Résumé

Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes

Ecole Centrale de Lyon

**Etude des mécanismes d’adhésion au sein d’un assemblage collé : composite polypropylène renforcé fibres de verre / adhésif polyuréthane**

par Clémence Bernardi

Ce travail de recherche porte sur la compréhension des mécanismes d’adhésion mis en jeu à l’interface d’un système collé : substrat polypropylène renforcé fibres de verre / adhésif polyuréthane (PPGFL / PU). Ce système collé spécifique est notamment utilisé dans le milieu automobile pour la fabrication de hayons, d’où la nécessité de garantir sa robustesse dans le temps.

Ces travaux présentent tout d’abord l’influence du traitement de surface industriel de flammage sur la chimie de surface et la morphologie du PPGFL, ainsi que sur l’adhérence du système PPGFL / PU. Il est alors montré d’une part que le flammage permet de greffer quatre types de groupements à la surface du PPGFL, mais ne modifie pas sensiblement sa morphologie de surface. Il est également mis en évidence que l’adhérence augmente avec le pourcentage d’oxygène greffé à la surface du PPGFL, ce qui met en lumière le rôle prépondérant de la chimie dans l’adhésion interfaciale.

Une étude approfondie basée sur des réactions modèles met en évidence que seuls les groupements alcools greffés jouent un rôle favorable à la tenue interfaciale PPGFL / PU dans le cas du flammage. La réaction mise en jeu est cependant lente et sensible à l’eau, aussi un traitement alternatif de plasma azote est étudié, permettant le greffage de fonctions amines. Ces fonctions se caractérisent par une grande réactivité avec les groupements isocyanates de l’adhésif, même en présence d’eau, présageant d’une plus grande fiabilité du traitement de plasma azote.

Dans un second temps, l’effet du vieillissement accéléré industriel sur l’adhérence du système collé est étudié. Il est mis en évidence que l’action combiné de l’eau et de la température (70°C) engendre une diminution des propriétés mécaniques globales de l’assemblage au cours du temps ayant pour cause principale l’hydrolyse de l’adhésif et de la proche interface.

Enfin, une approche expérimentale permettant de calculer l’énergie de fracture en mode I de l’interface PPGFL / PU est proposée, utilisant l’essai de Double Cantilever Beam (DCB). L’énergie de fracture mécanique est alors comparée à l’énergie chimique de dissociation attendue. Cette dernière se trouve être bien en deçà de l’énergie mécanique déduite expérimentalement, ce qui montre que l’adhésion chimique n’est pas le seul phénomène jouant un rôle dans la tenue interfaciale.

**Mots clefs :** Polypropylène chargé fibres de verre, Collage, Adhésion, Flammage, Vieillissement.

Abstract

Laboratoire de Tribologie et Dynamique des Systèmes

Ecole Centrale de Lyon

**Study of adhesion mechanisms within a bonded assembly: polypropylene composite reinforced with glass fibers / polyurethane adhesive**

by Clémence Bernardi

This research work focuses on the understanding of adhesion mechanisms involved within the interface of a given bonded assembly: polypropylene long glass fiber (PPGFL) substrate with a two-component polyurethane (PU) adhesive. This specific bonded system is especially used in the automotive industry for tailgate manufacturing, hence the necessity to ensure its reliability for long periods of time.

This manuscript first presents the influence of the industrial flaming treatment used on the chemical and morphological properties of the PPGFL surface, as well as the strength of the PPGFL / PU system. On the one hand it is shown that flaming allows to graft four types of chemical groups onto the PPGFL surface, while it has no visible effect on its morphology. On the other hand, it is observed that the bonding properties increase with the percentage of grafted oxygen on the PPGFL surface, which highlights the dominant role played by chemistry in the bonded interface.

An in-depth study based on model reactions puts in relevance that only alcohol grafted groups favour the PPGFL / PU bonding in the case of flaming. The involved reaction however is slow and water sensitive, which is why an alternate Nitrogen plasma treatment is tested, allowing the grafting of amine compounds. These functional groups are characterized by a great reactivity with the isocyanate groups contained in the adhesive, even in water, which suggests a greater reliability of the Nitrogen plasma treatment.

In a second time, the effects of accelerated aging on the system bonding is studied. It is shown that the combined actions of both water and temperature (70°C) result in a global decrease of the mechanical properties over time, mainly due to the hydrolysis of the adhesive and the interface vicinity.

Eventually, an experimental approach giving access the mode I fracture energy of the PPGFL/PU interface is proposed, through Double Cantilever Beam (DCB) tests. This mechanical fracture energy is then compared to the expected chemical dissociation energy. The latter appears to be far below the experimentally obtained mechanical energy, which may imply that the chemical adhesion is not the sole phenomenon playing a role in the interface bonding.

**Key words :** Glass fiber/polypropylene, Adhesive joints, Adhesion, Flaming treatment, Aging.