

SOCIÉTÉ ANONYME DE
COMMENTRY - FOURCHAMBAULT & DECAZEVILLE

84, Rue de Lille — PARIS (7^e)

Capital Social : 66.000.000 de francs

Registre de Commerce : Seine 21.657

Téléphone { Invalides 38-14
Inter-Invalides 42

ACIÉRIES D'IMPHY (Nièvre)

Registre du Commerce : Nevers 152 B1

Téléphone : Nevers 0-31

CALCUL DES RÉSISTANCES D'UN APPAREIL DE CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

La détermination des fils, des rubans ou des bandes à utiliser ne peut être faite simplement par le calcul en raison de la diversité et de la complexité des facteurs. Les indications qui vont suivre visent à donner une méthode empirique qui fournira une première approximation, qui sera précisée ensuite par des essais pratiques.

Ces indications sont relatives à la construction d'appareils de petite puissance, tels que les appareils domestiques. Pour les fours industriels, il conviendra d'utiliser les modes de calcul habituels d'après les caractéristiques physiques de l'alliage utilisé, contenues dans la notice correspondante.

Mode de calcul pour les fils.

La table des intensités reproduite dans les notices donne la valeur de l'intensité à faire passer dans un fil tendu à l'air libre, pour obtenir les températures indiquées. Pratiquement, un fil n'est jamais utilisé dans ces conditions, et, par suite du calorifugeage de l'appareil, il atteint en général une température beaucoup plus élevée. On tient compte de ce facteur à l'aide du coefficient de montage m que l'on peut définir comme suit. En appelant :

T la température de régime que l'on se propose d'atteindre dans un fil dont on veut déterminer le diamètre par le passage d'un certain courant que l'on cherche également à déterminer ;

T' la température qu'atteindrait le même fil parcouru par le même courant, s'il était tendu à l'air libre ;

le coefficient de montage est donné par le rapport

$$m = \frac{T'}{T}$$

Soit à déterminer la longueur et la section de ce fil destiné à chauffer à T degrés (température du fil) dans un appareil d'une puissance de P watts alimenté sous une tension (continue ou alternative) de V volts. Le calorifugeage est tel que le coefficient de montage est m .

La température fictive à considérer est $T' = m T$.

L'intensité qui traversera ce fil sera I ampère = $\frac{P}{V}$.
Aux valeurs T' et I correspondra dans les tables un fil de diamètre d .

D'autre part, l'application de la loi d'Ohm donne pour la résistance totale du fil : r ohms = $\frac{V}{I}$.

Or, le fil de diamètre d a pour la température de T degrés une résistance de R ohms/mètre, d'où la longueur du fil à utiliser : L mètre = $\frac{r}{R}$.

(Les valeurs utilisées en courant alternatif sont les valeurs efficaces, les seules d'ailleurs considérées pratiquement.)

Exemples de calcul :

1° Fil RNC-20 pour radiateur de 1.200 watts alimenté sous la tension alternative de 120 volts, destiné à chauffer à la température de 850°. Le coefficient de montage est estimé égal à 0,7.

Température fictive à considérer : $850 \times 0,7 = 600^\circ$ environ.

$$\text{Intensité} : \frac{1.200}{120} = 10 \text{ amp.}$$

Pour $I = 10 \text{ amp.}$, $T = 600^\circ$, on a un fil de diamètre $d = 90/100 \text{ mm.}$ environ. Résistance du fil : $r = \frac{120}{10} = 12 \text{ ohms.}$ Or, le fil de diamètre 90/100 mm. a une résistance de 1,910 ohms/mètre à 850°. Sa longueur sera donc : $L = \frac{12}{1,910} = 6,3 \text{ mètres.}$

Pratiquement, on prendra un fil de diamètre 90/100 mm., et il suffira de faire varier sa longueur autour de 6,3 mètres pour obtenir la solution convenable. On pourrait également agir sur le calorifugeage, ce qui ferait varier la valeur du coefficient m.

2° Faisons le même calcul pour un fil en RCA-22 utilisé dans les mêmes conditions :

$$\begin{aligned} \text{On a également : } T &= 850^\circ \\ m &= 0,7 \\ T' &= 600^\circ \\ I &= 10 \text{ amp.} \\ r &= 12 \text{ ohms} \end{aligned}$$

D'après les tables, on a :

$$\begin{aligned} d &= 95/100 \text{ mm.} \\ R &= 1,937 \text{ ohms/mètre à } 850^\circ. \\ L &= \frac{12}{1,937} = 6,2 \text{ mètres environ.} \end{aligned}$$

TABLE DES COEFFICIENTS DE MONTAGE

Type de construction	m
Appareils non calorifugés : Faisceaux de résistances en boudins ou tôle chauffante, nus et sans support, dans l'air calme.....	0,8
Appareils faiblement calorifugés : Radiateurs enroulés sur un support réfractaire chauffant dans l'air calme.....	0,6 à 0,7
Appareils moyennement calorifugés : Fils entre deux couches isolantes; fers à repasser, tablette chauffante, cuves à bain de sel, etc.....	0,5
Appareils fortement calorifugés : Four tubulaire ou moufle avec enveloppe calorifuge d'épaisseur 3 à 5 fois égale à la dimension transversale moyenne de l'enceinte chauffée.....	0,3 à 0,4

TABLE DES COEFFICIENTS DE PROFIL

Largeur Épaisseur	2	3	4	5	7	10	15	25 et au-dessus
p	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50

Mode de calcul pour les rubans.

Dans ce cas, il est nécessaire de corriger la valeur de l'intensité qui doit être plus élevée pour obtenir la même température d'équilibre dans un ruban de section donnée que dans un fil de même section. En effet, pour une même section, la surface d'un ruban est plus grande et, par suite, son refroidissement plus énergique, ce qui nécessite une plus forte intensité pour maintenir la même température. Cette correction s'effectue au moyen d'un coefficient de profil p qui peut être défini comme suit :

p est le rapport de l'intensité qu'il faut admettre dans un fil donné, à l'intensité qu'il faut admettre dans un ruban de même section, pour obtenir la même température, d'où :

$$I' (\text{ruban}) = p \times I (\text{fil}).$$

Exemple : Reprenons le cas du radiateur calculé plus haut. Supposons que nous voulions construire ce radiateur avec un ruban en RNC-20 défini par le rapport $\frac{\text{largeur}}{\text{épaisseur}} = 5$. Le coefficient p est alors égal à 1,30.

L'intensité à considérer est alors non pas $I = 10 \text{ amp.}$, mais $I = \frac{10}{1,3} = 7,69 \text{ amp.}$, correspondant pour 600° à une section voisine de $0,4418 \text{ mm}^2$ ou plus exactement en interpolant sur les tables à une section de $0,4615 \text{ mm}^2$. On a : Largeur = $5 \times$ épaisseur et largeur \times épaisseur = $0,4615 \text{ mm}^2$ d'où épaisseur du ruban = $\sqrt{\frac{0,4615 \text{ mm}^2}{5}} = 0,304 \text{ mm.}$, soit pratiquement 0,3 mm.

Le calcul se conduira ensuite de la même façon : le ruban a une résistance de 2,66 ohms/mètre à 850° ($123 \text{ microhms.cm} \times 10^{-6} \times \frac{100 \text{ cm}}{0,004615 \text{ cm}^2}$, par application de la loi d'Ohm). Sa longueur sera donc :

$$L = \frac{12}{2,66} = 4,63 \text{ mètres environ.}$$

Formes de livraisons des rubans.

Pratiquement, on utilise en général pour les petites sections un ruban constitué par un fil aplati ayant une forme méplate avec bords arrondis; de ce fait, on le caractérise soit par :

- sa section et son épaisseur,
- sa section et sa largeur,
- sa section et le rapport de ses deux dimensions (largeur = 2 à 10 fois l'épaisseur).

Lorsque les sections deviennent importantes, on utilise des bandes dont la section est exactement rectangulaire. Celle-ci est alors définie par le produit des deux dimensions : largeur \times épaisseur.

N. B. — On admet en première approximation que les coefficients de montage et de profils m et p sont indépendants de la température.