

Exercices sur le chauffage par induction

Exercice n°1

On est en situation de considérer la profondeur de pénétration du courant p est suffisamment petite devant le rayon r de la barre pour avoir la densité de courant de la forme $J = J_0 e^{-\frac{x}{p}}$ et l'intensité $I = J_0 p$ où p est la profondeur de pénétration.

Calculer la proportion de l'intensité du courant qui passe dans la profondeur de pénétration p .

Exercice n°2

On chauffe par induction une pièce cylindrique en acier de perméabilité magnétique $\mu_r = 70$ à une température inférieure à la température de Curie de 769 °C.

La résistivité de l'acier est $\rho = 2.10^{-7} \Omega.m$ à 20 °C et $\rho = 10^{-6} \Omega.m$ à 900 °C.

- Calculer la profondeur de pénétration p à 20 °C pour une fréquence du courant de l'inducteur de 500 Hz.
- Calculer la nouvelle fréquence nécessaire afin de conserver la même profondeur de pénétration p à 900 °C.
- La partie de pièce chauffée passe de 20 à 900 °C en 10 s. Calculer la puissance moyenne qu'elle reçoit.

On donne les dimensions de la pièce cylindrique : le rayon $r = 2$ cm, sa longueur $l = 25$ cm, sa masse volumique $\mu = 7,8$ g.cm⁻³ et sa chaleur massique $c = 500$ J.kg⁻¹.°C⁻¹.

- Le rendement de l'opération est de 75 %. Déterminer la puissance perdue par effet Joule considérée comme la seule origine des pertes. En déduire l'intensité du courant de l'inducteur de résistance $R = 10^{-1} \Omega$.

Exercice n°3 (BTS 2006)

On rappelle que la perméabilité magnétique absolue du vide vaut : $\mu_0 = 4 \pi.10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$.

Donnée : Expression de la profondeur de pénétration ou épaisseur de peau $p = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \mu_r \mu_0 f}}$

avec ρ résistivité de l'acier, μ_r perméabilité magnétique relative de l'acier et f fréquence des courants induits.

Soit une pièce d'acier courant dont la saturation magnétique a lieu pour une excitation magnétique de valeur $H = 1,0 \times 10^5 \text{ A.m}^{-1}$.

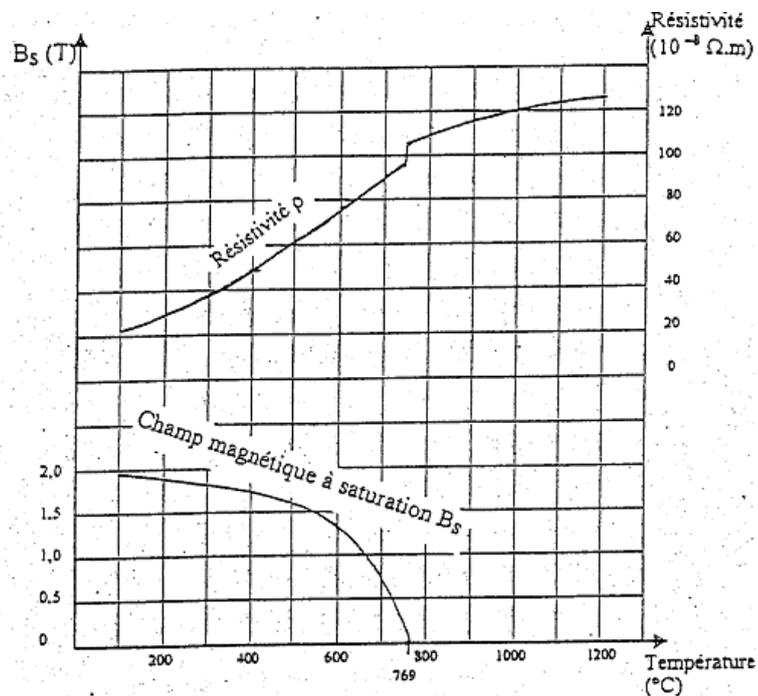
Entre la température ambiante et 600°C, la valeur de μ_r pour cet acier est $\mu_r = 15$.

- Vérifier qu'entre la température ambiante et 600 °C la valeur numérique du champ magnétique à saturation B_s est voisine de celle que l'on peut déterminer à partir du diagramme en annexe.
- On étudie le cas où la température T de la zone pelliculaire reste inférieure à 769°C. On n'a donc pas dépassé une température remarquable pour un acier. Quel est le nom donné à cette température?
- Montrer qu'entre la température ambiante et 600 °C, la profondeur de pénétration p

est de la forme: $p=C\sqrt{\frac{\rho}{f}}$, C étant une constante proche de 130.

4. En utilisant les informations de la figure A, calculer la profondeur de pénétration à 400°C et pour une fréquence $f = 4,0$ kHz.
5. On donne dans le tableau ci-dessous la profondeur de pénétration à 600°C et pour une fréquence $f = 1,0$ kHz. En déduire la valeur de p à la même température et à la fréquence 4,0 kHz.
6. On étudie maintenant le cas où $T > 769$ °C. Quelle est la valeur de μ_r ?
 - a. Justifier par le calcul la valeur de p lue dans le tableau à la température de 800°C et pour une fréquence $f = 1,0$ kHz.
 - b. Compléter le tableau B en calculant les valeurs de p à 800°C et 4,0kHz, puis à 1000°C et 4,0 kHz.

Evolution des paramètres physiques d'un acier courant



T en °C	400		600		800		1000	
f en kHz	1,0	4,0	1,0	4,0	1,0	4,0	1,0	4,0
p en mm	2,9		3,6		16,7		17,4	