

Effectiveness of arc based processes and deposition strategies on additive manufacture structure for naval and aerospace applications

Résumé

Le procédé de fabrication additive par fusion de fil métallique par arc électrique (Wire Arc Additive Manufacturing, WAAM) est devenu pertinent pour la fabrication de composants de structures complexes, qui étaient difficiles voire impossibles à réaliser avec les méthodes de fabrication conventionnelles. Différents procédés à base d'arc électriques sont disponibles pour la mise en œuvre de matériaux tels que les alliages de titane ou d'aluminium et les aciers inoxydables, afin de produire des composants de grande taille. Néanmoins, il reste à déterminer quel est le meilleur procédé à base d'arc électrique à employer pour un matériau donné. Dans le cadre de cette thèse, plusieurs procédés WAAM ont été étudiés pour déterminer s'ils convenaient à la fabrication de structures en acier inoxydable austénitique et en aluminium. Pour ce dernier, les travaux ont porté sur le procédé MIG/MAG de transfert de métal froid (CMT) en raison de son vaste choix de paramètres et de son faible apport de chaleur.

Différentes stratégies de dépôt et l'utilisation des procédés TIG, MIG et Plasma ont été étudiés le dépôt d'aciers inoxydables austénitique par fabrication additive. Une étude approfondie des paramètres du processus tels que le courant, la vitesse de dévidage du fil et la vitesse de déplacement de la torche a été réalisée. Il a été montré que les propriétés mécaniques de chaque structure déposée par divers procédés à base d'arc satisfaisaient aux propriétés mécaniques requises. De plus, les stratégies de dépôt ont eu un impact plus important sur les propriétés mécaniques. En outre, la précision de la géométrie et le taux de ferrite diminuent en fonction de l'augmentation de l'apport de chaleur.

Des études sur l'aluminium ont été menées avec le procédé CMT, une méthodologie de sélection de la meilleure synergie et du meilleur mode CMT pour le dépôt d'un fil prototype a été proposée. En outre, l'impact des stratégies de dépôt et de l'alternance de ces stratégies avec divers modes CMT sur la porosité de l'aluminium, les propriétés mécaniques et l'atténuation de la propagation des fissures à partir de la base d'un composant WAAM ont été étudiées.

Des études détaillées sur l'impact de la rampe des paramètres sur la précision de la géométrie de la paroi mince en aluminium ont été réalisées ainsi que sur la capacité de réaliser des structures suspendues.

Enfin, l'étude a montré que le dépôt d'une structure en aluminium sur un support aux propriétés différentes est sujet à des fissures dues à une expansion et une contraction thermique inégales.

Ces travaux ont permis d'aborder le meilleur processus de dépose d'acier austénitique par arc en fonction de l'apport de chaleur, des propriétés mécaniques, de la précision géométrique et de la position du fil. Pour le cas de l'aluminium, l'optimisation des paramètres de processus pour obtenir la précision géométrique pour une paroi mince a été identifiée. De plus, une méthodologie a été proposée pour sélectionner les meilleures synergies CMT et ses propriétés mécaniques pour le dépôt du fil prototype.

Cette étude a permis de choisir le meilleur paramétrage pour la fabrication WAAM en acier austénitique en fonction de l'apport de chaleur, des propriétés mécaniques, de la précision géométrique et de la position du fil. Pour les alliages d'aluminium, le choix des paramètres de processus pour obtenir la précision géométrique attendue pour une paroi mince a été identifiée. De plus, une méthodologie de mise en œuvre d'un fil prototype en WAAM a été proposée afin de sélectionner les meilleurs paramètres en fonction de ses propriétés mécaniques attendues.

Ainsi, ces travaux apportent des éléments de choix et de paramétrage des procédés WAAM dans l'objectif de réaliser des composants pour des applications navales et aéronautiques

Mots-clés : Wire and arc additive manufacturing, Austenitic stainless steel; Aluminium alloy; Cold metal transfer; Tungsten inert gas; Plasma arc welding; Prototype wire.