

Série 5.

Exercice 1

On veut réduire la section (circulaire) de barres en alliage d'aluminium dont le diamètre initial est $D_0 = 50.0$ mm. On se propose d'appliquer le procédé de tréfilage à froid en utilisant

- une machine fournissant une puissance maximale de $P = 100$ kW
- une filière de demi-angle d'ouverture $\alpha = \arctan \frac{1}{10}$ lubrifiée de façon à ce que le coefficient de frottement dynamique flan-filière vaille $\mu = 0.1$.

- a) Le rapport de réduction de section, $r = \frac{A_f}{A_0}$, nécessaire est $r = 0.75$. On vous demande
- 1) de calculer la longueur de contact L du flan sur la filière,
 - 2) de calculer la force de tréfilage $F_{\text{tréf}}$ nécessaire,
 - 3) de calculer la contrainte de traction q_f (tension de tréfilage) qu'on doit appliquer sur la section de sortie du flan,
 - 4) de calculer le taux de matière maximum qu'on peut tréfiler par unité de temps,
 - 5) de calculer la proportion de la puissance dépensée sous forme de déformation plastique et la proportion de la puissance dissipée en frottement.
- b) Le réglage de la force n'est plus possible sur votre machine et la seule force utilisable qui reste est de 50 kN
- 1) Montrez que votre machine vous permet d'atteindre a priori deux rapports de réduction de section $r_- < r_+$. Calculez leurs valeurs respectives.
 - 2) Ces deux rapports sont-ils atteignables avec votre machine. Si c'est le cas continuez avec le plus petit des deux. Sinon, conservez celui qui vous paraît raisonnable pour répondre aux questions suivantes.
 - 3) Calculez le diamètre de sortie et la longueur de contact de la nouvelle filière que vous aurez à usiner de façon à atteindre le rapport de réduction sélectionné sans modifier le demi-angle d'ouverture.
 - 4) Quelles vitesses maximales le flan peut-il atteindre en entrée et en sortie dans les nouvelles conditions de fonctionnement ?

Les propriétés mécaniques (approximatives) qui caractérisent l'alliage d'aluminium utilisé sont données ci-dessous :

TABLE 1 – Propriétés mécaniques assumées pour l'alliage d'aluminium

limite élastique	$R_e \simeq 100$ MPa
tx. de déf. réel en lim. élastique	$\varepsilon_e \simeq 0$
coefficient de Poisson	\simeq <i>incompressibilité</i>
comportement plastique	\simeq <i>parfait</i>

Exercice 2

Un bloc d'acier de 100 mm d'épaisseur et de 1000 mm de largeur doit être réduit à la dimension d'une feuille de 10 mm d'épaisseur par laminage à chaud. Les rouleaux ont un rayon de 400 mm. A la température de laminage, la limite élastique du matériau est de $R_e = 150$ MPa. Ce matériau est supposé incompressible avec un comportement plastique idéal. En plus de cela, on imagine que la largeur de laminage est constante tout au long de l'opération.

- (a) Votre laminoir n'est pas conçu pour supporter une force d'écartement des rouleaux valant plus que 25'000 kN. Vérifier que, dans ce cas, l'opération de laminage ne peut pas être réalisée en une seule passe.
- (b) Planifier l'opération en deux passes et déterminer les facteurs de laminage successifs $r^{(1)}$ et $r^{(2)}$. Y a-t-il un choix de $r^{(1)}$ et $r^{(2)}$ qui minimise le travail de laminage total (frottements négligés)? Si non, choisir $r^{(1)}$ et $r^{(2)}$ de telle façon que le travail de laminage soit le même lors de chaque passe.
- (c) Vérifier que le laminoir est capable d'effectuer les deux passes et calculer le coefficient de frottement nécessaire.
- (d) Calculer les vitesses de rotation $\omega^{(1)}$ et $\omega^{(2)}$ des rouleaux de façon à ne pas dépasser la limite de puissance de votre laminoir ($P_{\max} = 1$ MW).
- (e) Calculer les vitesses d'entrée et de sortie de la matière pour chaque passe.
- (f) Comparer la vitesse de sortie de la première passe et la vitesse d'entrée de la seconde. Pourquoi ces deux quantités sont-elles égales?