

Mécanismes d'endommagement du polyamide-66 renforcé par des fibres de verre courtes, soumis à un chargement quasi-statique et en fatigue : Influence de l'humidité relative et de la microstructure induite par le moulage par injection

RÉSUMÉ : Le présent travail s'appuie sur une approche expérimentale étendue visant l'identification des mécanismes d'endommagement en chargement quasi-statique et en fatigue du PA66/GF30, en prenant notamment en compte l'influence de la teneur en eau et de la microstructure induite par le moulage par injection. Les essais et les observations in situ au MEB mettent en exergue le rôle déterminant de l'humidité relative sur l'initiation, le niveau et la chronologie de l'endommagement. Une analyse par micro-tomographie aux rayons X sur des échantillons ayant subi un chargement de fatigue montre que l'endommagement augmente continuellement et progressivement au cours de la fatigue, et plus significativement dans la deuxième moitié de sa durée de vie. Les résultats obtenus en quasi-statique et en fatigue révèlent des mécanismes d'endommagement similaires, notamment une décohésion des interfaces fibre/matrice. Une chronologie générale de l'endommagement est établie. Celui-ci s'initie en extrémités de fibres ou plus globalement là où les fibres sont relativement proches les unes des autres. Il s'ensuit des décohésions interfaciales se propageant le long des fibres. A une contrainte en flexion plus élevée, des microfissures de la matrice peuvent apparaître et se propager par coalescence, ce qui aboutira à la rupture. Ces résultats expérimentaux permettent d'alimenter une modélisation multi-échelles de l'endommagement à fort contenu physique. Celle-ci contribuera alors à une prédiction pertinente de l'endommagement dans les thermoplastiques renforcés pour application automobile.

Mots clés : Composites à matrice polymère, polyamide, moulage par injection, relation procédé-structure, mécanismes d'endommagement, essais in-situ (MEB), fatigue, tomographie, humidité relative.

Damage mechanisms in short glass fiber reinforced polyamide-66 under quasi-static and fatigue loading: Effect of relative humidity and injection molding induced microstructure

ABSTRACT: The current work focuses on extensive experimental approaches to identify quasi-static and fatigue damage behavior of PA66/GF30 considering various effects such as relative humidity and injection process induced microstructure. By using in situ SEM tests, it was observed that relative humidity conditions strongly impact the damage mechanisms in terms of their initiation, level and chronology. The X-ray micro-tomography analysis on fatigue loaded samples demonstrated that the damage continuously increases during fatigue loading, but the evolution occurs more significantly in the second half of the fatigue life. From the results of damage investigation under quasi-static and fatigue loading, it was established that both loading types exhibit the same damage mechanisms, with fiber/matrix interfacial debonding as the principal damage mechanisms. General damage chronologies were proposed as the damage initiates at fiber ends and more generally at locations where fibers are relatively close to each other due to the generation of local stress concentrations. Afterwards, interfacial decohesions further propagate along the fiber/matrix interface. At high relative flexural stress, matrix microcracks can develop and propagate, leading to the damage accumulation and then the final failure. The experimental findings are important to provide a physically based damage mechanisms scenarios that can be integrated into multiscale damage models. These models will contribute towards reliable predictions of damage in reinforced thermoplastics for lightweight automotive applications.

Keywords: polymer-matrix composites, polyamide, injection molding, process-structure relation, damage mechanisms, in situ SEM test, fatigue testing, tomography, relative humidity.