MODELISATION MULTI-PHYSIQUE DU COMPORTEMENT DE CORPS DE PROPULSEURS A STRUCTURE COMPOSITE BOBINEE

COUPLED SIMULATIONS OF THE BEHAVIOUR OF FILAMENT WOUND ROCKET MOTOR CASES

Nicolas Couroneau

DGA, Centre d'Achèvement et d'Essais des Propulseurs et Engins
Avenue Gay Lussac, 33167 St Médard en Jalles Cedex
e-mail : nicolas.couroneau@dga.defense.gouv.fr

RESUME

La phase d'allumage amène en quelques dizaines de ms un propulseur à propergol solide à sa poussée nominale, avec une pression interne de l'ordre de 100 bar. La méthode permettant de modéliser cette phase particulièrement critique pour le fonctionnement du missile est présentée ici.

Le modèle éléments finis est construit pas à pas pour reproduire le cycle de vie complet du propulseur. Après mise au point du modèle de structure, différentes phases de vie sont modélisées depuis la coulée du chargement de propergol jusqu'à la préparation au tir. La phase d'allumage est simulée par un calcul en dynamique transitoire avec gestion du contact. Le champ de pression s'appliquant sur les surfaces internes du chargement de propergol est obtenu par un couplage faible avec un code d'aérodynamique interne. Ce dernier prend en compte différents phénomènes physiques tels que les différents transferts thermiques, les écoulements turbulents et les mécanismes progressifs conduisant à l'allumage complet du propulseur.

ABSTRACT

The ignition process brings within a hundred of ms a solid rocket motor up to its nominal thrust, this along with an internal chamber pressure of 100 bar. The method for modelling this very critical stage of the missile mission is presented here.

The finite element model of the composite structure without propellant is first constructed and validated. Different successive stages ranging from the manufacture of the propellant grain to the flight preparation are then calculated to integrate the stress history. The ignition stage is modelled using a transient dynamic analysis. The pressure field in the combustion chamber is obtained by means of an aerodynamics simulation. The latter, weakly coupled to the mechanical model, takes into account the different heat transfers, the turbulent flows and the progressive mechanisms leading to the completion of the grain ignition.

MOTS CLES : Corps de propulseur, Composite bobiné, Propergol solide, Modèle éléments finis, Vieillessement, Couplage fluide-structure

KEYWORDS : Rocket motor case, Composite filament winding, Solid propellant, Finite element model, Aging, Fluid-structure interaction