

SIMULATION PAR ELEMENTS FINIS DE LA CUISSON D'UNE MATRICE EPOXY EPAISSE EN VUE DE LA PREDICTION DES CONTRAINTES INTERNES DANS LES COMPOSITES

N. Rabearison *, Ch. Jochum * et JC. Grandidier **

* Laboratoire de Mécanique des Structures Navales -
Ensieta 2, rue François Verny, F-29806 Brest cedex 9
e-mail : rabearnj@ensieta.fr

** Laboratoire de Mécanique et de Physique des Matériaux, UMR CNRS 6617
Ensma Téléport 2, 1 av Clément Ader, BP 40109, F-86961 Futuroscope Chasseneuil Cedex
e-mail : grandidier@lmpm.ensma.fr

RESUME

La cuisson d'une matrice époxy est un processus complexe dont il est délicat de prédire les propriétés obtenues pour les utilisateurs à l'issue du processus de cuisson. Cela est crucial pour les matrices époxy épaisses puisque la réaction chimique de thermodurcissement est également exothermique. Ainsi, l'objectif de ce travail est de présenter un outil numérique couplant la thermique, la chimie et la mécanique de la matrice en formation en vue de déterminer les contraintes internes générées par la cuisson. La première partie présente les lois d'évolution du problème de couplage à résoudre pour la description de la matrice en formation. La mise en œuvre numérique du modèle de couplage dans le code de calcul par éléments finis Abaqus est présentée dans la deuxième partie. Les couplages envisagés sont relativement classiques (contraction générée par la cuisson, chaleur de réaction), et le comportement de la résine est appréhendé par une loi élastique évolutive avec le degré d'avancement de la cuisson. Une première validation expérimentale du modèle numérique a été effectuée avec succès pour la prédiction du champ thermique présent au cours de la cuisson. Il s'en suit une première estimation du champ de contraintes internes qui est discutée dans la dernière partie.

ABSTRACT

Epoxy curing is a complex process and prediction of the obtained properties for users and designers is delicate. This is crucial for thick composites since thermo chemical coupling becomes significant due to the exothermal aspect of the crosslinking reaction. Thus, the objective of this work is to present a numerical tool coupling the thermal, the chemistry and the mechanics of the matrix in formation in order to predict internal stresses developed by the curing. First part of this paper presents evolution laws of the coupling problem, to be solved for the description of the matrix in formation. Numerical developments of the coupling model with the Abaqus finite elements software is exposed in the second part of the paper. The couplings considered are quite classical (chemical shrinkage, heat of reaction), and resin behaviour is described by a degree of cure dependant elastic constitutive law. Experimental validation of the modelling was successfully done for thermal prediction during the curing. As a consequence, a first estimation of internal stress field is proposed and discussed.

MOTS CLES : époxy, cuisson, couplages, contraintes internes

KEYWORDS : epoxy, thermosetting, couplings, internal stresses

INTRODUCTION