

ABSTRACT

This research deals with the induction furnace, studies the behavior of its core during the heating process. So the work includes two harmonic electromagnetic analysis done for a linear, and nonlinear core material of the workpiece inside the furnace in order to study the distribution of the eddy current density J , flux density B , and magnetic intensity H inside them at room temperature. A similar analysis for a nonlinear furnace is done for certain assumed temperatures. A coupled electromagnetic-thermal analysis is done to study the behavior of the furnace at these temperatures.

The complexity of the nonlinear relation of the nonlinear magnetization curve with temperature is solved by the idea of the effective permeability. Two different approaches have been used, but only one of them provided acceptable results.

The heating process is simulated depending on the Finite Element Method. An efficient algorithm is done using the APDL (ANSYS Programming Design Language) to simulate this process. To approve the simulation, its results were compared with the published practical measurements, and a good agreement was achieved.

The contribution of this work is the achievement of an algorithm used to study the coil of the induction furnace used in heat treatments of materials, such as surface hardening, through heating, etc. This computer aided study can be used instead of the empirical formulas or the method of trial and error. Also, the algorithm can determines the required magnitude of the exciting coil current, its frequency, and the expected temperature distribution inside the core.

خلاصة

أن هذا البحث يهتم بدراسة ملف الفرن الحثي و دراسة سلوك قلبه خلال عملية التسخين. لذا فإن العمل تضمن تحليل كهرومغناطيسي توافقي لأفران ذات مواد قلب خطيه، و لا خطية و ذلك لدراسة توزيع كثافة الفيض B وشدة المجال المغناطيسي H وكثافة التيارات الدوامية J بداخلها وبدرجة حرارة الغرفة، وتحليلات مشابهة لفرن لا خطي وبدرجات حرارة افتراضية معينة. بعد ذلك تم إجراء تحليلات كهرومغناطيسية توافقية مقرنة بتحليلات حرارية عابرة لدراسة سلوك الأفرن خلال عملية التسخين ولغاية الوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة .

أن التعقيد في العلاقة اللاخطية للاخطية منحنى التمعنط مع الحرارة تم حلها من خلال فكرة السماحية المكافئة. تم إيجاد أسلوبين لهذه الفكرة في النشريات، أحدهما فقط أعطى نتائج مقبولة. اعتمدت طريقة العنصر المحدد (Finite Element Method) في تمثيل عملية التسخين، حيث تم بناء لوغارتمية كفة باستخدام لغة البرمجة التصميمية لبرمجيات ANSYS المعروفة باسم (APDL). ولغرض التحقق من صحة هذا التمثيل، تمت مقارنة نتائجه مع قياسات عملية منشورة وتم الحصول على انسجام جيد بينهما.

أن إسهام هذا العمل هو الحصول على لوغارتمية تعتمد التحليلات الكهرومغناطيسية التوافقية المقرنة بالتحليلات الحرارية العابرة لاستخدامها لدراسة معززة بالحاسبة لملف الفرن الحثي الذي يستخدم في المعالجات الحرارية مثل تقسية السطوح والتسخين التام،... الخ كبديل عن طريقة التجربة و الخطأ أو عن استخدام العلاقات التجريبية في التصميم. إن اللوغارتمية تستطيع تحديد قيمة التيار المطلوب وتردده ويمكنها تحديد التوزيع الحراري الذي سيحصل داخل القلب سلفاً.