

Chapitre 4:

Assemblage par adhérence

Chapitre 4: Assemblage par adhérence

Dans les assemblages travaillant par frottement, la transmission des efforts entre les diverses pièces est assurée par la création d'une ou de plusieurs pressions élevées sur les faces en contact de telle sorte que la force de frottement d'adhérence soit supérieure aux efforts extérieurs appliqués sur l'assemblage. La sécurité de l'assemblage est donnée par le rapport entre l'effort limite provoquant le glissement des surfaces et l'effort réellement appliqué sur la structure. Dans ces montages, les surfaces de contact doivent jouer un grand rôle. Il est avantageux de présenter des états très parfaites.

1. Assemblage par emmanchement conique

Les assemblages par cônes permettent d'obtenir des montages simples entre un arbre et un moyeu tronconiques. Le centrage réciproque des deux pièces est assuré par une conicité identique sur les deux éléments. Ces assemblages présentent l'avantage d'un démontage facile. Mais ils sont plus chers (usinage précis pour obtenir la coïncidence des conicités). Dans les cas de transmission des efforts importants, il est souvent nécessaire de garantir le maintien de l'emmanchement, à l'aide d'un élément fileté. Les cônes irréversibles ne s'emploient seul que dans les machines-outils (contre-pointes de tour, forets).

1.1. Caractéristiques d'un assemblage conique

L'avantage essentiel de ce montage est la possibilité de manœuvre (montage et démontage) sans clé. Dans ce cas, l'assemblage d'un arbre-moyeu nécessite qu'un simple effort à la main nue.

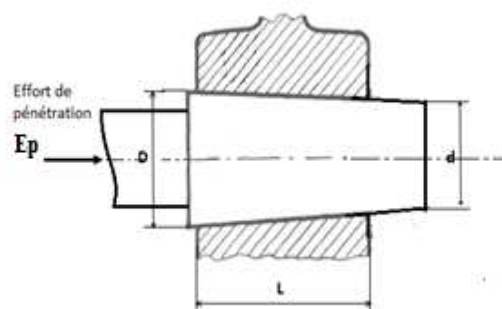


Figure 4.1: Assemblage par cône.

La figure 4.1 présente un exemple d'assemblage par emmanchement conique. Dans cet assemblage le coincement est garanti par l'adhérence des surfaces des deux pièces.

On trouve que cet assemblage est caractérisé par:

- L'angle de cône α compris entre les deux génératrices de cône,
- Le rapport entre la différence de diamètre et la longueur de contact, appelé conicité;

$$C = \frac{D-d}{L} = 2 \tan \frac{\alpha}{2} \quad (4.1)$$

- Surface latérale de contact, mesuré par;

$$S = \pi \frac{D+d}{2} \cdot \frac{L}{\cos \alpha/2} \quad (4.2)$$

1.2. Calcul des efforts de coincement

L'obtention du coincement nécessite un effort Ep déterminé à partir des valeurs de frottement la conicité. Cependant, les surfaces de contact exerce un effort résistant F incliné d'une α et d'une angle d'adhérence φ (Fig 4.2). Cet effort est décomposé en deux efforts: tangentiels et normale;

$$F = Ft + Fn \quad (4.3)$$

Si p en MPa désigne la pression entre les surfaces de contact, on trouve:

$$Fn = pS \quad \text{et} \quad Ft = pS \tan \varphi \quad (4.4)$$

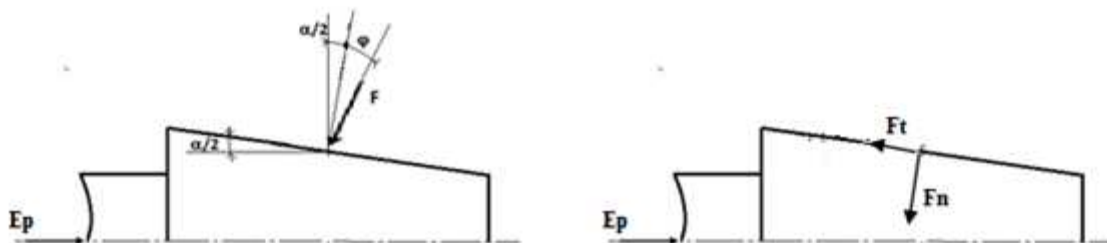


Figure 4.2: Efforts de coincement.

En effet,

$$Ep = Ft \cos \alpha/2 + Fn \sin \alpha/2 \quad (4.5)$$

En remplaçant Ft et Fn par les relations 4.4 et S par sa valeur (relation 4.2), on trouve:

$$Ep = p\pi \frac{(D^2-d^2)}{4} \left(\frac{\tan \varphi}{\tan \alpha/2} + 1 \right) \quad (4.6)$$

Afin que l'assemblage peut être réalisé et que les éléments utilisés peuvent résister, il faut que la pression de contact ne dépasse pas la valeur limite de résistance au matage.

De la même manière, l'effort d'extraction Ex peut être donné par:

$$Ex = p\pi \frac{(D^2 - d^2)}{4} \left(\frac{\tan \varphi}{\tan \alpha/2} - 1 \right) \quad (4.7)$$

On peut dire qu'il y a coincement que si Ex est supérieur à zéro, d'où:

$$\tan \varphi > \tan \alpha/2 \quad (4.8)$$

Il faut noter encore que l'effort d'extraction est inférieur à celui de pénétration.

1.3. Calcul du moment transmissible

Ce montage peut transmettre un couple maximale donné par:

$$M = p\pi \frac{(D^3 - d^3)}{12} \frac{\tan \varphi}{\sin \alpha/2} \cdot 10^{-3} \quad (4.9)$$

Le dépassement de cette valeur conduit, le plus souvent, au glissement entre l'arbre et le moyeu.

Exemple 1:

Considérons le montage en face. La vis assure une force de 1000 N. La conicité des pièces A et B est de 0,25. Sachant que le coefficient de frottement est égal à 0,15, calculer la pression de contact et le moment transmissible. $D_b = 20$ mm, $d_a = 15$ mm.

On a:

$$Ep = p\pi \frac{(D^2 - d^2)}{4} \left(\frac{\tan \varphi}{\tan \alpha/2} + 1 \right)$$

Où

$$\tan \varphi = \mu = 0,15 \text{ et } \tan \alpha/2 = c/2 = 0,25/2 = 0,125$$

D'où

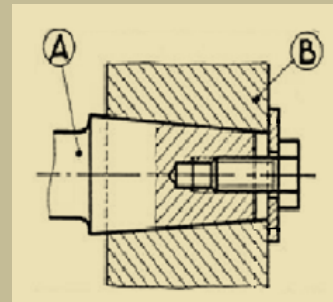
$$p = \frac{4Ep}{\pi(D_b^2 - d_a^2) \left(\frac{\tan \varphi}{\tan \alpha/2} + 1 \right)} = \frac{4 \times 1000}{\pi(20^2 - 15^2) \left(\frac{0,15}{0,125} + 1 \right)} = 3,3 \text{ MPa}$$

Le moment est donné par:

$$M = p\pi \frac{(D^3 - d^3)}{12} \frac{\tan \varphi}{\sin \alpha/2} \cdot 10^{-3} \quad \text{où} \quad \sin \alpha/2 \approx \tan \alpha/2$$

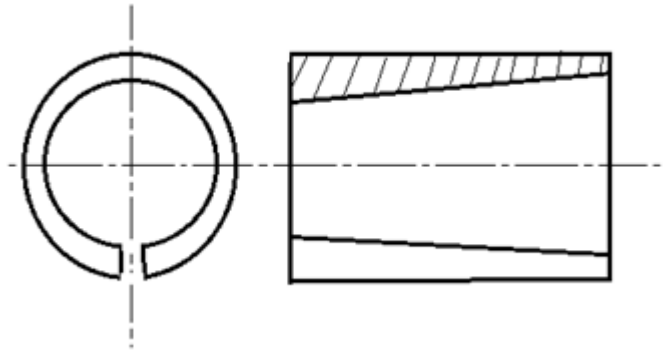
Donc

$$M = 3,3\pi \frac{(20^3 - 15^3)}{12} \frac{0,15}{0,125} 10^{-3} = 4,8 \text{ Nm}$$



2. Assemblage par douilles coniques fendues

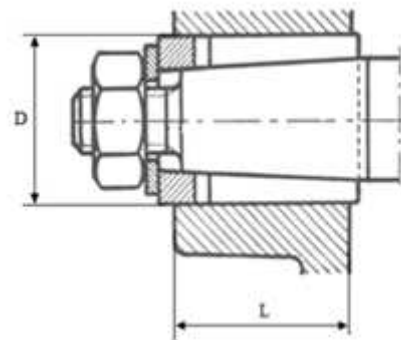
Les douilles coniques fendues sont des manchons cylindriques à l'extérieur, coniques à l'intérieur (Fig 4.3). Leur utilisation pour les arbre-moyeu permet d'éviter la conicité des alésages.

Figure 4.3: Douille conique fendue.

Ainsi, et dans les montages utilisant les douilles coniques fendues, le réglage continu de la position angulaire et longitudinale de l'arbre-moyeu est possible.

2.1. Calcul de l'effort de serrage

La connaissance de la pression limite de résistance p permet de déterminer l'effort de serrage nécessairement appliqué au élément fileté (Fig 4.4).

**Figure 4.4:** Montage par douille conique.

Si N est l'effort presseur normale, l'effort de serrage est donné par:

$$T = \mu N = \mu \pi D L p \quad (4.10)$$

Où μ est le coefficient de frottement.

2.2. Calcul du moment transmissible

Ce montage permet de transmettre un couple limite de:

$$M = \mu N \frac{D}{2} = \mu \pi \frac{D^2}{2} L p \quad (4.11)$$

Le plus souvent, et dans des cas pratique, il est préférable que la longueur de la portée L est égale à $1,5.D$.

3. Assemblage par pincement

Dans les assemblages pincés, la pression de contact est obtenue par déformation des pièces ajustées au moyen de serrage d'un élément fileté. La figure 4.5 présente un exemple de ces montage où la collier fondue est serrée à l'aide de deux rangées de n vis. Cette solution s'utilise pour la fixation de poulies et volants en deux parties. Elle permet la transmission de couple modestes entre de petits leviers ou pièces à fonction secondaire sur des arbres. L'ajustement de la position axiale ou angulaire est fortement facilité par ce mode d'assemblage.

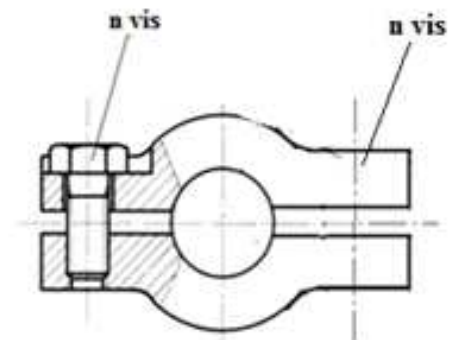


Figure 4.5: Montage par collier fondue.

3.1. Calcul d'effort axial

Supposons que la répartition de la pression de contact est uniforme longitudinalement et radialement (Fig 4.6).

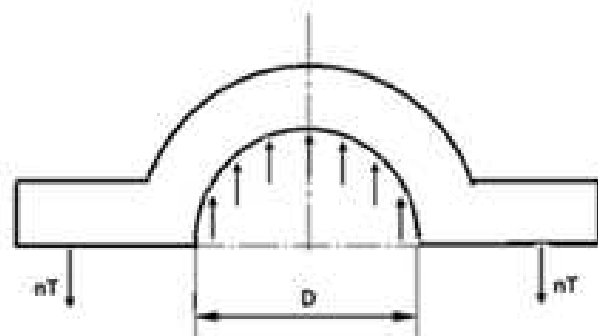


Figure 4.5: Répartition des efforts dans une collier.

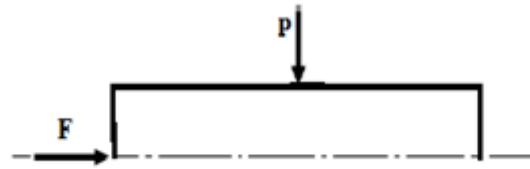
L'équation d'équilibre appliquée à la collier donne:

$$2nT = \pi DLp \quad (4.12)$$

D'où

$$p = \frac{2n}{\pi DL} T \quad (4.13)$$

Afin que le montage peut résister, l'effort de serrage ne doit pas engendre une pression de contact qui dépasse la valeur limite de matage.

Figure 4.6: Chargement de l'arbre.

Appliquons maintenant l'équilibre pour l'arbre (Fig 4.6);

$$F = \mu p s = \mu \pi D L p \quad (4.14)$$

D'où:

$$F = 2\mu n T \quad (4.15)$$

Cet effort représente l'effort axial garanti par ce montage. On peut pas alors transmettre, à l'aide d'une collier fendue, un effort longitudinale dépassant cette valeur limite.

3.2. Calcul du moment transmissible

Ce montage peut transmettre aussi un couple limite de:

$$M = F \frac{D}{2} = \mu n T D \quad (4.16)$$

Pour la validité de ces relations, il faut qu'on cherche au maximum possible une répartition uniforme des pressions de contact le long de la collier. Cela n'est garanti que par l'utilisation des surfaces de contact d'état parfaite et par la répartition équitable des vis.

Exemple 2:

Un accouplement utilisant une collier fendue sur un arbre de diamètre 40 mm transmet un moment de 150 Nm. La collier est maintenue par deux boulons (à chaque côté). Sachant que la longueur de cette collier est de 34 mm, calculer l'effort de serrage des boulons ($\mu = 0,15$) et puis la pression de contact engendrée.

On a:

$$M = \mu n T D$$

D'où

$$T = \frac{M}{\mu n D} = \frac{150 \times 10^3}{0,15 \times 2 \times 40} = 12500 \text{ N}$$

La pression de contact est donnée par:

$$p = \frac{2n}{\pi D L} T = \frac{2 \times 2}{\pi \times 40 \times 34} 12500 = 11,7 \text{ MPa}$$