

CINETIQUE DE DESHYDRATATION DU SULFATE DE MAGNESIUM POUR LE STOCKAGE D'ENERGIE THERMIQUE

Larysa OKHRIMENKO ⁽¹⁾, Loïc FAVERGEON ⁽¹⁾, Michèle PIJOLAT ⁽¹⁾,
Frédéric KUZNIK ⁽²⁾, Kevyn JOHANNES ⁽²⁾

⁽¹⁾ LGF UMR5307, Centre SPIN, Mines Saint-Etienne, 158 Cours Fauriel, 42023 Saint-Etienne

⁽²⁾ Institut National des Sciences Appliquées de Lyon – CETHILUMR5008, 9 rue de la Physique
69621 Villeurbanne

Mots clés : thermogravimétrie, déshydratation, sulfate de magnésium, cinétique

Résumé

Le stockage d'énergie thermique est une technologie nécessaire pour apporter de la flexibilité et ainsi améliorer l'efficacité énergétique des systèmes d'énergie renouvelable telle que l'énergie solaire, une source sûre, propre et inépuisable mais intermittente. Il s'agit d'équilibrer la fourniture et la demande d'énergie dans le temps. Cela permet d'abaisser le coût des factures énergétiques de foyers et de diminuer, de manière significative, les émissions des gaz à effet de serre.

Les systèmes de stockage de chaleur par composite à sorption sont des technologies prometteuses du point de vue des perspectives qu'elles ouvrent. Le composite représente la combinaison d'une matrice poreuse et d'un sel hygroscopique. Ces systèmes offrent une haute capacité de stockage et ils permettent à la fois de réduire le problème du transfert de gaz et de bénéficier à la fois de la chaleur libérée pendant la sorption sur le matériau poreux et de la chaleur issue de la réaction chimique sur le sel hygroscopique.

Le composite zéolite/MgSO₄ montre des résultats intéressants pour l'application du stockage intersaisonnier de l'énergie thermique : une bonne cyclabilité [1], une augmentation de la densité énergétique [2] et une puissance suffisante pour alimenter un bâtiment à basse consommation [3]. Cependant si les phénomènes d'adsorption sur les zéolites sont relativement bien connus, le manque de compréhension des mécanismes des réactions de déshydratation et d'hydratation de MgSO₄ nécessite des études supplémentaires.

L'objectif de ce travail est donc d'étudier les réactions d'hydratation et de déshydratation du sulfate de magnésium dans des conditions de température et de pression partielle de vapeur d'eau en accord avec l'application du stockage d'énergie solaire. Dans un premier temps, la caractérisation physico-chimique des solides ainsi que des expériences de thermogravimétrie isotherme et isobare ont permis de montrer que le système est divariant et que les hydrates obtenus sont non-stœchiométriques et sont des solutions solides d'insertion d'eau dans le sulfate de magnésium anhydre. A l'aide de ces informations, un modèle thermodynamique a été développé et appliqué aux données expérimentales [4]. L'étude cinétique de la réaction de déshydratation a permis de conclure à une étape limitante d'interface et un modèle basé sur cette hypothèse a été écrit. Le modèle cinétique a été appliqué aux résultats expérimentaux obtenus pour différentes températures et pressions partielles de vapeur d'eau. L'expression de la constante de vitesse en fonction de ces deux paramètres a ainsi été déterminée.

Références

- [1] G. Whiting et al. Solar Energy Materials and Solar Cells, 112 (2013), 112–119.
- [2] H. Kerskes et al. Proceedings of the EUROSUN -2nd International Conference on Solar Heating, Cooling and Buildings, (2010).
- [3] S. Hongois et al. Solar Energy Materials and Solar Cells, 95 (2011),1831–1837.
- [4] L. Okhrimenko et al. to be submitted to Thermochemica Acta.