

Relations microstructure - propriétés mécaniques dans les superalliages base Ni γ/γ' polycristallins obtenus par voie coulée-forgée et par différents procédés de fabrication additive

Les pièces en superalliages base Ni γ/γ' polycristallins équipant les turbomachines d'avions et d'hélicoptères modernes sont soumises à de très hautes températures et à des sollicitations mécaniques extrêmes (traction, fatigue, fluage). Les excellentes propriétés mécaniques de ces alliages sont obtenues par la précipitation de la phase durcissante γ' , cohérente avec la matrice γ , et stable jusqu'à haute température. Le contrôle de la morphologie, de la taille, de la distribution et de la répartition des précipités γ' est donc un enjeu majeur pour optimiser la microstructure de ces alliages. Il est alors primordial d'être capable de modéliser et de comprendre les évolutions de la précipitation γ' lors de traitements thermiques afin de contrôler la structure de précipitation et ainsi d'optimiser les différentes propriétés mécaniques en fonction du besoin. Dans ces travaux plusieurs superalliages base Ni γ/γ' polycristallins et différents procédés de fabrication, conventionnels comme additifs, ont été étudiés. Les microstructures initiales et après traitements thermiques ont ainsi été caractérisées à l'aide de différentes techniques (microscopie optique, MEB, EDS-X, EBSD, MET, SAT). L'influence des évolutions de microstructure induites par les différents traitements thermiques sur les propriétés mécaniques a ensuite été évaluée en utilisant des essais de traction, de dureté, de fatigue et de fluage.

Relationship between microstructure and mechanical properties in polycrystalline γ/γ' Ni based superalloys obtained by Cast & Wrought and various additive manufacturing processes

Polycrystalline γ/γ' Ni based superalloys are commonly used in modern aircraft and helicopter aeroengines due to their excellent mechanical properties. These parts are subjected to high temperatures and extreme mechanical stresses, including tensile, fatigue, and creep. The hardening phase γ' is mainly responsible for the alloys' mechanical properties. This phase is coherent with the γ matrix and remains stable at high temperatures. Controlling the morphology, size, and distribution of γ' precipitates is then a major challenge to optimize the microstructure of these alloys. Therefore, it is crucial to model and understand the evolution of γ' precipitation during heat treatments to control the precipitation structure and optimize the mechanical properties as needed. This work investigates several polycrystalline Ni based superalloys and different manufacturing processes, including both conventional C&W and additive manufacturing methods. The microstructures of the alloys were characterized using various techniques, such as optical microscopy, SEM, EDS X, EBSD, TEM, and SAT, before and after heat treatments. The mechanical properties of the alloys were then evaluated using tensile, hardness, fatigue, and creep tests to assess the influence of microstructure changes induced by the heat treatments.