

ÉTUDE NUMERIQUE DU DELAMINAGE D'UN COMPOSITE STRATIFIÉ À RENFORT TISSU DE VERRE/TISSU DE CARBONE

NUMERICAL STUDY OF THE EDGE DELAMINATION OF A CARBON FABRIC/GLASS FABRIC REINFORCED LAMINATE

Bernhard Reck

Institut Franco-Allemand de Recherches de St. Louis
e-mail : reck@isl.tm.fr

RESUME

L'Institut Franco-Allemand de recherches de Saint-Louis (ISL) dispose d'un lanceur électromagnétique à rails, capable d'accélérer des corps d'une masse de plusieurs centaines de grammes à des vitesses supérieures à 2000 m/s. Ces corps sont constitués d'une charge utile et d'un sabot qui assure le maintien de cette charge pendant le lancement. La structure du sabot est fabriquée à partir de plaques en composite verre/époxyde, car le matériau doit être, à la fois, léger, résistant et isolant électrique. Si l'on veut augmenter la performance du lanceur à rails, ce composite atteint ses limites mécaniques. Une structure, entièrement constituée d'un composite à fibres de carbone serait plus résistante, mais conductrice électrique. Pour résoudre ce problème, on a créé un composite mixte constitué de plis à fibres de verre et de plis à fibres de carbone.

Dans le but d'évaluer le risque de fissuration aux bords libres due à la combinaison des deux types de renfort, nous avons effectué une analyse numérique du comportement au délaminage de ce stratifié particulier. Le calcul à l'aide d'un code à éléments finis détermine le taux de restitution d'énergie G d'une plaque stratifiée sous chargement uniaxial. Deux types de composites à fibres de carbone d'orientation $[0^\circ/\pm 45^\circ/90^\circ]$ ont été utilisés pour la comparaison des résultats : un stratifié à fibres unidirectionnelles et un stratifié à renfort tissu. Nous avons trouvé que le taux G du composite mixte à fibres de verre/fibres de carbone est environ 10 fois plus faible que les taux trouvés pour les composites à fibres de carbone. Le risque de fissuration aux bords libres de notre composite mixte est donc faible. Un sabot fabriqué à partir ce matériau a récemment été testé sur un lanceur à rails avec succès.

ABSTRACT

The French-German Research Institute of Saint-Louis (ISL) operates an electromagnetic railgun which is able to accelerate launch packages with a mass of several hundred grams to velocities greater than 2000 m/s. These packages consist of a payload and a supporting sabot which holds the payload during the launch. The sabot structure is made of a glass fiber reinforced plastic composite, an electrically insulating material with low mass and high strength. If one wants to increase the railgun performance, this type of composite reaches its mechanical limits. A structure made of a carbon fiber composite would have a higher strength, but is an electrical conductor. In order to solve this problem we created a mixed composite laminate consisting of carbon fiber layers and glass fiber layers.

The objective here is to evaluate the risk of crack creation at the free edges of this particular composite due to the combination of the two types of reinforcement. A numerical analysis concerning its delamination behavior was performed by means of a finite element code which computes the strain energy release rate G under uniaxial loading. Two different carbon fiber composites $[0^\circ/\pm 45^\circ/90^\circ]$ were used for the comparison of the results: a laminate consisting of unidirectional layers and a fabric