

Résumé

L'aluminium métallique joue un rôle crucial dans l'économie moderne. L'aluminium métallique primaire est obtenu par transformation de l'oxyde d'aluminium par le procédé industriel de Hall-Héroult. Ce procédé, qui consomme d'énormes quantités d'énergie, consiste à réaliser l'électrolyse d'une solution d'oxyde d'aluminium dans une cuve de grande dimension à l'aide de courant de plusieurs centaines de milliers d'ampères.

Le sujet de cette thèse est l'étude de certains aspects de la modélisation de l'électrolyse de l'oxyde d'aluminium du point de vue de la simulation numérique. Cette thèse est divisée en deux parties.

La première partie est consacrée à la modélisation numérique du phénomène de dissolution et transport de la poudre d'alumine dans le bain électrolytique d'une cuve en fonction de la température du bain. Nous proposons un modèle mathématique du transport et de la dissolution de la poudre d'alumine, puis sa discrétisation en temps et en espace par une méthode d'éléments finis. Finalement, nous étudions le comportement de ce modèle dans le contexte d'une cuve d'électrolyse industrielle.

La deuxième partie est consacrée au développement d'une méthode numérique pour le calcul de l'écoulement des fluides d'une cuve d'électrolyse. Le calcul de la vitesse de l'électrolyte et du métal liquide est basé sur une décomposition en modes de Fourier. L'amplitude de chaque mode satisfait une équation aux dérivées partielles que l'on explicite, dont la solution est approchée par une méthode d'éléments finis. Enfin, l'écoulement des fluides obtenu avec cette méthode est comparé aux solutions obtenues avec le modèle de référence dans le contexte d'une cuve d'électrolyse industrielle.

accorde
avec le
calcul

Mots clés Simulations numériques, Méthode des éléments finis, Équations aux dérivées partielles, Équation d'advection-diffusion, Électrolyse, Alumine, Dissolution, Température.