



Optimisation de l'EMC du gadolinium

EMC : Effet MagnétoCalorique

Résumé du projet

Les dangers de l'impact des fluides frigorigènes sur l'environnement poussent l'industrie du froid à rechercher de nouvelles voies permettant d'avoir des systèmes de réfrigération plus économiques, et de supprimer certains gaz, dans les installations. La réfrigération magnétique est une solution possible à ces problèmes. Son principe repose sur l'effet magnétocalorique (EMC) : certains matériaux magnétiques, au voisinage de leur température de Curie ferromagnétique, se réchauffent quand on les place dans un champ magnétique extérieur, et se refroidissent lorsqu'on les sort de ce champ. Le principe de la réfrigération magnétique consiste alors à récupérer le "froid" d'un côté, et à évacuer la "chaleur" de l'autre côté par l'intermédiaire d'un fluide caloporteur.

Le gadolinium Gd est actuellement l'élément le plus utilisé; bien que faisant partie de la famille des terres rares, il est assez facile d'accès, et ses comportements thermodynamique et magnétocalorique sont bien documentés. Par contre, on trouve peu d'indications sur les relations entre la microstructure du Gd et ses propriétés magnétocaloriques. C'est pourquoi, dans le cadre de ce projet nous avons cherché à optimiser les traitements (thermiques, mécaniques) du gadolinium et la microstructure qui en résulte, de manière à pouvoir proposer aux frigoristes le matériau le plus performant. Nous avons aussi recherché le fluide caloporteur le plus efficace du point de vue transfert de chaleur, et le moins corrosif vis-à-vis du gadolinium.

Valorisation

- Le concepteur d'installations de réfrigération magnétique a tout intérêt à choisir un matériau le plus pur possible (donc malheureusement certainement plus cher !).
- En augmentant la taille des grains par des recuits, il est possible d'améliorer significativement l'EMC du Gd.
- Il est possible de protéger efficacement le Gd de la corrosion aqueuse par un traitement de passivation dans une solution d'acide oxalique de $\text{pH} \leq 1.0$. Si cette méthode donne de bons résultats, il est en pratique plus simple d'ajouter un additif dans le fluide caloporteur.
- L'utilisation d'une solution aqueuse avec addition de Noxal® à 3 % comme fluide caloporteur minimise les risques de corrosion, tout en favorisant l'efficacité du transfert de chaleur.
- Par contre, il n'est pas simple de protéger le Gd de la corrosion par des revêtements superficiels. Les techniques de dépôt à large échelle sont compliquées et coûteuses, et l'adhérence du revêtement n'est pas toujours très bonne.
- Les échantillons de Gd élaborés par technologie des poudres à la HES-SO//VS montrent qu'il est possible d'obtenir des EMC intéressants.

Ces résultats ont été intégrés dans la réalisation de systèmes de réfrigération magnétique à l'Institut de Génie Thermique de la HEIG-VD, et ils ont participé à l'amélioration notable de leurs performances.

Contact / Prof. Jacques Forchelet (jacques.forchelet@heig-vd.ch)

Ce projet a été mené en collaboration entre la HEIG-VD, la HE-ARC, et la HES-SO//VS