d'endommagement assez fréquent pour les composants mécaniques en frottement, arbre/palier, piston/cylindre, patin/glissière, vis/écrou, opercule/siège des vannes... Elle provoque souvent des conséquences graves par blocage du système, notamment pour les organes sécurité, les chaînes automatisées dans l'industrie aéronautique et nucléaire. L'adhésion se produit lorsque la jonction formée entre les deux surfaces en frottement est plus résistante que l'un des deux matériaux. La rupture dans ce matériau génère un transfert de matière vers son antagoniste, ce qui entraîne une concentration de contrainte pour amplifier encore un transfert suivant avec souvent un écrouissage de matière. Les transferts réciproques de matière souvent accompagné des fortes déformations plastiques augmentent la puissance dissipée à l'interface, conduisant parfois un blocage du système mécanique [1].

Pour évaluer la résistance à l'adhésion d'un couple de matériaux métalliques, Rabinowize a proposé un tableau de compatibilité, basé sur la solubilité métallurgique des métaux purs. Cette méthode peut donner non seulement des interprétations pertinentes pour certains phénomènes de grippage, mais également grandes lignes guidage lors du premier choix de matériaux. Mais elle ne fournit pas de données quantitatives sur le seuil de grippage et surtout elle ne peut être utilisée que pour les couples des métaux purs, ce qui limite fortement son champ d'application [2]. Afin de quantifier le seuil de grippage d'un couple de matériaux donnés, le Cetim a développé un essai selon la norme ASTM G-98. L'objectif de cette étude est d'analyser cette méthode pour qu'elle puisse mieux répondre aux besoins de l'industrie.

PRESENTATIONS DE LA METHDE

L'essai de grippage selon la norme ASTM G-98 consiste à faire frotter un pion cylindrique à bout plan sur une surface plane d'un bloc en rotation sous une pression donnée avec une vitesse de rotation lente (10 tr/min). Les surfaces des deux éprouvettes sont inspectées après chaque essai afin de déterminer s'il existe du transfert de matière entre les deux pièces. Une pression plus forte est appliquée pour l'essai suivant si aucun transfert n'a été constaté. Une pression plus faible est pour le cas contraire.

La figure 1 montre un exemple des éprouvettes après le test. On note sur le transfert de matière en surface et en coupe sur l'éprouvette testée. La simplicité de la méthode a permis aux industriels de disposer des données importantes sur le seuil de grippage des couples de matériaux métalliques d'une part, et aux fournisseurs de proposer des nouveaux matériaux anti-grippage en appuyant sur ces données d'essai.

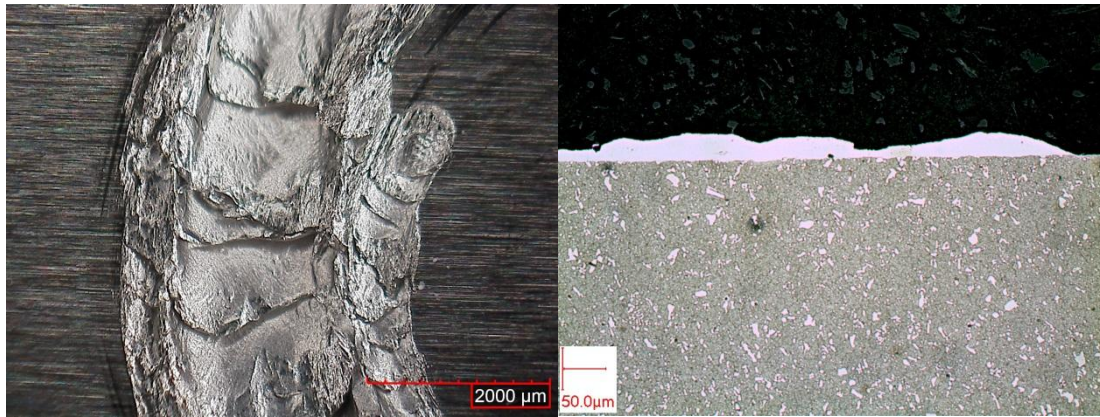


Figure 1: Trace d'adhésion sur pion et transfert sur le bloc.

Mais deux points faibles de cette méthode sont découverts au cours des utilisations dans notre laboratoire. Le premier est la difficulté d'apprécier objectivement le transfert sur les surfaces en cours de l'essai. La qualité des résultats dépend donc fortement de l'expérience de l'opérateur. Le deuxième est la qualification de la nature du grippage, car certains grippages s'aggravent progressivement en fonction de quantité de matière transférée jusqu'au blocage, alors d'autres se stabilise voir disparaît après le premier transfert. En plus de ces deux points, on note par ailleurs une très forte sensibilité des résultats à la rugosité de la pièce.

VOIES D'AMELIORATION

La première voie d'amélioration est la mesure du couple de frottement afin de corréler l'énergie dissipée et le degré de grippage. On note des informations intéressantes non seulement sur la quantité totale d'énergie dissipée durant l'essai, mais notamment sur la puissance temporelle selon la forme de la courbe, qui donne des indications sur l'évolution du grippage. Mais on constate aussi des cas de forte dissipation sans transfert.

Une autre voie encourageante est la mesure de l'émission acoustique durant l'essai. L'étude en cours au Cetim a pour but d'approfondir la compréhension physique de la génération de grippage par des mesures de l'émission acoustique lors de l'essai. Elle permettrait d'envisager d'une surveillance de grippage dans des organes de sécurité si cette méthode est approuvée. Les premiers résultats obtenus montrent des émissions de forte intensité pour les cas de grippage sévère et des émissions plus faibles pour des cas moins sévères, ce qui donne un fort espoir pour quantifier objectivement le grippage. Mais l'intensité est également importante lors de la première mise en pression sans rotation. Cette intensité diminue fortement lors de la deuxième mise en charge sans rotation, ce qui montre la difficulté de distinguer la rupture des jonctions de la déformation plastique.

Une troisième voie est de rechercher des corrélations entre la quantité matière déplacée, la morphologie, les paramètres de rugosité à la surface de frottement par la profilométrie 3D et la sévérité de grippage (l'énergie dissipée et émission acoustique) durant l'essai. Les premiers résultats obtenus montrent des bonnes corrélations pour certains couples.

Références

- [1] Y.M. Chen, J.P. Peyre, J.J. Tessier (2003) « Amélioration du comportement tribologiques des aciers inoxydables par le choix de matériaux et traitements de surfaces pour applications agro-alimentaires », JIFT 2003, Nancy.
- [2] R. Gras, J. Blouet (2002) « Adhésion et grippage », JIFT 2002, Senlis