

PRIN 2005 – EFFETTI DI BORDO NEL RISCALDAMENTO DI BILLETTE DI ALLUMINIO IN ROTAZIONE IN UN CAMPO DC

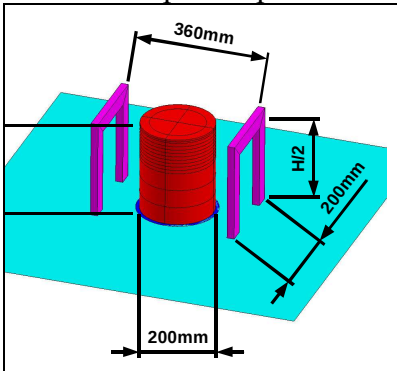
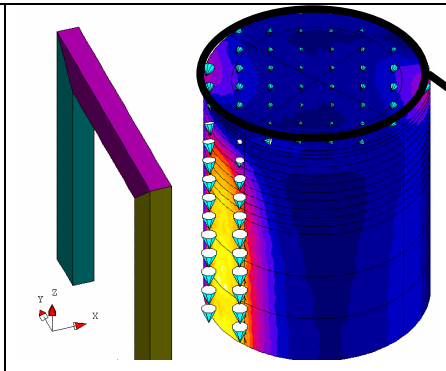
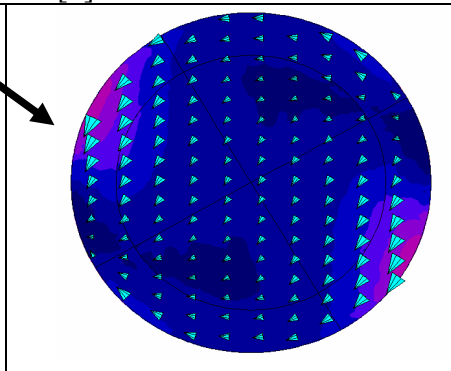
Sergio Lupi, Michele Forzan, Aristide Spagnolo

Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Università di Padova
Via Gradenigo 6A, 35131 Padova

In questa memoria vengono riportati alcuni risultati ottenuti nell'ambito di un programma di ricerca finanziato dal MIUR nel 2005 che ha visto il coinvolgimento di unità delle Università di Bologna, Padova, Roma.

La tematica di ricerca ha riguardato lo studio di nuove tecnologie proposte per il riscaldamento ad induzione di metalli caratterizzati da basse resistività elettrica, in particolare l'alluminio. È noto che il riscaldamento ad induzione permette di ottenere elevati rendimenti quando il materiale da riscaldare è ferromagnetico o è caratterizzato da elevati valori di resistività elettrica, quando invece si deve riscaldare un metallo la cui resistività elettrica è vicina a quella del rame, materiale con il quale si costruiscono di norma gli induttori, l'efficienza diminuisce drasticamente a valori inferiori al 50 %. In particolare, recentemente è stata proposta la possibilità di riscaldare billette di alluminio mettendole in rotazione in un campo statico di induzione magnetica. Il campo statico entro cui si deve far ruotare la billetta può essere generato da magneti superconduttori: in questo modo il rendimento del sistema è legato non più alle perdite nel circuito che induce il campo ma soprattutto all'efficienza del sistema azionamento-motore elettrico che, per taglie elevate, può arrivare fino al 90%.

Il progetto di ricerca è stato sviluppato in diverse fasi: dalla soluzione analitica della distribuzione delle potenze indotte, dove si è dimostrato che il sistema di riscaldamento in movimento segue le stesse leggi che descrivono il riscaldamento a induzione classico, quello cioè causato da un campo variabile nel tempo, si è passati alle soluzioni numeriche, che sono state ottenute con modelli 2D e 3D utilizzando sia codici commerciali che codici sviluppati ad hoc. Ultima fase del progetto è stata la validazione dei modelli analitici e numerici con prove sperimentali. Una memoria presentata dalla Unità di Bologna in questa stessa riunione descrive le prove sperimentali e il confronto con i risultati numerici. [5].

		
Fig.1 - Il modello geometrico con altezza degli induttori variabile.	Fig.2 - Distribuzione delle correnti indotte nella billetta.	Fig.3 - Distribuzione delle correnti indotte nella billetta: particolare sulla testa della billetta..

Lo studio degli “effetti di bordo”, cioè gli effetti dovuti alla lunghezza finita della billetta, è stato sviluppando tramite la soluzione di problemi tridimensionali in regime transitorio.

È stata ipotizzata una geometria del superconduttore estremamente semplice (Fig.1), dove l'altezza dell'induttore è stata utilizzata come parametro. I risultati per 3 diverse altezze dell'induttore e per diverse velocità di rotazione della billetta sono riportati in Fig.4 e in Fig.5. Le Fig.6 – 7 riportano invece la distribuzione integrata su superfici normali all'asse della billetta in funzione della posizione lungo l'asse. La distribuzione della potenza indotta lungo l'asse presenta sempre tre diverse zone: una zona centrale dove la potenza indotta è pressoché costante al variare della posizione, una zona di bordo dove si ha una maggiore potenza indotta e una zona intermedia dove la potenza presenta un minimo.

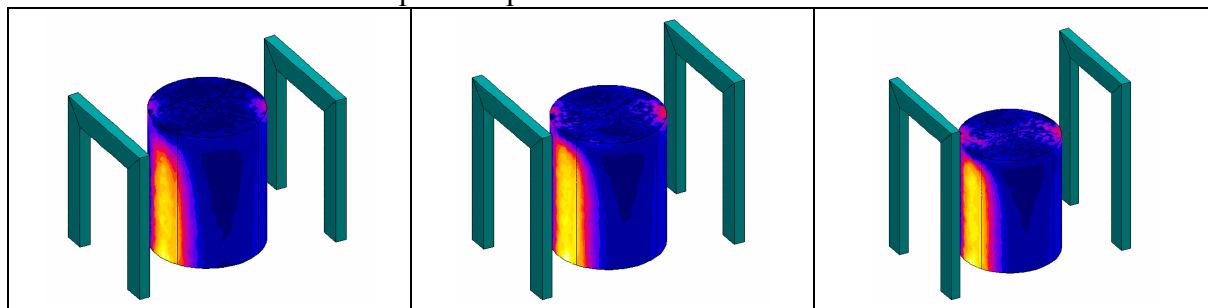


Fig.4 – Effetto dell'altezza dell'induttore sulla distribuzione delle correnti indotte per una velocità di rotazione pari a 500rpm.

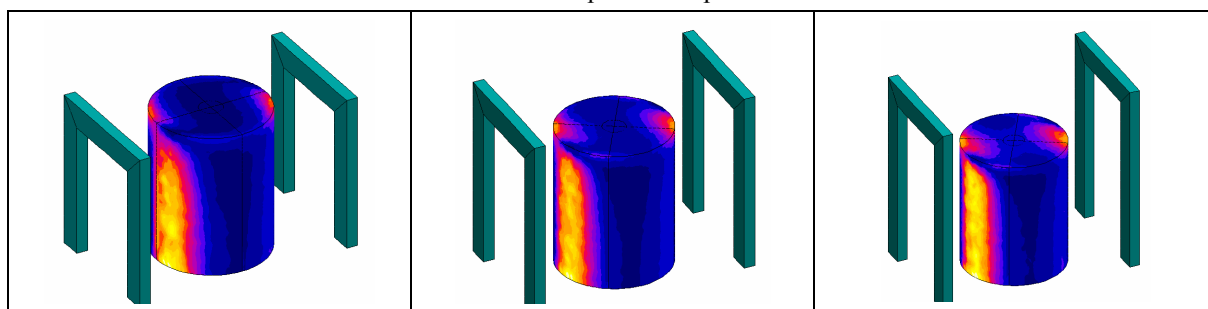


Fig.5 – Effetto dell'altezza dell'induttore sulla distribuzione delle correnti indotte per una velocità di rotazione pari a 1500rpm.

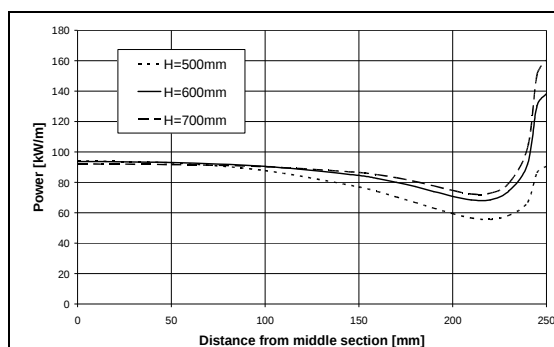


Fig.6 – Distribuzione della potenza indotta al variare della posizione assiale, 500 rpm.

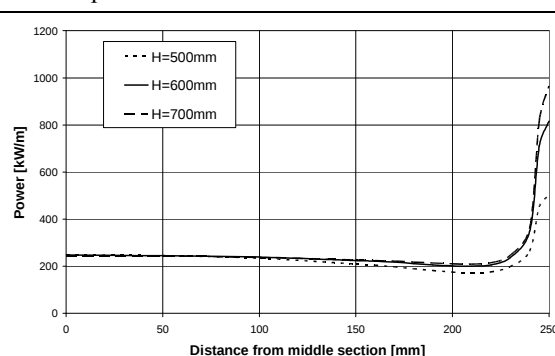


Fig.7 – Distribuzione della potenza indotta al variare della posizione assiale, 1500 rpm.

BIBLIOGRAFIA

- [1] F. Dughiero, M. Forzan and S. Lupi, "Induction heating of aluminium billets rotating in a DC magnetic field," *Proc. of VIII Int. Conf. on Problems of Control and Modeling Complex Systems*, Samara - Russia, June 24-29, pp. 171-176, 2006.
- [2] R. Araneo, F. Dughiero, M. Fabbri, M. Forzan, A. Geri, A. Morandi, S. Lupi, P.L. Ribani, G. Veca, "Electromagnetic and thermal analysis of the induction heating of aluminium billets rotating in DC magnetic field", *COMPEL*, vol. 27, n. 2, pp. 467-479, 2008.
- [3] M. Fabbri, A. Morandi and P.L. Ribani, "DC induction heating of aluminum billets using superconducting magnets," *COMPEL*, vol. 27, n. 2, pp. 480-490, 2008.
- [4] Forzan M., Lupi S., Morandi A., A. Spagnolo, "Analysis of Edge Effects on Aluminum Billets Heated by Rotating in DC Magnetic Field", *HES2007 Padova*.
- [5] M.Fabbri, M.Forzan, S.Lupi, A.Morandi, P.L.Ribani, *Analisi Sperimentale e Numerica del Riscaldamento a induzione DC di Billette di Alluminio*, ET2008 Pavia.