

Considération des courants de diffusion dans les modèles LTE de plasmas thermiques

M. Lisnyak¹, D. Santos^{2,3}, M.S. Benilov^{2,3}

¹*Schneider Electric Science and Technology, 38050 Grenoble Cedex 9, France*

²*Departamento de Física, FCEE, Universidade da Madeira, 9000 Funchal, Portugal*

³*Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, IST, Universidade de Lisboa, 1041 Lisboa, Portugal*

mél: marina.lisnyak@se.com, benilov@uma.pt

La modélisation numérique des arcs électriques présente un grand intérêt en raison de nombreuses applications industrielles. Une description magnétohydrodynamique (MHD) basée sur l'hypothèse selon laquelle le plasma est à l'état d'équilibre thermique local (LTE) est largement acceptée pour la modélisation de l'arc électrique. L'élément clé des modèles numériques consiste à trouver une correspondance physiquement justifiée de la description du plasma dans la colonne avec les électrodes [1]. En fonction du modèle choisi pour la description de la colonne d'arc, le modèle d'interaction plasma-électrode doit être modifié.

Des modèles auto-cohérents comprenant une interaction entre le volume de l'arc et le plasma et les électrodes existent pour une description totalement hors-équilibre (NLTE) [2]. De tels modèles prennent en compte la plupart des effets de hors-équilibre, y compris la diffusion des ions et des électrons, et ne nécessitent donc pas la loi d'Ohm. D'autre part, les modèles LTE doivent impliquer la loi d'Ohm, qui est généralement écrite avec uniquement le terme conducteur (dérive) [3]. Le mécanisme de diffusion thermique du transfert de courant est plutôt petit dans la colonne de l'arc et a un impact près des électrodes [4].

Dans ce travail, l'effet de la diffusion sur le transfert de courant dans les plasmas LTE de gaz atomiques avec des ions chargés individuellement est introduit dans la loi d'Ohm avec l'utilisation des équations de Stefan – Maxwell. La nouvelle forme de la loi d'Ohm obtenue de cette manière implique le terme conventionnel proportionnel au champ électrique, un terme proportionnel au gradient de température, qui prend en compte la diffusion et la diffusion thermique, et un terme proportionnel au gradient de pression. Un code d'évaluation des coefficients correspondants pour les plasmas Ar, Xe et Hg LTE ou 2T est présenté. Le modèle développé diffère de l'approximation dite de «diffusion LTE» de Lowke et Tanaka [5] et décrit en particulier l'inversion du champ électrique devant l'anode, comme le montrent les résultats de la modélisation représentative présentés.

Acknowledgments The work at UMa was supported by FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia of Portugal through the project Pest-OE/UID/FIS/50010/2013.

Références

- [1] M. Lisnyak, M. D. Cunha, J.-M. Bauchire, and M. S. Benilov, "Numerical modelling of high-pressure arc discharges: matching the LTE arc core with the electrodes," *J. Phys. Appl. Phys.*, vol. 50, no. 31, p. 315203, 2017.
- [2] M. Baeva, M. S. Benilov, N. A. Almeida, and D. Uhrlandt, "Novel non-equilibrium modelling of a DC electric arc in argon," *J. Phys. Appl. Phys.*, vol. 49, no. 24, p. 245205, 2016.
- [3] A. Gleizes, J. J. Gonzalez, and P. Freton, "Thermal plasma modelling," *J. Phys. Appl. Phys.*, vol. 38, no. 9, p. R153, May 2005.
- [4] M. Lisnyak, "Theoretical, numerical and experimental study of DC and AC electric arcs," phdthesis, Université Orléans, 2018.
- [5] J. J. Lowke and M. Tanaka, "LTE-diffusion approximation for arc calculations," *J Phys Appl Phys*, vol. 39, no. 16, pp. 3634–3643, 2006.