مقدمه ای بر گرمایش القایی:

یکی از پیشرفت های اصلی در نظریه‌ی الکترومغناطیس توسط آقای مایکل فاراده در سال ۱۸۳۱ کشف گردید E= -Nd ϕ/dt و حدود دو قرن این نظریه در موتورها، ژنراتورها، ترانسفور موتورها و مخابرات رادیویی مورد استفاده قرار گرفته است، البته پس از فارادای نظریه های پیشنهادی تکمیلی توسط لنز (Lenz and Neumann) مطرح گردید.

آقای فوکو در سال ۱۸۶۸ تئوری جریان های گردابی (eddy current) را مطرح نمود و آقای هوی ساید مقاله او را به چاپ رسانید. تامسون (Thomson) نیز در تکمیل تئوری گرمایش القایی مشارکت نمود. در آن قرن پیشنهاد کوره القایی فرکانس متوسط در فرانسه، ایتالیا و سوئد مطرح شد. در سال ۱۹۲۷ شرکت (EFCO) اولین کوره فرکانس متوسط را در شفر انگلستان نصب نمود.

گرمایش القایی (Induction Heating) :

انرژی لازم جهت گرمایش القایی فلزات هادی الکتریسیته از برق شبکه (Main -50 HZ) تأمین می‌گردد. در این سیستم (القایی) با تبدیل انرژی برق شبکه به فرکانس مناسب با کاربرد مورد نظر می‌توان میزان و عمق نفوذ گرمایش قطعه فلزی را کنترل نمود.

عملکرد گرمایش القایی :

انتقال توان بر روی قطعه کار فلزی توسط یک کویل (Inductor) انجام می شود. جریان متناوب الکتریکی درون کویل مطابق قانون فارادای میدان مغناطیس تولید می کند، قرار دادن بار فلزی درون میدان موجب تولید جریان های گردابی (eddy current) در آن می شود. با توجه به مقاومت الکتریکی مواد فلزی میزان گرمایش دقیقا به جریان گردابی القایی شده بستگی دارد.

طی سالیان متمادی پس از کشف تجربی قانون القایی الکترومغناطیس فارادی در سال ۱۸۳۱ کانورترهای گوناگون با توان و فرکانس های مختلف تولید شده اند. $\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$ توان خروجی کانورتر، فرکانس، شکل کویل و خصوصیات قطعه کار فلزی، الگوهای گرمایش مختلفی را ایجاد خواهد نمود. (Heating Pattern) میزان نفوذ گرمایش در قطعه کار فلزی بستگی به فرکانس کانورتر دارد، هرچه فرکانس کمتر باشد عمق نفوذ گرمایش بیشتر خواهد بود.

گرمایش القایی مزایای بی‌شماری، نسبت به فن‌آوری های جایگزین دارا می باشد:

- سریع Fast
- دقیق Accurate
- تکرار پذیر Repeatable

- تمیز Clean
- کم حجم Compact
- ایمن Safe

تئوری گرمایش القایی (Theory of Induction Heating) :

جهت مطالعه تئوری گرمایش القایی بطور خلاصه سر فصل های اصلی مطرح می‌گردد. دانشجویان و محققین عزیز برای اطلاعات بیشتر به مراجع رجوع نمایند.

۱- تئوری گرمایش الکترومغناطیس ∇H

- اثر پوستی Skin effect و عمق نفوذ میدان

Depth of Penetration $\delta = \sqrt{\frac{2\rho}{\mu\omega}}$

- تلفات اهمی (Loss)

P Loss = $\int_0^\infty \rho j^2 dv$

۲- اصول انتقال حرارت The principles of Heat transfer

تمامی طراحان و استفاده کنندگان از تجهیزات گرمایش القایی به ناچار درگیر محاسبات جریان حرارت خواهند بود. (Heat flow calculations)

انتقال حرارت هنر بسیار پیشرفته ای بر مبنای تجربیات فراوان و ریاضیات صوت (موج) می باشد. رابطه بین توان ، دمای متوسط و زمان در بررسی انتقال حرارت مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد.

انتقال حرارت در سطح یک استوانه ی فلزی :

$$P = \frac{\theta m R(cy)}{2t} **$$

P = W/m² (power density)

R = radius of cylinder
$\theta m = mean\ Temperature$
$C = specific\ Heat\ (jkg^{-1}k^{-1})$
$y = density\ (\ kg\mathrm{m}^{-3})$

θ m چیز دقیق در مورد توزیع دمای واقعی نمی گوید.

** این رابطه به طول سیلندر بستگی ندارد.

انتقال حرارت در یک صفحه ی فلزی (Slab) :

به شرط آنکه از دو طرف صفحه به یک اندازه ثابت حرارت ببیند و از تلفات حرارت صرف نظر شود ، حالا تمامی حرارت در صفحه فلزی ذخیره می گردد و باعث افزایش دمای آن می شود.

Energy in = 2Pt (Surface area)
Energy stored = θm (Volume) × (cy)
b = thickness of Slab (m)

$$p = \frac{\theta m(\text{Volume}) \times (\text{cy})}{2t\ (surface\ area)} = \frac{\theta mb(cy)}{2t}$$

توجه اینکه رابطه ی فوق به مقدار سطح slab بستگی ندارد.

$$p = \frac{\theta mb(cy)}{2t}$$

مثال :

برای گرمایش یک صفحه ی فولادی از دمای 20°c به دمای 100°c به ضخامت 100mm که از هر دوطرف با چگالی توان $1MW/m^2$ گرمایی داده می شود . چقدر زمان نیاز داریم ؟

$Cy = 5 \times 10^6\ jm^{-3}\ k^{-1}$

$$t = \frac{\theta mb(cy)}{2P} = \frac{\theta(100-20)(0.1)(5\times10^6)}{2\times(1.0\times10^6)}$$

t = 245 Sec

برای سادگی در حل مسئله فوق عدم یکنواختی اعمال توان در سطح و تغییرات (cy) با دما در نظر گرفته نشده است.