

Student:
Specializarea:
Grupa:
Data:

REFERAT PENTRU LUCRAREA DE LABORATOR CUPTORUL DE INDUCȚIE CU CREUZET

1. Scopul lucrării: oferă studenților posibilitatea de a se familiariza cu construcția cuptoarelor cu creuzet, studiul circuitelor de alimentare ale cuptoarelor de inducție, calculul parametrilor electromagnetici specifici, calculul factorului de putere și randamentelor: electric și termic.

2. Desfășurarea lucrării

2.1 Se va explica principiul încălzirii prin inducție. Se va urmări în laborator construcția inductorului la cuptorul de inducție cu creuzet și la plitele de inducție.

Principiul încălzirii prin inducție:

Forma inductorului la cuptorul cu creuzet:

Forma inductorului la plitele de inducție:

2.2 Se vor prezenta succint elementele instalației cuptorului de inducție cu creuzet

2.3 Construcția sursei de alimentare cu frecvență medie a inductorului cuptorului cu creuzet:

2.4 Realizarea topirii unei șarje de plumb, cu măsurarea principalilor mărimi electrice și a duratei topirii.

Transformatorul de alimentare: tensiunea electrică în primar: $U_r =$ [V], intensitatea curentului electric în primar: $I_r =$ [A], puterea activă absorbită din rețea: $P_r =$ [W].

Transformatorul de adaptare: tensiunea electrică în primar: $U_p =$ [V], intensitatea curentului electric în primar: $I_p =$ [A], puterea activă în primar $P_p =$ [W], raportul de transformare: $k_T = 57/5$.

Durata topirii: $t_t =$ [min].

2.5 Calculul parametrilor electromagnetici ai sistemului inductor - creuzet

Se au în vedere dimensiunile cuptorului de inducție cu creuzet prezentate schița în figura 1 și dimensiunile secțiunii materialului inductorului (fig.2).

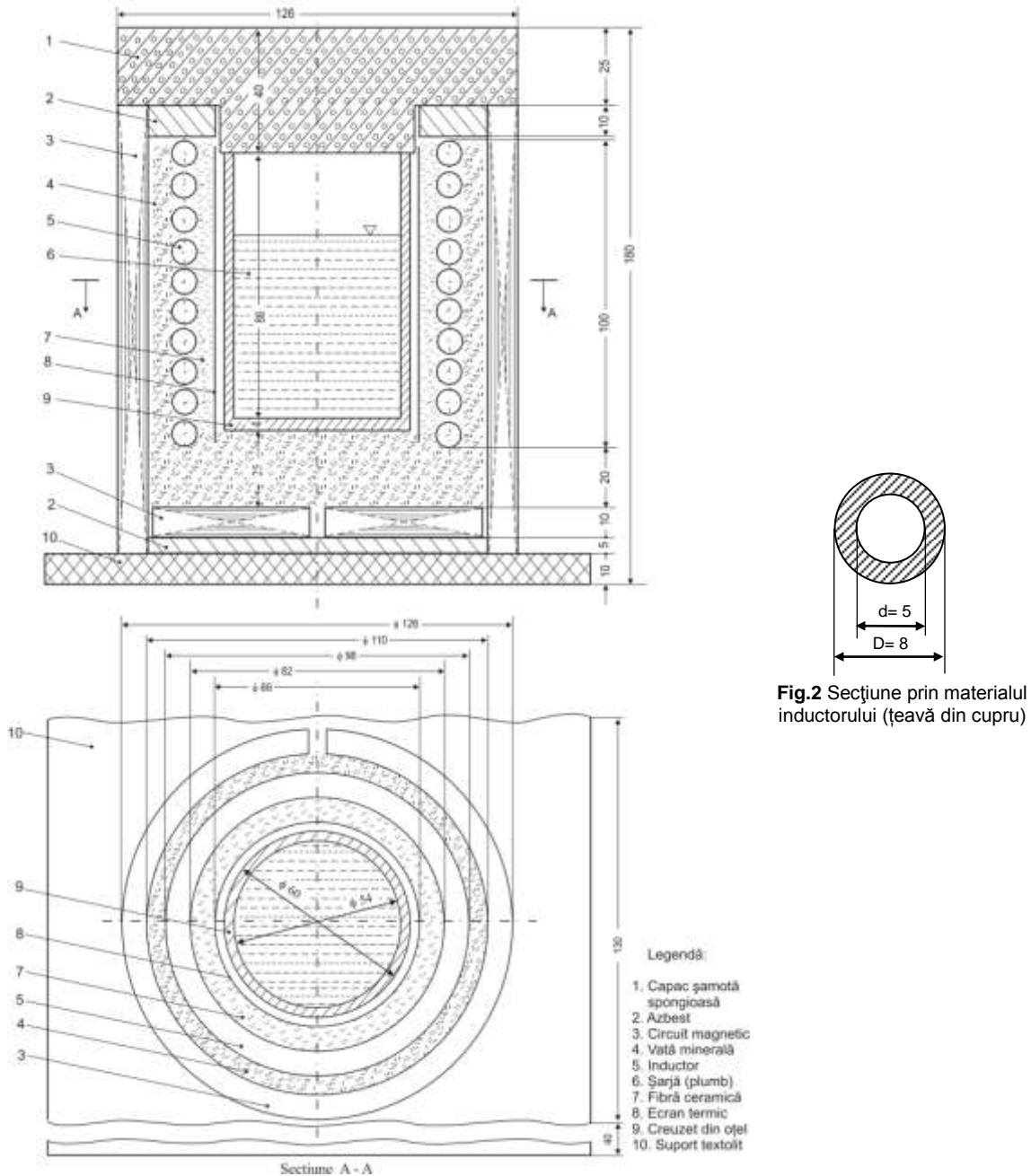


Fig. 1 Schița constructivă a cuptorului de inducție cu creuzet

a. Parametrii inductorului

1. Adâncimea de pătrundere a undelor electromagnetice în materialul inductorului

$$\delta_1 = 503 \sqrt{\frac{\rho_1}{\mu_r \cdot f}}$$

$$\rho_1 = \quad , \quad \mu_r = \quad , \quad f = 600 \text{ Hz.}$$

Rezultă: $\delta_1 = 503 \sqrt{\quad} =$

2. Rezistența electrică a inductorului

$$R_1 = \rho_1 \frac{\pi d_1 N^2}{\delta_1 h_1 g} K_{r1}$$

unde: $d_1 = 82$ mm (diametrul interior al inductorului); $N = 10$ spire; $h_1 = 100$ mm (înălțimea inductorului)

g – factorul de umplere al bobinei, $g = \frac{\pi DN}{4 h_1} =$

K_{r1} – factor de corecție, cu $K_{r1} = \frac{sh2\varepsilon_1 + \sin2\varepsilon_1}{ch2\varepsilon_1 - \cos2\varepsilon_1}$, unde $\varepsilon_1 = \frac{a_1}{\delta_1} =$. Calculez $sh2\varepsilon_1 = \frac{e^{2\varepsilon_1} - e^{-2\varepsilon_1}}{2} =$

și $ch2\varepsilon_1 = \frac{e^{2\varepsilon_1} + e^{-2\varepsilon_1}}{2} =$. Așadar $K_{r1} =$

Rezultă: $R_1 =$

3. Reactanța inductorului

$$X_1 = \rho_1 \frac{\pi d_1 N^2}{\delta_1 h_1 g} K_{x1} = R_1 \frac{k_{x1}}{k_{r1}}$$

K_{x1} – factor de corecție, cu $K_{x1} = \frac{sh2\varepsilon_1 - \sin2\varepsilon_1}{ch2\varepsilon_1 - \cos2\varepsilon_1}$, unde $\varepsilon_1 = \frac{a_1}{\delta_1} =$. $K_{x1} =$

Rezultă: $X_1 =$

4. Inductivitatea exterioară (de scăpări) a inductorului

$$L_l = \mu_0 \alpha_1 \frac{\pi (d'_1)^2}{4 h_1} N^2$$

unde $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m, $d'_1 = d_1 + \delta_1 =$, $\alpha_1 = \exp \left[0,054 \left(\frac{d'_1}{h_1} \right)^2 - 0,428 \frac{d'_1}{h_1} \right] =$

Rezultă: $L_l = \mu_0 \alpha_1 \frac{\pi (d'_1)^2}{4 h_1} N^2 =$

5. Reactanța exterioară a inductorului

$$X_l = \omega \cdot L_l = 2\pi \cdot f \cdot L_l =$$

b. Parametrii piesei încălzite (creuzetului)

1. Adâncimea de pătrundere în cilindrul de oțel (creuzet)

$\delta_2 = 503 \sqrt{\frac{\rho_2}{\mu_r \cdot f}}$, $\rho_2 = \rho_{c20^\circ} (1 + \alpha_\rho \Delta\theta)$; unde $\Delta\theta = \theta_f - \theta_i =$ -20 = ,

deci $\rho_2 =$, $\mu_r = \frac{\mu_c}{\mu_0}$. Rezultă: $\delta_2 = 503 \sqrt{\quad} =$

2. Rezistența electrică a creuzetului

$$R_2 = \rho_2 \frac{\pi \cdot d_2}{\delta_2 h_2} K_{r2}$$

unde $d_2 = 60$ mm (diametrul exterior al creuzetului); $h_2 = 90$ mm (înălțimea creuzetului)

$$K_{r2} - \text{factor de corecție}; K_{r2} = \frac{\text{sh}2\varepsilon_2 + \sin 2\varepsilon_2}{\text{ch}2\varepsilon_2 - \cos 2\varepsilon_2}, \text{ unde } \varepsilon_2 = \frac{a_2}{\delta_2} = \dots \text{ Calculez } \text{sh}2\varepsilon_2 = \frac{e^{2\varepsilon_2} - e^{-2\varepsilon_2}}{2} =$$

$$\text{și } \text{ch}2\varepsilon_2 = \frac{e^{2\varepsilon_2} + e^{-2\varepsilon_2}}{2} = \dots \text{ Așadar } K_{r2} =$$

Rezultă $R_2 =$

3. Reactanța creuzetului

$$X_2 = \rho_2 \frac{\pi \cdot d_2}{\delta_2 h_2} K_{x2}$$

$$K_{x2} - \text{factor de corecție}; K_{x2} = \frac{\text{sh}2\varepsilon_2 - \sin 2\varepsilon_2}{\text{ch}2\varepsilon_2 - \cos 2\varepsilon_2}, \text{ unde } \varepsilon_2 = \frac{a_2}{\delta_2} = \dots, \text{ deci } K_{x2} =$$

Rezultă $X_2 =$

4. Inductivitatea exterioară (de dispersie) a creuzetului

$$L_{II} = \mu_0 \alpha_2 \frac{\pi (d'_2)^2}{4h_2}, \text{ unde } \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}, \quad d'_2 = d_2 - \delta_2 =$$

$$\alpha_2 = \exp \left[0,054 \left(\frac{d'_2}{h_2} \right)^2 - 0,428 \frac{d'_2}{h_2} \right] =$$

$$\text{Rezultă: } L_{II} = \mu_0 \alpha_2 \frac{\pi (d'_2)^2}{4h_2} =$$

5. Reactanța exterioară a creuzetului

$$X_{II} = \omega \cdot L_{II} = 2\pi \cdot f \cdot L_{II} =$$

c. Parametrii sistemului inductor - piesă încălzită

1. Inductivitatea mutuală sistemului inductor - piesă

$$M = \mu_0 \alpha_M \frac{\pi (d'_2)^2}{4h_2} N, \text{ unde: } \alpha_M = 1,91^{(1-h_1/h_2)} \exp \left[-0,466 \frac{d'_1}{h_1} - 0,012 \right] =$$

$$\text{Rezultă: } M = \mu_0 \alpha_M \frac{\pi (d'_2)^2}{4h_2} N =$$

2. Raportul de transformare a transformatorului echivalent inductor - piesă

$$p = \frac{\alpha_M / \alpha_2}{\sqrt{1 + (R_2 / \omega L_{II})^2}} N =$$

3. Rezistența totală a sistemului inductor - piesă

$$R_t = R_1 + p^2 R_2 =$$

4. Reactanța totală

$$X_t = X_1 + p^2 X_2 + X_l - p^2 X_{II}$$

5. Impedanța totală

$$\underline{Z}_t = R_t + jX_t; \quad Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} =$$

6. Factorul de putere al cuptorului

$$\cos \varphi = \frac{R_t}{Z_t} = \frac{R_t}{\sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$$

7. Randamentul electric

$$\eta_e = \frac{P_2}{P_1} = \frac{p^2 R_2}{R_1 + p^2 R_2} =$$

c. **Calculul parametrilor H_0 , E_0 , J_0 , S_0**

1. Intensitatea curentului electric prin inductor

$$I_1 = I_p \cdot k_T =$$

2. Intensitatea câmpului magnetic al inductorului

$$H_0 = \frac{I_1}{h_1} \cdot N =$$

3. Intensitatea câmpului electric

$$E_0 = \sqrt{2} \frac{H_0}{\delta_1} \cdot \rho_1 =$$

4. Densitatea curentului de conducție

$$J_0 = \sqrt{2} \frac{H_0}{\delta_1} =$$

5. Densitatea fluxului de energie (mărimea vectorului lui Poynting)

$$S_0 = \sqrt{2} \frac{H_0^2}{\delta_1} \cdot \rho_1 =$$

2.6 **Calculul termic**

1. Masa creuzetului

$m_c = \gamma_c \cdot V_{OL}$, unde γ_c - densitatea creuzetului, V_{OL} – volumul din oțel al creuzetului.

$$V_{OL} = \frac{\pi}{4} [(d_2^2 - d_i^2) \cdot h_2 + d_i^2 \cdot h_f] =$$

unde: d_i – diametrul interior al creuzetului, h_f – înălțimea bazei creuzetului.

$$m_c =$$

2. Masa șarjei

$m_s = \gamma_s \cdot V_s$, unde γ_s - densitatea plumbului, V_s – volumul de plumb din creuzet.

$$V_s = \frac{\pi}{4} d_i^2 \cdot h_s, \text{ unde } h_s = \quad, V_s = \quad, m_s =$$

3. Căldura utilă

3.1 Cantitatea de căldură încorporată în masa de oțel a creuzetului

$$Q_c = m_c \cdot c_c \cdot (\theta_f - \theta_i) =$$

3.2 Cantitatea de căldură încorporată în masa de plumb

$$Q_s = m_s \cdot c_s \cdot (\theta_f - \theta_i) =$$

3.3 Cantitatea de căldură necesară topirii șarjei de plumb

$$Q_{st} = m_s \cdot c_{lt} =$$

3.4 Cantitatea de căldură utilă

$$Q_u = Q_c + Q_s + Q_{st} =$$

4. Pierderi de căldură (se neglijează pierderile de căldură prin convecție termică)

4.1 Calculul pierderilor de căldură prin pereții cilindrici izolați cu vată minerală

$$\lambda_{vm} = 0,06 + 0,157 \cdot \theta_m \cdot 10^{-3} =$$

$$\text{unde } \theta_m = (\theta_1 + \theta_2) / 2 = \quad \text{cu: } \theta_1 = \theta_f \text{ și } \theta_2 = \theta_a = 20^\circ\text{C}$$

$$Q_{pl} = \frac{2\pi \cdot \lambda_{vm}(\theta_1 - \theta_2) \cdot L}{\ln(D_2 / D_1)} \cdot t_t =$$

L – înălțimea stratului, D_2, D_1 – diametrul exterior, respectiv interior, al stratului.

4.2 Calculul pierderilor de căldură prin partea inferioară izolată cu vată minerală

$$Q_{pi} = \frac{\lambda_{vm}(\theta_1 - \theta_2) A_{ci}}{s_i} t_t, \text{ unde } s_i \text{ – este grosimea stratului, iar } A_{ci} \text{ – aria de calcul.}$$

$$A_{ci} = \quad ; Q_{pi} =$$

4.3 Calculul pierderilor de căldură prin capacul din șamotă spongioasă

$$\lambda_{ss} = 0,29 + 0,232 \cdot \theta_m \cdot 10^{-3} =$$

$$Q_{pc} = \frac{\lambda_{ss}(\theta_1 - \theta_2) A_{cc}}{s_c} t_t, \text{ unde } s_c \text{ – este grosimea capacului, iar } A_{cc} \text{ – aria de calcul.}$$

$$A_{cc} = \quad ; Q_{pc} =$$

4.4 Cantitatea de căldură pierdută

$$Q_p = Q_{pl} + Q_{pi} + Q_{pc} =$$

5. Randamentul termic

$$\eta_\theta = Q_u / Q = Q_u / (Q_u + Q_p) =$$

2.7 **Randamentul cuptorului**

$$\eta_c = \eta_e \cdot \eta_\theta =$$

2.8 **Randamentul global al instalației**

$$\eta_g = \frac{Q_u}{P_r \cdot t_t} = \quad , \text{ unde } P_r \text{ este puterea medie absorbită din rețea.}$$

3. **Concluzii și observații individuale / personale**

Cadrul didactic

Calificativ

Semnătură