

Proposition de post-doctorat au LaMCoS (INSA-Lyon) dans le cadre d'une collaboration avec EDF R&D

Sujet : Modélisation numérique éléments finis du phénomène d'adhésion particule-substrat dans le procédé de fabrication additive Cold Spray

Personnes à contacter :

LaMCoS, INSA de Lyon	EDF R&D Saclay
Thomas ELGUEDJ, PU LaMCoS (thomas.elguedj@insa-lyon.fr)	David HABOUSSA (david.haboussa@edf.fr)
Naim NAOUAR, CR CNRS, LaMCoS (naim.naouar@insa-lyon.fr)	Serguei POTAPOV (serguei.potapov@edf.fr)
	Stephan COURTIN (stephan.courtin@edf.fr)

Contexte

Le procédé de fabrication additive Cold Spray consiste en la projection à très haute vitesse de particules de poudre (métal principalement mais également polymère ou céramique) sur un substrat afin de former par exemple un revêtement sur celui-ci. Le procédé est dit à froid, dans la mesure où la poudre n'est chauffée que de quelques centaines de degrés, et donc reste en dessous de la température de fusion. La formation du dépôt est réalisée grâce au transfert de l'énergie cinétique de la poudre, projetée à des vitesses supérieures à 1000m/s, en énergie de déformation plastique des particules et du substrat. Deux phénomènes entrent alors en jeu lorsque la bonne combinaison de paramètres permet d'obtenir l'adhésion de la poudre projetée sur le substrat : la formation de bandes de cisaillement et une adhésion de type cohésive entre les particules et le substrat ou entre particules au-delà de la première couche.

Travail à réaliser

Des travaux réalisés dans une précédente thèse au LaMCoS ont permis de mettre au point un modèle numérique en dynamique explicite couplant éléments finis et méthode sans maillage SPH au sein du code de dynamique rapide EUROPLEXUS. Ce modèle inclut un endommagement de type Johnson-Cook pour reproduire les bandes de cisaillement ainsi qu'un modèle cohésif avec un critère d'activation-désactivation qui permet de reproduire l'adhésion ou non des particules projetées. Ce modèle fonctionne pour modéliser l'impact et écrasement important d'une seule particule. Les contraintes liées à l'utilisation de la méthode SPH (Lagrangien total notamment et coût de calcul élevé) par rapport aux avantages (absence de remaillage) rendent son exploitation au-delà du concept de la thèse très délicat. En prévision d'une nouvelle thèse qui devra mettre en place un modèle numérique mono-impact cohérent avec les données expérimentales, l'objectif du présent post-doc est donc de mettre en place les outils numériques en transposant/adaptant les algorithmes et modèles d'interaction cohésive entre particules et substrat de la précédente thèse au cadre purement éléments finis du code EUROPLEXUS. Compte tenu des très fortes déformations observées lors du procédé Cold Spray, un raffinement adaptatif avec érosion d'éléments (déjà disponible dans EUROPLEXUS pour des déformations modérées) ou un remaillage avec projection de champs doit être mis en place.

L'application visée (à l'échelle du post-doc) sera de simuler des cas de mono-impact entre poudre inox 316L et substrat inox 316L. Il s'agira donc également de calibrer le modèle de Johnson Cook pour ce matériau à partir de données issues de la littérature, ou disponible chez EDF.

Profil recherché

Personne titulaire d'un doctorat en mécanique numérique ou en informatique ayant une bonne culture de base en mécanique. Expérience importante en développement informatique de code éléments finis. Une expérience en développement dans les langages Fortran et Python et/ou en dynamique explicite, bien que non obligatoire, sera considérée comme un plus.

Conditions

Durée du contrat : 12 mois, démarrage automne 2019.

Salaire : environ 1900€ net mensuels.

Lieu : INSA de Lyon, Villeurbanne 69.

One year post-doctoral position at LaMCoS (INSA-Lyon) in collaboration with EDF R&D

Title : Finite Element modeling of the particle-substrate adhesion in the Cold Spray additive manufacturing process

Contact :

LaMCoS, INSA de Lyon	EDF R&D Saclay
Prof. Thomas ELGUEDJ, LaMCoS (thomas.elguedj@insa-lyon.fr)	Dr. David HABOUSSA (david.haboussa@edf.fr)
Dr. Naim NAOUAR, CNRS research scientist, LaMCoS (naim.naouar@insa-lyon.fr)	Dr. Serguei POTAPOV (serguei.potapov@edf.fr)
	Dr. Stephan COURTIN (stephan.courtin@edf.fr)

Framework

The Cold Spray additive manufacturing process consists in the high velocity projection of powder particles (mostly metallic, but ceramics and polymers can also be used) on a substrate to create a coating. This process is defined as cold, as the powder is only heated up to a few hundreds of degrees, and therefore below the melting temperature. The creation of the coating is done by converting the kinetic energy of the powder (velocity up to 1000m/s) into plastic strain energy. Two phenomenon take place in this process when the proper combination of parameters is used: shear bands and cohesive adhesion between the particles and the substrate or between the particles and the first coating layers.

Job description

During previous work done at Lamcos on this topic, we developed a numerical model in explicit dynamics that couples FEM with meshless methods (SPH) in the transient code EUROPLEXUS. This includes a Johnson Cook damage model to reproduce the shear bands and a cohesive model with activation-deactivation features to represent the adhesion phenomenon of the particles on the substrate. This model can represent the impact of a single particle on the substrate. The numerical constraints imposed by the SPH method (total Lagrangian approach, high numerical cost) versus the advantages (no remeshing needed) make its use beyond the proof of concept very difficult. The objective of the post-doc is therefore to transpose and adapt this model and the associated algorithms to a pure finite element model in EUROPLEXUS. Because of the very high strains encountered in Cold Spray, adaptive remeshing with field transfer and/or element erosion (already available in EUROPLEXUS for moderate stain levels) will have to be considered. The post doc will focus on the modeling of single impact cases with 316L stainless steel particles on a 316L stainless steel substrate. The material parameters for the Johnson Cook model will have to be identified either from data available in the literature or at EDF.

Expected profile

Applicants will have a PhD in computation mechanics or in informatics with a good knowledge of solid mechanics. A large experience in software development of finite elements or similar methods is mandatory. Experience in Python or Fortran programming languages and/or explicit dynamics will be considered carefully.

Conditions

Duration: 12 month, starting fall 2019. Salary: 1900€ net per months. Location: INSA-Lyon, Villeurbanne 69, France.