

ETUDE DU VIEILLISSEMENT THERMIQUE D'UN JONC COMPOSITE HYBRIDE POUR LE RENFORT DES LIGNES AERIENNES

X. Colin¹ et M. Kuntz²

¹LIM, ENSAM, 151 Boulevard de l'Hôpital, 75013 Paris

²EDF R&D, Site des Renardières, Ecuelles, 77818 Moret-sur-Loing

Dans un contexte d'ouverture à de nouveaux marchés européens, la demande en matière de transport électrique ne cesse d'augmenter. Face à la pression environnementale et sociétale, opposée à la construction de nouveaux ouvrages aériens, les distributeurs d'électricité sont à la recherche de nouvelles solutions techniques pour augmenter la puissance de transit.

Une des solutions consisterait à employer des câbles en aluminium renforcés par un jonc composite hybride, composé d'un cœur en carbone/époxy et recouvert d'une gaine en verre/époxy.

Le vieillissement thermique d'un jonc composite hybride, de 9 mm de diamètre, a été étudié entre 180 et 210°C sous atmosphère neutre (azote) et sous atmosphère oxydante (air).

Des échantillons de 10 mm de long ont été pesés en continu dans une thermobalance.

Des échantillons de 50 mm de long ont été prélevés, à différents temps d'exposition, et usinés au tour dans le sens radial pour établir des marches, d'environ 200 µm de hauteur (voir Figure 2). Des copeaux de 5 à 10 mg ont été prélevés sur chacune des marches et caractérisés par spectrophotométrie IR (en mode ATR) et calorimétrie différentielle (DSC) pour établir les profils de dégradation dans le diamètre des jonscs et déterminer une épaisseur de la couche oxydée (suivant un critère arbitraire).

L'analyse gravimétrique montre clairement que la thermolyse de la matrice époxyde est le principal mode de dégradation dans le domaine de température étudié. La perte de masse prédomine dès les premiers instants d'exposition et s'auto-ralentit au cours de l'exposition.

Les analyses spectroscopique et calorimétrique confirment que l'oxydation est confinée dans une couche superficielle du jonc et conduit, principalement, à une coupure de chaîne (diminution de la température de transition vitreuse T_G).

Un modèle cinétique de vieillissement thermique, dérivé du schéma standard d'oxydation [1] mais prenant en compte la thermolyse de la matrice époxyde, la stabilisation par la surface des fibres de carbone et la tortuosité des chemins de diffusion due à la présence des fibres, a été élaboré et résolu numériquement. Ce modèle donne accès à la distribution (dans le diamètre du jonc) des produits de dégradation et son évolution au cours du temps. A partir de cette distribution, un certain nombre de propriétés importantes, d'un point de vue pratique, ont été calculées, comme les variations de masse et l'épaisseur de la couche oxydée [2].

Le modèle prédit correctement l'ensemble des résultats expérimentaux. Les ordres de grandeur des paramètres du modèle (constantes de vitesses des réactions élémentaires, coefficient de diffusion et de solubilité d'oxygène) sont tout à fait réalistes.

Références

[1] J.L. Bolland et G. Gee, 1946. Trans. Faraday Soc. 42, pp 244-252 et pp 236-243.