

Revêtements multicouches à base de nitrure d'aluminium pour les récepteurs des systèmes solaires à concentration

Danying CHEN

Sous la direction de Michel Pons et Frédéric Mercier

Vendredi 15 novembre 2019 à 9h30

Amphithéâtre Jean Besson (Phelma-Campus)

Jury :

- Mme. Angeline POULON, Maître de Conférences, Université de Bordeaux, Rapporteur
- M. Francis Maury, Directeur de recherche CNRS émérite, Toulouse-CIRIMAT, Rapporteur
- M. Frédéric SANCHETTE, Professeur, Université de Technologie de Troyes, Examineur
- M. Yves WOUTERS, Professeur, Université de Grenoble Alpes, Examineur
- Mme. Elisabeth BLANQUET, Directrice de recherche CNRS, Grenoble-SIMaP, Invitée
- M. Ludovic CHARPENTIER, Chargé de recherche CNRS, PROMES-CNRS, invité
- M. Didier PIQUE, Docteur-Ingénieur, Sil'Tronix, Invité

Résumé : Il y a un intérêt croissant pour les systèmes d'énergie solaire concentrée (CSP) qui peuvent fonctionner à des températures supérieures à 1000 °C afin d'optimiser leur efficacité. L'un des défis consiste à définir un matériau récepteur qui sera soumis à un chauffage à haute température dans l'air. Contrairement aux revêtements utilisés dans les turbines à gaz, le ou les systèmes revêtement(s)/substrat doivent avoir une conductivité thermique élevée pour assurer un transfert thermique optimal vers le fluide. Les revêtements de nitrure d'aluminium (AlN), déposés par dépôt chimique en phase vapeur à 1100-1200 °C à une vitesse de croissance de 10-50 $\mu\text{m}\cdot\text{h}^{-1}$, sont choisis pour leur conductivité thermique élevée, leur faible coefficient de dilatation thermique, leur stabilité thermique élevée et leur capacité à développer des couches stables d'alumine au-dessus de 1000 °C. Les alliages à base de molybdène sont choisis comme substrat pour leurs excellentes propriétés thermiques et mécaniques. Les alliages à base de fer formant des couches d'alumine sont également choisis comme substrats modèles pour étudier le potentiel de ces revêtements et réduire le nombre de paramètres lors de l'oxydation. Des tests accélérés d'oxydation cyclique et des mesures d'émissivité permettent d'évaluer les revêtements AlN comme matériaux pour les récepteurs CSP haute température. Les systèmes multicouches présentent une faible dégradation après des centaines de cycles thermiques à 800 °C dans l'air et peuvent supporter des températures plus élevées (1100 °C) pendant 100 à 500 h selon l'épaisseur du revêtement. Néanmoins, l'oxydation cyclique rapide dans les fours solaires conduit à des fissures dans les revêtements. Un modèle analytique est développé pour étudier l'évolution des contraintes dans le(s) système(s) revêtement(s)/substrat. Les résultats calculés sont en bon accord avec les données expérimentales. Les mesures des propriétés optiques révèlent une diminution de l'absorptivité après oxydation pour les revêtements AlN, mais une augmentation significative de l'absorptivité lorsqu'un revêtement de SiC est ajouté comme couche de finition.