

Études des relations entre microstructure et propriétés mécaniques du nouveau superalliage base nickel AD730™

Louis Thébaud, thèse de doctorat, Institut P', 2017

Compte tenu de l'évolution des températures d'entrée de turbines (TET), le principal enjeu pour les métallurgistes est d'élaborer des matériaux capables de présenter d'excellentes propriétés mécaniques à des températures de plus en plus élevées. Dans ce contexte, connaître les relations entre les différents paramètres microstructuraux et les propriétés mécaniques à haute température (700°C et plus) est capital. Les mécanismes de déformation et processus d'endommagement se développant dans l'AD730™, un nouveau superalliage pour disques de turbines, ont été analysés. Plusieurs paramètres ont été étudiés, qu'ils soient microstructuraux (joints de grains, taille de grains, taille et distribution des précipités γ'), ou expérimentaux (température, environnement, contrainte appliquée, temps de maintien). L'utilisation de monograins de composition chimique identique à l'alliage de l'étude a permis de mettre en évidence le fait qu'une microstructure monogranulaire ne présente pas nécessairement de meilleures propriétés qu'une microstructure polycristalline. Ceci est attribué au rôle durcissant des joints de grains. Il a de plus été montré qu'à 700°C, la taille et la distribution des précipités γ' est le paramètre microstructural pilotant les propriétés à l'ordre 1.

En fatigue avec temps de maintien, un comportement original a été observé pour les longs temps de maintien en fonction de la contrainte appliquée. Ce phénomène est attribué à un effet « type Bauschinger » apparaissant lors des phases de décharges.

Relationships between microstructural parameters and mechanical properties of a new nickel based superalloy AD730™

Louis Thébaud, PhD thesis, Institut P', 2017

In view of the turbine entry temperature (TET) evolution, the main challenge for metallurgists is to elaborate new materials able to withstand higher temperatures while keeping great mechanical properties. Therefore, knowing the relationships between microstructural parameters and mechanical properties at high temperatures (700°C and more) is mandatory.

The deformation mechanisms and damage processes developing in AD730™, a new nickel base superalloy developed for turbine disks, have been analyzed. Several microstructural parameters were studied (grain boundaries, grain size, size and distribution of γ' precipitates) as well as experimental parameters (temperature, environment, applied stress or dwell period). The original use of single crystals having the same chemical composition of the studied alloy enlighten the fact that single crystalline microstructures does not necessarily present better creep properties than a polycrystalline one. This result is supposed to be caused by a strengthening effect due to the grain boundaries. Moreover, in creep at 700°C, it has been showed that the main controlling parameters are the size and distribution of γ' precipitates.

An original behavior have been observed in dwell-fatigue, for long hold times, and in a specific applied stress window. This phenomena is attributed to a "Bauschinger type" effect, occurring during unloading phases.

Mots-clés :

Superalliage base nickel ;
Hautes températures
Fluage ;
Fatigue – temps de maintien ;
Joints de grains ;
Oxydation

Keywords

Ni-based superalloys;
High temperatures;
Creep;
Dwell-fatigue;
Grain boundaries;
Oxidation