



THESE

Présentée pour l'obtention du titre de :

Docteur de l'Université de Lorraine

Spécialité : Sciences des Matériaux

Par

Qian WANG

Crystallographic analysis of hydride phase transformation and its effect on mechanical property of commercial pure titanium

Soutenue le 26 Février 2021

Devant le jury composé de:

Salima BOUVIER	Professor	Université de Technologie de Compiègne, France	Reviewer
Jian WANG	Professor	University of Nebraska-Lincoln, USA	Reviewer
Eric FLEURY	Professor	Université de Lorraine, France	Examiner
Eglé CONFORTO	Doctor	Université de La Rochelle, France	Examiner
Christophe SCHUMAN	Doctor HDR	Université de Lorraine, France	Director
Jean-Sébastien LECOMTE	Doctor HDR	Université de Lorraine, France	Director

Laboratoire d'Étude des Microstructures et de Mécanique des Matériaux

LEM3 UMR CNRS 7239 - Université de Lorraine

7 rue Félix Savart - F-57070 Metz Cedex 03 – France

Résumé

Dans cette thèse, les comportements de transformation de phase des hydrures et l'effet des hydrures sur les propriétés mécaniques du titane pur commercial sont étudiés par des méthodes expérimentales et théoriques. Les deux relations d'orientation dominantes (OR) de la transformation des hydrures sont $\{0001\} // \{1\bar{1}1\} \langle 1\bar{2}10 \rangle // \langle 110 \rangle$ avec le plan d'interface de $\{10\bar{1}3\} // \{1\bar{1}0\}$ (OR1) et $\{0001\} // \{001\} \langle 1\bar{2}10 \rangle // \langle 110 \rangle$ avec le plan d'interface de $\{10\bar{1}0\} // \{1\bar{1}0\}$ (OR2). Les grains ayant les orientations des plans d'interface $10\bar{1}3\}$ ou $\{10\bar{1}0\}$ parallèles à la surface de diffusion sont les plus favorables à la transition des hydrures respectifs OR1 et OR2 en raison de leur plus grande capacité d'accommodation par la surface libre de diffusion. Les déformations plastiques (glissement et maclage), les interactions avec les hydrures et les joints de grains jouent également un rôle important dans l'accommodation de la déformation des hydrures. Des essais de nanoindentation et de traction sont effectués pour étudier le durcissement induit par les hydrures. Les hydrures formés entraînent une augmentation de la dureté et une diminution du module du titane pur.

Mots-clés: Titane; Hydrure; Sélection de variants; Accommodation; Propriétés mécaniques;

Abstract

In this thesis, the hydride phase transformation behaviors and the effect of hydride on the mechanical properties of commercial pure titanium are thoroughly investigated by experimental and theoretical methods. The two dominant orientation relationships (ORs) of hydride transformation are $\{0001\} // \{1\bar{1}1\} \langle 1\bar{2}10 \rangle // \langle 110 \rangle$ with interface plane of $\{10\bar{1}3\} // \{1\bar{1}0\}$ (OR1) and $\{0001\} // \{001\} \langle 1\bar{2}10 \rangle // \langle 110 \rangle$ with interface plane of $\{10\bar{1}0\} // \{1\bar{1}0\}$ (OR2). The grains with the orientations of $\{10\bar{1}3\}$ or $\{10\bar{1}0\}$ interface planes parallel to the diffusion surface are most favorable for respective OR1 and OR2 hydride transition due to higher accommodation capacity through free diffusion surface. Besides, the plastic deformations (slip and twinning), hydride interactions and grain boundaries also play important roles on the accommodation of hydride distortion. Nanoindentation and tensile tests are performed to study the hydride induced hardening. The formed brittle hydride precipitations result in the increased hardness and decreased modulus of pure titanium.

Keywords: Titanium; Hydride; Variant selection; Accommodation behavior; Mechanical property;