



Descriptif de fonction

N° Fiche : DER/442

Titre de la fonction exercée : DOCTORANT – « Méthodologie de conception thermique d'outillage en vue d'obtenir un champ de température maîtrisé à l'interface moule-pièce : application à la mise en forme de composites hautes performances » H/F

Direction : DER - Direction Expertise & Recherche

Service : PMC – procédés Matériaux Composites

Type de contrat : CDD

Lieu de Travail : Bouguenais - Nantes

Durée du contrat : 36 mois

Date de début : Dès que possible

Statut : Cadre

L'IRT Jules Verne

Né en 2012 dans le cadre du Programme d'investissement d'avenir, l'Institut de Recherche Technologique Jules Verne est un centre de recherche industriel mutualisé dédié aux technologies avancées de production. Centré sur les besoins de filières industrielles stratégiques – aéronautique, automobile, énergie et navale – son équipe opère la recherche en mode collaboratif en s'alliant aux meilleures ressources industrielles et académiques dans le domaine du manufacturing. Conjointement, ils travaillent à l'élaboration de technologies innovantes qui seront déployées dans les usines à court et moyen termes sur trois axes majeurs : Conception intégrée produit/process | Procédés innovants | Systèmes de production flexibles et intelligents. Pour proposer des solutions globales allant jusqu'à des démonstrateurs à l'échelle 1, l'IRT Jules Verne s'appuie sur un ensemble d'équipements exclusifs.

Contexte et objectif de la thèse

La qualité des pièces composites dépend fortement du cycle de température qu'elles subissent durant leur mise en forme, son contrôle est donc primordial. Dans le cas des matériaux composites à base de matrice thermoplastique semi-cristalline, à haut point de fusion, la problématique est liée d'une part à un chauffage efficace permettant une fusion tout en évitant une dégradation prématurée de la matrice. D'autre part la phase de consolidation doit être maîtrisée (dans l'espace et au cours du temps) en pilotant la vitesse de refroidissement pour passer de 400°C à 100°C tout en contrôlant la cristallisation et les contraintes résiduelles. Ce contrôle ne peut passer que par une conception adéquate des outillages qui dépend directement du procédé de transformation (thermo-estampage, dépose de bande, consolidation en autoclave...).

L'objectif de cette étude est de mettre en place une **méthodologie de conception du système thermique optimal du procédé respectant la dynamique des transferts à l'interface moule-pièces**. Un préambule à ce développement numérique consistera à identifier cette condition de paroi en fonction du procédé et des solutions technologiques envisagées. Le modèle construit permettra d'aider aux choix et au dimensionnement des systèmes de chauffage et de refroidissement, dans la mesure où il fournira la répartition optimale des sources et puits de chaleur en fonction des modes de transferts de chaleur considérés. L'exploration de l'espace de solutions obtenues mettra en valeur celles qui permettent une rationalisation de la consommation énergétique entre la phase de chauffage et de refroidissement.

Missions principales

La première partie de l'étude consistera à mener une étude bibliographique sur les procédés de mise en forme des composites thermoplastiques, et notamment ceux à haut point de fusion, les modes de régulation thermique et les contraintes liées à chaque procédé. Il s'agira d'établir une classification des procédés, d'un point de vue thermique, pouvant être utilisée dans une optique de conception optimale avec la prise en compte des contraintes liées aux technologies d'apport et d'évacuation de la chaleur ainsi que des modes de transferts possibles sur chacun des procédés.

Il s'agira de définir le critère à obtenir au niveau de la pièce composite et/ou de la surface outillage lors des phases de chauffage et de refroidissement. Il pourra s'agir d'une distribution de température non uniforme spatialement et évolutive dans le temps. Comme évoqué dans le paragraphe précédent, la physique de la pièce composite sera traitée de manière simplifiée (notamment en ce qui concerne les transformations). La notion de contact évolutif entre la pièce et son outillage sera considérée.

Dans un deuxième temps il faudra déterminer les actionneurs et leurs degrés de libertés, c'est-à-dire les paramètres que l'on cherche à ajuster de façon à pouvoir minimiser le critère établi précédemment tout en conservant l'objectif de la faisabilité technique. Il s'agira donc de définir les positions, le nombre des sources et puits de chaleur ainsi que leur intensité

(éventuellement en fonction du temps) de manière à atteindre cet objectif. Le nombre de paramètres pouvant être important (notamment dans le cas d'une distribution spatiale avec une évolution temporelle), une étude de sensibilité sera nécessaire. La prise en compte des contraintes liées au procédé devra être intégrée à la méthode (par exemple vitesses de chauffage maximales accessible avec tel ou tel moyen de chauffage).

Le choix du code de résolution du problème direct ainsi que la puissance de calcul nécessaire est à étudier. Le choix de l'algorithme d'optimisation suivra. Il pourra s'agir de méthodes génétiques ou déterministes ou d'une combinaison de ces deux solutions. Le développement complet ou partiel de ces algorithmes ou l'utilisation de solutions déjà intégrées à des logiciels de calcul devra être considéré.

On terminera l'étude par le choix d'un procédé en particulier et d'une pièce représentative de géométrie présentant des éléments représentatifs de pièces réelles. Les contraintes inhérentes au procédé seront prises en compte (vitesses maximales de régulation, modes de transferts de la chaleur, temps de cycle, ...).

Le procédé envisagé pourra être choisi parmi l'estampage (en considérant le préchauffage du flanc et le refroidissement après déformation de la préforme), la co-consolidation de pièces composites en thermoplastique (soudage d'insert thermoplastique), le procédé de placement de fibre, le procédé de cuisson autoclave.

Il s'agira alors de trouver le meilleur compromis de façon à obtenir le critère souhaité tout en conservant une consommation énergétique acceptable, ce qui constituera une contrainte supplémentaire lors de l'optimisation. Une solution consiste à réutiliser cette chaleur pour la phase de chauffage du même procédé en utilisant une solution de stockage de l'énergie, ce qui pourra se traduire dans un premier temps dans l'algorithme par la prise en compte d'un temps de stockage et de déstockage de l'énergie, conduisant à un calcul de rendement énergétique.

Compétences

Savoir Connaissances théoriques	Savoir-faire Compétences méthodologiques & organisationnelles	Savoir-être Compétences relationnelles & comportementales
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Méthodes & Simulations numériques ▪ Instrumentation ▪ Matériaux composites ▪ Polymères ▪ Thermique 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modélisation théoriques des couplages multiphysiques. ▪ Rigueur expérimentale (campagne de caractérisation et de mesures) ▪ Présentation aux partenaires industriels 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Travailler en équipe ▪ Flexibilité et réactivité ▪ Ouverture d'esprit ▪ Intérêt pour l'industrie
Contact :	<ul style="list-style-type: none"> • Diplômé(e) d'un Master ou diplôme d'ingénieur <p>Merci de bien vouloir envoyer un CV, une lettre de motivation et une lettre de référence à : recrutement@irt-jules-verne.fr sous la référence DER442</p>	
	Crée par : DRH	Date : 26/07/2017