ÉCOLE DOCTORALE
Sciences chimiques : molécules, matériaux, instrumentation et biosystèmes

Titre : Étude thermo-chimico-mécanique de l'acier inoxydable AISI 316L oxydé entre 700°C et 900°C sous air humide

Mots clés : Acier inoxydable austénitique, oxydation à haute température, vapeur d'eau, contrainte interne, contrainte résiduelle, diffraction des rayons X

Résumé: La motivation de cette étude est d'étudier les effets de vapeur d'eau sur le comportement d'oxydation à haute température au point de vue des contraintes internes dans les couches d'oxyde. Les tests d'oxydation de l'acier inoxydable austénitique AISI 316L ont été effectués de 700°C à 900°C sous air contenant différentes humidités (0-8% vol) pendant différentes durées (6-96h). La morphologie de la surface d'oxyde, la microstructure de la section transversale, l'identification de phases d'oxyde, les contraintes de croissance et les contraintes résiduelles ont été analysées. Les résultats obtenus démontrent que : (1) La nature et la distribution des oxydes varient selon la température et la teneur de vapeur d'eau. (2) Les contraintes résiduelles sont en relation directe avec la température et la composition des oxydes. (3) La génération et la relaxation des contraintes pendant l'oxydation ont une importance majeure car elles jouent un rôle clé sur l'évolution de la microstructure. Les contraintes de croissance en traction et en compression conduisent à des microstructures distinctes des couches d'oxyde. (4) Les contraintes de croissance sont très sensibles à la présence de vapeur d'eau et leur teneur, en particulier les contraintes de croissance en traction développées sous air humide qui ont une relation très étroite avec le phénomène de l'oxydation « breakaway ». En final, en se basant sur les analyses thermo-chimie-mécanique, les mécanismes d'oxydation ont été proposés en tenant compte la présence ou pas de vapeur d'eau.

Title: Thermo-chemo-mechanical study of AISI 316L stainless steel oxidized between 700˚C and 900˚C in humid air

Keywords: Austenitic stainless steel, High temperature oxidation, Water vapor, Internal stress, Residual stress, X-ray diffraction

Abstract: The motivation of this study is to investigate the effects of water vapor on the oxidation behaviors of AISI 316L at high temperatures from the view of internal stresses in the oxide scales. Oxidation tests of AISI 316L austenitic stainless steel have been performed from 700˚C to 900˚C in the air with different water vapor contents (0 – 8 vol.%) for various durations (6 – 96 hours). The oxide surface morphology, cross-section microstructure, oxide phase identification and residual stresses in the oxide scales have been studied. The obtained results indicate that: (1) The oxide constituent distribution varies with both temperature and humidity. (2) Residual stresses show the temperature and chemical component dependence. (3) The stress generation and relaxation during oxidation are of great significance due to their key role in the oxide microstructure evolution. Net tensile and compressive growth stresses lead to distinct microstructures of oxide scales. (4) The growth stress also shows sensitivity to water vapor and its concentration, particularly the tensile growth stress developed in humid air, which has a close relationship with breakaway oxidation. Finally based on thermo-chemo-mechanical analyses, oxidation mechanisms have been proposed in two cases in regard to water vapor presence or absence.

Université Paris-Saclay
Espace Technologique / Immeuble Discovery
Route de l'Orme aux Merisiers RD 128 / 91190 Saint-Aubin, France