

CORROSION D'UN ALLIAGE DE ZIRCONIUM PAR UN MELANGE AIR/VAPEUR D'EAU A 750-900°C

M. Gestin^(1,2), L. Favergeon⁽²⁾, O. Coindreau⁽¹⁾, C. Duriez⁽¹⁾, M. Pijolat⁽²⁾

⁽¹⁾ *Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, Centre de Cadarache, France*

⁽²⁾ *Mines Saint-Etienne, SPIN, LGF UMR5307, Saint-Etienne, France*

Mots clés : Corrosion, Zircaloy-4, vapeur d'eau, atmosphères complexes, méthode décrochement, modèle cinétique, thermogravimétrie

Résumé

Les piscines de stockage du combustible nucléaire permettent d'entreposer les assemblages combustibles, dans l'attente que leur puissance résiduelle soit suffisamment faible pour permettre leur évacuation, ou parce qu'ils sont destinés au rechargement du réacteur. En cas d'accident, une perte de refroidissement et/ou une vidange de la piscine pourrait conduire au dénoyage des assemblages combustibles. Les assemblages dénoyés seraient alors exposés à une atmosphère air/vapeur d'eau ce qui conduirait à l'oxydation exothermique des gaines en alliage de zirconium (Zircaloy-4), et ainsi à la dégradation des crayons provoquant le relâchement de produits radioactifs.

Ces travaux de thèse entrent dans le cadre du PIA DENOPI (DENOyage de PIscine), et portent sur l'étude des phénomènes d'oxydation du Zy-4 pré-oxydé, à haute température dans un mélange d'oxygène, d'azote et de vapeur d'eau. L'objectif est de déterminer les mécanismes d'oxydation du Zircaloy-4 pré-oxydé et d'établir un modèle cinétique. Les échantillons utilisés sont des plaquettes recouvertes d'une couche de pré-oxyde d'environ 30 µm d'épaisseur simulant la couche de corrosion formée sous eau en réacteur [1].

La prise de masse due à l'oxydation des échantillons est mesurée au moyen d'une thermobalance symétrique. Les essais réalisés en palier isotherme dans une gamme de 750 - 950°C sous air et vapeur d'eau confirment l'effet néfaste de l'azote lorsqu'il est associé à l'oxygène et/ou à la vapeur d'eau. En utilisant la méthode des décrochements, les dépendances en pressions partielles d'azote, d'oxygène et de vapeur d'eau sont observées. La mesure de la teneur en hydrogène dans le métal après oxydation, associée à des mesures en ¹⁸O/Raman [2], met en évidence l'oxydation simultanée par les deux gaz oxydants (O₂ et H₂O). De plus, lors de l'oxydation, la morphologie des échantillons évolue, le pré-oxyde se désolidarise du métal et les contraintes exercées sur le métal par la formation de l'oxyde induisent le fluage de l'échantillon. A partir de ces différentes observations, un modèle cinétique est proposé, permettant de rendre compte de la dépendance de la vitesse d'oxydation avec les différents paramètres (température, pressions partielles, épaisseur de pré-oxyde).

Références

[1] C. Duriez, J. Nucl. Mater., vol. 441, no s 1-3, p. 84-95, 2013.

[2] A.Kasperski, C Duriez, M Mermoux, 18th International Symposium on Zirconium in the Nuclear Industry, Hilton Head Island, SC, 2016.