RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Le calcul des tubes à section elliptique soumis à une pression intérieure

par Frank F. FERGUSSON, A. M. I. C. E., F. G. S., *Ingénieur aux Etablissements J. Blakeborough & Sons England.*

Deux méthodes ont été exposées dans la Houille Blanche *N° 172 page 167, par M. l'ingénieur G. Prudon et dans le N° 173, page 213, par M. l'ingénieur P. Cayère, pour le calcul des fatigues du métal composant l'enveloppe elliptique des corps de robinets vannes.*

L'application de ces méthodes, en détail, exige une dépense de temps assez grande et le soussigné croit qu'il sera peut-être utile aux ingénieurs-dessinateurs de donner ses expériences gagnées dans le calcul d'un fort grand nombre de sections élliptiques.

L'examen des cas nombreux par les méthodes exposées par MM. Prudon et Cayère a démontré que le moment fléchissant positif maximum, Mb, au bout de l'axe mimor est, dans chaque cas, égal à

$$\frac{P}{2} \times b^2 \times \Delta_b \text{ kg. cm.} \qquad (1)$$

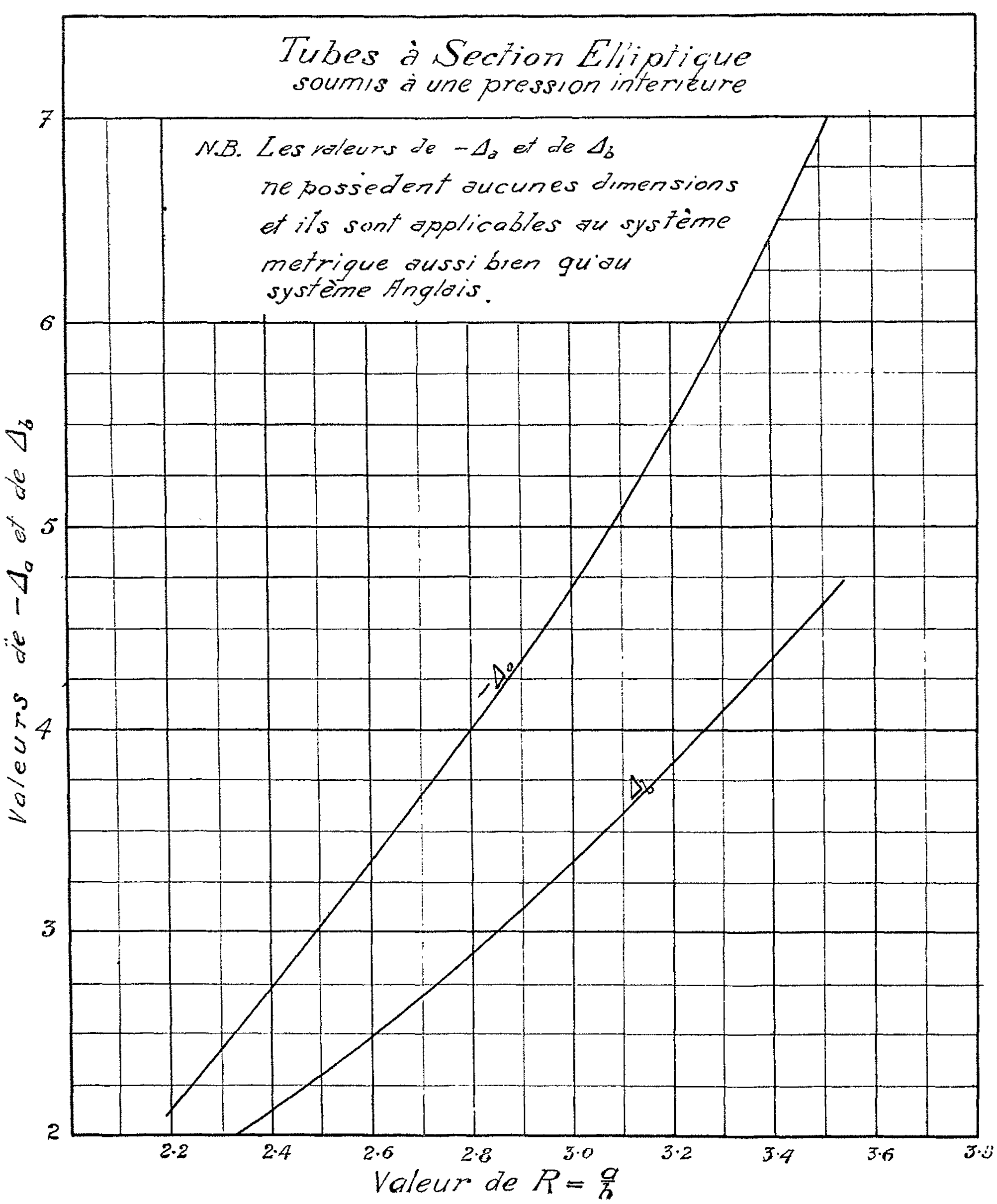


Fig. 1

où

P $= p\ d$ kg. cm.

p = la pression intérieure en kg/cm²

d = la distance entre les centres des nervures horizontales.

$$\Delta_b = (a^2 - b^2) - \frac{\Sigma\,(a^2 - r^2)}{n} \qquad (2)$$

a = la longueur de l'axe semi-major.

b = la longueur de l'axe semi-minor.

Dans l'équation (2) a et b ont la valeur de R et de l'unité, où R est le rapport entre les deux axes, $2a$ et $2b$, et n est le nombre des valeurs de r dans lequel on divise la circonférence de l'enveloppe Δ_b est clairement une valeur constante pour une valeur donnée de R.

Semblablement, le moment fléchissant négatif maximum, $-M_a$ kg. cm, au bout de l'axe major est égal à :

$$\frac{P}{2} \times b^2 \times (-\Delta_a)$$

ou

$$-\Delta_a \; \frac{\Sigma\,(a^2 - r^2)}{n}$$

a et b étant R et unité comme susdit, afin qu'on puisse éviter de multiplier par b^2 tous les termes du calcul.

On peut voir maintenant qu'on n'a qu'à prendre les valeurs de M_b et de $-M_a$ et de les diviser par $\frac{P\,b^2}{2}$, et avec ces résultats on peut construire une représentation graphique. En posant les valeurs de $-\Delta_a$ et de Δ_b contre l'axe de y et celles de R contre l'axe de x, voir fig. 1.

Par moyenne de ces courbes on peut déterminer les valeurs des moments fléchissants maximum positifs et négatifs pour aucun cas, quoi que ce soit, par une multiplication sur la règle de calcul, qui permettra de préciser une section convenable pour résister aux efforts.

Article published by SHF and available at http://www.shf-lhb.org or http://dx.doi.org/10.1051/lhb/1928008

Exemple : Pression intérieure = 5,12 atmosphères ;
Longueur de l'axe major = 2780 $^m/_m$;
Longueur de l'axe minor = 1112 $^m/_m$.

$$R = \frac{2\,a}{2\,b} = \frac{2780}{1112} = 2{,}5$$

$$a = \frac{2780}{2} = 1390\ ^m/_m \qquad b = 556\ ^m/_m \qquad b^2 = 309136$$

$$p = 5{,}12 \text{ kg. cm.}$$

Admettant pour d une valeur de 300 $^m/_m$, on aura :

$$P = 5{,}12 \times 30 = 153{,}6 \text{ kg. cm.}$$

$$\frac{P}{2} = 76{,}8 \text{ kg. cm.}$$

D'après les courbes de fig. 1, on voit que

$$\left.\begin{aligned} \Delta_b &= 2{,}3 \\ -\Delta_a &= -3{,}0 \end{aligned}\right\} \text{ pour une valeur de } r = 2{,}5$$

$$\therefore\ M_b = \Delta_b \cdot \frac{P}{2} \cdot b^2 = 2{,}3 \times 76{,}8 \times 3091{,}36 = 546{,}058 \text{ kg. cm.}$$

et

$$-M_a = -\Delta_a \cdot \frac{P}{2} \cdot b^2 = 3{,}0 \times 76{,}8 \times 3091{,}36 = 712{,}249 \text{ kg.cm.}$$

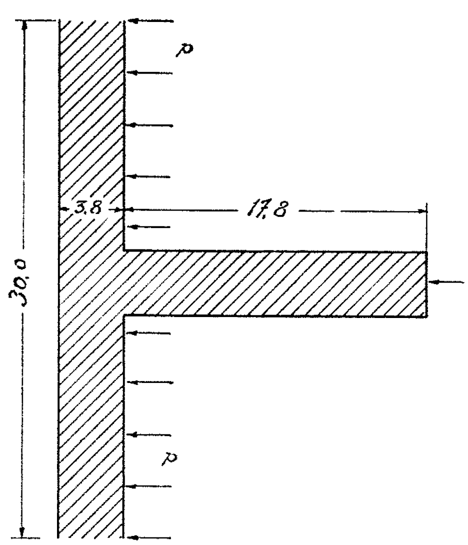


FIG 2

COUPE TRANSVERSALE
du BOUT de l'AXE MINOR.

L'effort d'extension au bout de l'axe « a » est égal à :

$$T_a = Pa = 153{,}6 \times 139 = 21{,}350 \text{ kg.}$$

et au bout de l'axe b :

$$T_b = Pb = 153{,}6 \times 55{,}6 = 8540 \text{ kg.}$$

il ne reste maintenant qu'à choisir une section qui convient le mieux pour résister économiquement aux efforts et en même temps qui conserve une forme pratique au point de vue de fabrication.

Le soussigné a toujours usé d'une section de la forme de fig. 5 de l'exposé de M. Cayère avec de bons résultats.

Considérons une tranche de l'enveloppe de 30 cms de longueur avec une nervure dans le centre ; voir fig. 2, et prenant d'abord la coupe transversale au bout de l'axe minor, on aura ;

L'aire

$$= 30 \times 3{,}81 + 17{,}8 \times 3{,}81 = 182{,}12 \text{ cm}^2 = A_b$$

Moment d'inertie

$$= 6768 \text{ cm}^2 = I_b$$

Moment de résistance

$$= \frac{6768}{5{,}92} = 1143 = Z_b$$

∴ Effort

$$= \frac{M_b}{Z_b} = \frac{546{,}058}{1143} = 477{,}7 \text{ kg. cm}^2$$

Effort direct

$$= \frac{T_b}{A_b} = \frac{8540}{187{,}17} = 47 \text{ kg. cm}^2$$

∴ Effort total d'extension

$$= 477{,}7 + 47 = \underline{524{,}7 \text{ kg. cm}^2}$$

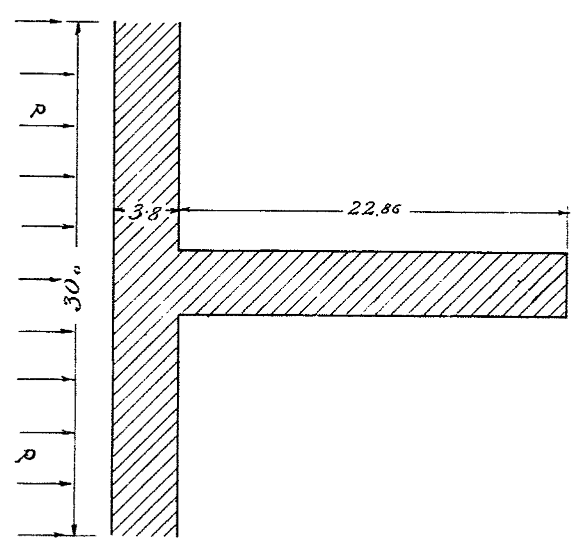
Les efforts au bout de l'axe major :

L'aire

$$= 30 \times 3{,}81 + 22{,}86 \times 3{,}81 = 201{,}39 \text{ cm}^2 = A_a$$

Moment d'inertie

$$= 12{,}759 = I_a$$



COUPE TRANSVERSALE
du BOUT de l'AXE MAJOR.

Moment de résistance

$$= \frac{12,\ 59}{201{,}39} = 1666 = Z_a$$

∴ Effort

$$= \frac{712{,}249}{1666} = 427 \text{ kg. cm}^2$$

Effort direct

$$= \frac{21{,}350}{201{,}39} = 106 \text{ kg. cm}^2$$

∴ Effort total d'extension

$$= 427 + 106 = \underline{533 \text{ kg. cm}^2}$$

Les calculs donnés dans cet exemple sont pour le cas actuel d'une vanne pour conduite forcée de 2400 $^m/_m$ de diamètre.