

Adhérence de couches obtenues par oxydation thermique d'alliages métalliques

Muriel Braccini, Valérie Parry, Céline Pascal, Guillaume Parry
Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, SIMaP, 38000 Grenoble, France

Dans différentes applications la présence d'une couche d'oxydes à la surface d'une pièce métallique est soit recherchée, il s'agit souvent d'une couche passive qui vise à protéger le métal de l'atmosphère, soit subie, il s'agit alors, sinon de s'en débarrasser, de limiter son interaction avec l'application (contact électrique par exemple). Dans les deux cas, une notion clé va être la résistance mécanique de la couche d'oxydes formée, que ce soit en termes de ténacité ou d'adhérence. Ces propriétés vont dépendre d'un couplage fort entre chimie et mécanique.

La chimie et la microstructure de l'oxyde formé, son interface avec le métal vont bien sûr être des paramètres clefs. Cependant, la croissance de cette couche d'oxydes va également, d'une part, impacter le métal à travers les mécanismes diffusionnels activés, et d'autre part, provoquer le développement de contraintes internes [1-2] (figure 1). La complexité de l'étude de l'adhérence dans de tels systèmes nécessite donc une approche pluridisciplinaire couplant différentes techniques de caractérisation chimique et microstructural, et mécanique.

Les outils de la mécanique de la rupture, tant expérimentaux que de modélisation et de simulation numérique, permettent de quantifier l'adhérence de couche d'oxydes thermiques ainsi que de relier cette propriété à des aspects microstructuraux tels que la présence de phases secondaires, de cavités ou d'ondulation au niveau de l'interface [3-4]. Cependant, un des enjeux majeurs est d'étendre la caractérisation de ces systèmes dans leurs conditions de croissance, soit à température et sous atmosphère oxydante.



Figure 1. Cloquage sous forme de "cordons de téléphone" d'une couche d'oxyde de cuivre sous l'effet de contraintes internes en compression

Références

- [1] Rhines, F. N., & Wolf, J. S. (1970). The role of oxide microstructure and growth stresses in the high-temperature scaling of nickel. *Metallurgical Transactions*, 1(6), 1701–1710. <https://doi.org/10.1007/BF02642020>
- [2] Clarke, D. R. (2002). Stress generation during high-temperature oxidation of metallic alloys. *Microscopy*, 6(May), 237–244.
- [3] Mougin, J., Dupeux, M., Antoni, L., & Galerie, A. A. (2003). Adhesion of thermal oxide scales grown on ferritic stainless steels measured using the inverted blister test. *Materials Science and Engineering A*, 359(1–2), 44–51. [https://doi.org/10.1016/S0921-5093\(03\)00355-1](https://doi.org/10.1016/S0921-5093(03)00355-1)
- [4] Théry, P. Y., Poulain, M., Dupeux, M., & Braccini, M. (2009). Spallation of two thermal barrier coating systems: Experimental study of adhesion and energetic approach to lifetime during cyclic oxidation. *Journal of Materials Science*, 44(7), 1726–1733. <https://doi.org/10.1007/s10853-008-3108-x>