

Teză în cotutelă internațională
Universitatea POLITEHNICA București, Facultatea de Inginerie Electrică*
Institut National Polytechnique de Grenoble, Ecole Doctorale IMEP2**

Titlu: Studiul sistemelor electromagnetice de pompare a metalelor și sărurilor topite

Autor: ing. Cristian ROMAN

Conducători științifici: prof. dr. ing. Virgiliu FIREȚEANU* și prof. dr. ing. Yves FAUTRELLE**

Abstract - Lucrarea de față este atât un studiu la nivel intim al fenomenelor ce au loc ca urmare a curgerii fluidelor electroconductoare în câmpul electromagnetic al pompelor electromagnetice – interacțiune magnetohidrodinamică - cât și un raport despre capabilitățile și avantajele uneltelor moderne de calcul de a înlesni proiectarea și optimizarea pompelor electromagnetice.

Un prim obiectiv al tezei se referă la exploatarea la maximum a modelelor electromagnetice numerice în element finit cu scopul de a obține cât mai multe informații cu puțință despre comportamentul pompelor electromagnetice în ipoteza care nu ia în considerare curgerea fluidelor. Al doilea obiectiv este construirea unor modele numerice care cuplează electromagnetismul și curgerea fluidelor.

În partea dedicată studiului pompării electromagnetice a sărurilor topite, teza evidențiază problemele specifice legate de generarea forțelor electromagnetice în fluide slab conductoare și oferă rezultate cu privire la aplicațiile unde pomparea electromagnetică a sărurilor topite poate fi eficientă. Cu ajutorul modelelor electromagnetice s-au obținut date importante despre influența numărului de poli electromagnetici și frecvența de alimentare asupra caracteristicii Presiune – Viteză a pompelor electromagnetice inelare de inducție. Au fost analizate fenomenul de ecranare creat de peretii metalici, efectele de frânare exercitate la intrarea și la ieșirea din canalul de pompare și legătura dintre capacitatea de suprasarcină hidrodinamică și caracteristica Presiune – Viteză a pompelor de inducție. O secțiune specială a fost consacrată analizei dependenței de timp și a variației de la punct la punct a forței electromagnetice, precum și studiului neuniformităților mărimilor de natură electromagnetică în direcție azimutală în pompele inelare de inducție.

În capitolul despre interacțiunea magnetohidrodinamică pe baza modelelor cuplate, se propun două modele ce cuplează electromagnetismul și curgerea fluidelor. Sunt prezentate avantajele modelelor cuplate din punctul de vedere al acurateții rezultatelor în comparație cu modelele electromagnetice. Este prezentată evoluția profilului de viteză, de densitate de forță și curent sub influența câmpului electromagnetic și a curgerii sodiului cu diferite viteze. Se arată că pentru a obține o bună aproximare a randamentului unei pompe electromagnetice este necesară utilizarea unui model cuplat ce ia în considerare pierderile hidrodinamice și efectele vâscozității turbulente.

Intrenational co-supervised thesis
POLITEHNICA University of Bucharest, Electrical Engineering Faculty*
Grenoble Institute of Technology, Doctoral School IMEP2**

Title: Study of the electromagnetic pumping systems of molten metals and molten salts

Author: eng. Cristian ROMAN

Scientific supervisors: Professor Virgiliu FIREȚEANU* și Professor Yves FAUTRELLE**

Abstract - This work is both an intimate study of the phenomena that occur as a result of the electroconductive fluids flow in the electromagnetic field of an electromagnetic pump – magnetohydrodynamic interaction - and a report on the capabilities and advantages of modern computational tools to facilitate design and optimization of electromagnetic pumps.

The first objective is related to the full exploitation of electromagnetic finite element models in order to retrieve as much information as possible about electromagnetic pumps behavior in a simplifying hypothesis that does not take into account the fluid dynamics. The second objective is to build numerical models that couple the electromagnetism and the fluid dynamics.

In the section dealing with the study of electromagnetic pumping of molten salts, the thesis highlights specific problems related the generation of electromagnetic forces in fluids with low electrical conductivity and provides results with respect to applications where electromagnetic pumping of molten salts can be effective. With the electromagnetic numerical models were obtained important data about the influence of the number of electromagnetic poles and supply frequency on the Pressure – Velocity characteristic of annular linear induction pumps. Were analyzed the shielding effect generated by the metallic walls - with negative repercussions on pumps performances, braking effects exerted at pump inlet and pump outlet and the connection between the overload capacity and Pressure – Velocity characteristic of induction pumps. A special portion was devoted to the analysis of the time and space dependence of the electromagnetic force and to the study of the non-uniformities of electromagnetic quantities in azimuth direction of annular linear induction pumps.

In the chapter devoted to the magnetohydrodynamic interaction through coupled models, the thesis proposes two models that couple the electromagnetism and the fluid flow, one realized using multiphysic software and the second by coupling two different softwares. There are presented the advantages of the coupled models with respect to the results accuracy in comparison with electromagnetic models. It is presented the evolution of velocity, force and current densities profiles under the influence of the electromagnetic field and of different sodium mean velocities. It is shown that a good approximation of the electromagnetic pump efficiency requires the use of coupled models that take into account the hydrodynamic losses and the effects of the turbulent.