IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay

Saclay

SPEC/SPHYNX

Comportement en corrosion sous contrainte de verre mésostructure par un processus de démixtion

Spécialité Physique de la matière condensée

Niveau d'étude Bac+5

Formation Master 2

Unité d'accueil SPEC/SPHYNX

Candidature avant le 29/03/2023

Durée 6 mois

Poursuite possible en thèse oui

Contact Rountree Cindy
+33 1 69 08 26 55
cindy.rountree@cea.fr

Résumé

L'objectif de ce stage est l'étude de la corrosion sous contrainte de verres démixés, afin d'en maitriser la rupture. Plusieurs compositions de verres présentant une telle séparation de phase seront étudiées. La vitesse de fissuration et sa variation avec la contrainte appliquée seront mesurées pour chaque échantillon afin d'obtenir les courbes caractéristiques de résistance à la corrosion sous contraintes. Par ailleurs, une caractérisation post-mortem de la surface de rupture des échantillons sera menée par microscopie à champ proche (AFM, …) et analysée avec différents outils statistiques (modélisation stochastique, analyse fractale).

Sujet détaillé

Le verre est un matériau largement utilisé du fait de ses nombreux avantages : transparence, dureté, faible dilatation thermique, température du point de fusion élevée, relative inertie chimique, etc... Il présente néanmoins une faiblesse majeure : sa fragilité. Des sollicitations relativement modérées peuvent amener sa rupture brutale, sans précurseur annonciateur. Le verre est également sensible au phénomène de corrosion sous contrainte : sous l'influence de certaines conditions environnementales (humidité relative, température, etc…), des sollicitations apparemment anodines (bien plus faibles que celles amenant sa rupture brutale) peuvent conduire à la propagation de fissures à faible vitesse comme observée lors de la fissuration lente des parebrises de voiture. Cette corrosion sous contrainte, dépend aussi de paramètres intrinsèques du verre : composition chimique, microstructure, etc...

Le phénomène de séparation de phase dans les verres conduit à une méso-structuration du matériau pouvant améliorer les propriétés mécaniques telles que la résistance à l'écrasement . Il est également à l'origine des vitrocéramiques, constitués de microcristaux dispersés dans une matrice vitreuse, développées en vue de tirer parti des avantages des deux constituants : céramique et verre. Leur emploi est actuellement répandu, par exemple pour des applications de thermométrie optique, des ustensiles de cuisine, des matériaux dentaires, etc… Cependant, le comportement en corrosion sous contrainte de ce type de matériau reste encore peu étudié.

L'objectif de ce stage est d'acquérir des données de corrosion sous contraintes en utilisant un dispositif dédié, afin

d’améliorer la compréhension du comportement à la rupture de verres démixés. Dans ce cadre, plusieurs compositions de verres présentant une séparation de phase seront étudiées, et dans la mesure du possible, en association avec leur pendant non-démixé (même composition chimique mais recuit thermique différent). La vitesse de fissuration et sa variation avec la contrainte appliquée seront mesurés pour chaque échantillon afin d’obtenir les courbes caractéristiques de résistance à la corrosion sous contraintes. Par ailleurs, une caractérisation post-mortem de la surface de rupture des échantillons pourra être menée via de la microscopie à champ proche (AFM, …) et analysée avec différents outils statistiques (modélisation stochastique, analyse fractale).

Mots clés

mécanique

Compétences

Banc d'essai de corrosion sous contrainte Microscopie à champ proche (AFM, …) Différents outils statistiques (modélisation stochastique, analyse fractale)

Logiciels

Stress corrosion behavior of mesostructured glass by phase separation

Summary

The objective of this internship is to examine stress corrosion cracking in several different demixed glassy ceramics. Several glass compositions with such a phase separation will be studied. The rate of crack propagation and its variation with applied stress will be measured for each sample to obtain the characteristic stress corrosion resistance curves. Additionally, a post-mortem characterization of the fracture surface of the samples will be carried out by near-field microscopy (AFM, ...) and analyzed with different statistical tools (stochastic modeling, fractal analysis).

Full description

Glass is a widely used material due to its many advantagious properties: transparency, hardness, low thermal expansion, high melting point temperature, relative chemical inertia, etc. However, it has one major weakness: its fragility. Relatively moderate stresses can cause it to break suddenly and without any warning. Glass is also sensitive to stress corrosion cracking: sub-crtical cracking aided by environmental conditions (relative humidity, temperature, etc.). In this case, apparently harmless stresses (much lower than those leading to its sudden breakage) can lead to crack propagation at low rates, as observed in the slow cracking of car windscreens. This stress corrosion cracking (SCC) also depends on the intrinsic parameters of the glass: chemical composition, microstructure, etc.

The phenomenon of phase separation in glasses leads to a meso-structured material which can improve mechanical properties such as crush resistance1. It is also at the origin of glass-ceramics, consisting of microcrystals dispersed in a glass matrix, developed to take advantage of the benefits of both components: ceramics and glasses. They are used, for example in optical thermometry applications, kitchen utensils, dental materials, etc. However, the stress corrosion behaviour of this type of material is still poorly understood.

The objective of this internship is to examine stress corrosion cracking in several different glassy ceramics. Samples will concern as fabricated samples and their phased separated counterparts which will be achieved by varying annealing protocols. The candidate will make use of an existing SCC experimental set-up (Figure 1 top). The rate of crack propagation and its variation with applied stress will be measured for each sample to obtain the characteristic stress corrosion resistance curves. Additionally, the candidate will have the opportunity to use a state-of-the-art Atomic Force Microscope (AFM) to characterize post-mortem fracture surfaces. These studies will aid in characterising the size of phase separation and will feed different statistical tools (stochastic modeling, fractal analysis).

Keywords

Skills

Softwares