

ANALISI SPERIMENTALE E NUMERICA DEL RISCALDAMENTO AD INDUZIONE DC DI BILLETTE DI ALLUMINIO

M. Fabbri¹, M. Forzan², S. Lupi², A. Morandi¹, P.L. Ribani¹

¹Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Università di Bologna

²Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Università di Padova

Il riscaldamento ad induzione è largamente utilizzato nei processi di lavorazione dell'alluminio per pre-riscaldare le billette semilavorate prima della fase di estrusione. Per evitare fratture o fusioni locali durante l'estrusione è essenziale che la temperatura della billetta sia uniforme. Per i riscaldatori ad induzione in AC convenzionali, a causa dell'elevata conducibilità dell'alluminio, il rendimento è nell'ordine del 50-60%. Per incrementarne il valore è stata studiata una tecnica innovativa che consiste nel far ruotare la billetta, tramite un motore esterno, nel campo magnetico stazionario prodotto da un magnete in DC superconduttore [1]: la f.e.m. indotta causa la circolazione di correnti nella billetta che, interagendo con il campo del magnete, generano una coppia frenante e dissipano potenza per effetto Joule. Poiché in regime stazionario le perdite nel superconduttore sono nulle, la potenza meccanica fornita dal motore si converte completamente in potenza termica ed il rendimento del processo coincide col rendimento del motore stesso, che nel range del MW supera il 90 %.

Al fine di studiare il processo di riscaldamento, si è sviluppato un modello numerico basato sul metodo della rete elettrica equivalente i cui parametri dipendono dalla temperatura [2, 3]. Per validare il modello, con particolare riguardo alla potenza dissipata ed al profilo di temperatura ottenibile, si è condotta una campagna di sperimentazione su un dispositivo a magneti permanenti in Sm2-Co17, realizzato da SAIMAG s.r.l.. La figura 1 mostra il set-up sperimentale del dispositivo dimostrativo in scala di laboratorio installato presso il Laboratorio di Elettrotermia dell'unità di Padova. Il sistema in prova è costituito da un rullo PLANTEX con billetta di alluminio (verniciata con colore nero resistente ad alta temperatura) ancorata al sistema rotante ed immersa nel campo magnetico generato dai magneti permanenti (circa 250 mT). La figura 2 mostra la termografia ottenuta durante una delle prove di riscaldamento ed il profilo di temperatura corrispondente (i due picchi presenti sono dovuti alla presenza dei supporti del sistema magnetico).



Figura 1. Geometria del dispositivo sperimentale.

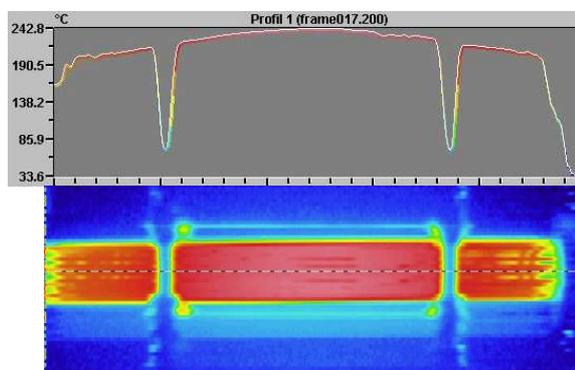


Figura 2. Distribuzione di temperatura nella billetta alla fine della prova di riscaldamento a 1500 rpm.

La figura 3 mostra l'ottimo accordo tra le temperature massima e minima, sperimentali e calcolate, durante la prova di riscaldamento a 1500 rpm. La figura 4 mostra la potenza totale assorbita dal Motore/Azionamento durante la prova di riscaldamento a 1500 rpm. Sulla stessa figura sono riportate anche la potenza sull'albero del motore (stimata in base al rendimento di analoghe macchine commerciali) e l'andamento della potenza termica calcolata numericamente.

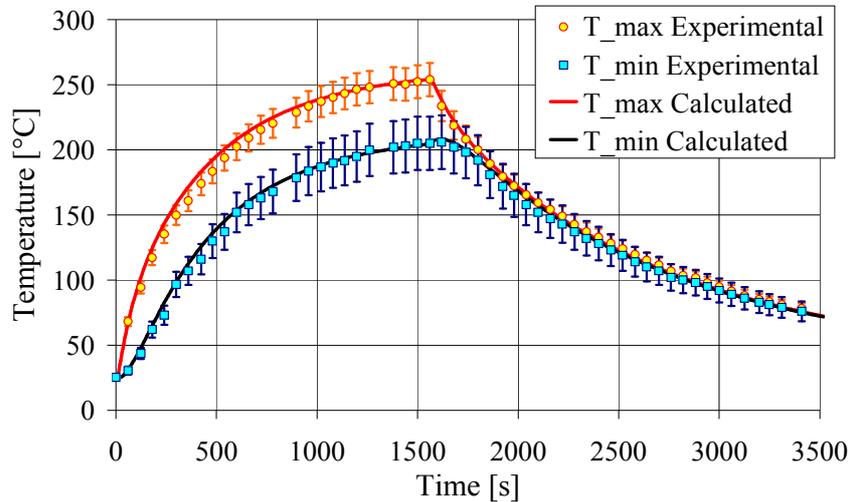


Figura 3. Temperature massima e minima durante la prova di riscaldamento a 1500 rpm.

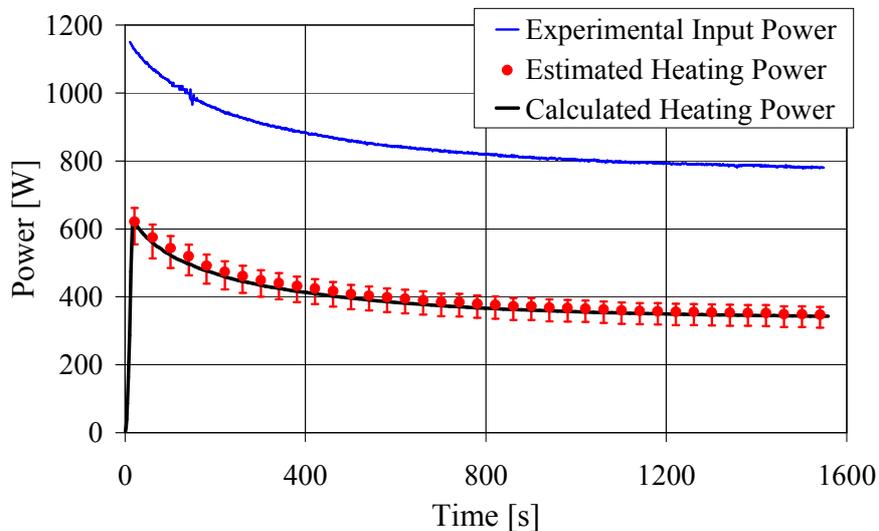


Figura 4. Potenza totale assorbita dal Motore/Azionamento, potenza sull'albero del motore (stimata in base al rendimento di analoghe macchine commerciali) e potenza termica calcolata durante la prova di riscaldamento a 1500 rpm.

- [1] N. Magnusson, R. Bersås and M. Runde, "Induction heating of aluminium billets using HTS DC coils," *Institute of Physics, Conference Series*, n. 181, pp. 1104-1109, September 2004.
- [2] 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.
- [3] R. Araneo, F. Dughiero, M. Fabbri, M. Forzan, A. Geri, A. Morandi, S. Lupi, P.L. Ribani and G. Veca, "Electromagnetic and thermal analysis of the induction heating of aluminium billets rotating in DC magnetic field", *Proc. of the Int. Symposium on Heating by Electromagnetic Sources*, Padua, Italy, June 19-22, pp. 487-496, 2007.