

HELICES E-PROPS pour MOTEURS en PRISE DIRECTE VISSERIE

Le bureau d'études Hélices E-Props a fait le choix de mettre de la tige filetée titane afin d'assurer le serrage de ses hélices sur les moteurs en prise directe.

Le premier serrage des vis d'hélices est effectué à froid. Lorsque le moteur chauffe, les vis de fixation en acier se dilatent plus que le carbone du moyeu : la tension dans ces vis diminue et peut devenir insuffisante pour assurer un serrage correct des pieds de pales.

Pour palier ce problème, les vis acier traditionnelles sont remplacées par des tiges filetées en titane. Le titane se dilatant beaucoup moins que l'acier tout en étant aussi résistant, la marge de sécurité au serrage initial est augmentée notablement.

Ces indications sont détaillées dans la documentation technique remise avec l'hélice. Le choix de cette visserie est justifié techniquement dans le présent document.

Pourquoi des **tiges filetées titane** comme visserie des hélices E-Props conçues pour moteurs en prise directe ?

TITANE / ACIER : DES MÉTAUX DIFFÉRENTS

* Raideur (modules de Young. E) =>

- acier : 210000 Mpa
- titane : 111000 Mpa

Cela signifie qu'une barre de 1 mètre subissant une contrainte de 300Mpa (Newton /mm²) a un allongement de :

- Acier : 1,4mm
- Titane : 2,7mm

* Dilatation thermique =>

- acier $1,2 \cdot 10^{-5}$ (1/°K)
- titane $0,85 \cdot 10^{-5}$ (1/°K)

Cela veut dire qu'une barre de 1 mètre chauffée de 100°C se dilate de :

- Acier : 1,2mm
- Titane : 0,85mm

En imaginant :

- Que la température lors du serrage des vis soit de 0°C
- Que le couple de serrage donne une contrainte de 300Mpa.
- Que lors de l'utilisation, la température des vis monte de 100°C

L'étirement restant de chacune des barres de 1 mètre sera de :

- Acier : $1,4 - 1,2 = 0,2$ mm
- Titane : $2,7 - 0,85 = 1,85$ mm

La contrainte restante (et donc l'effort de serrage) sera de :

- Acier : $0,2 / 1000 * 210000 \Rightarrow 42\text{Mpa}$. (soit 1512 N pour une vis M8)
- Titane : $(1,85 / 1000) * 111000 \Rightarrow 205\text{Mpa}$ (soit 7380 N pour une vis M8)

=> Dans cet exemple, l'usage du titane permet de **conserver 5 fois plus de serrage**.

TIGE FILETÉE

Tige filetée : partie filetée entièrement

Vis : partie filetée, portion cylindrique, tête

A noter qu'il existe des vis sans portion cylindrique, dites vis entièrement filetées

On entend souvent dire :

1- *"En Aviation Certifiée, l'usage de tiges filetées est interdit"*

C'est **FAUX** : ce n'est pas la tige filetée qui est interdite, c'est l'usage de pièces issues de composants standards modifiés (comme par exemple une tige filetée recoupée). Dans le cadre Aviation Certifiée, il faut que ce soit un fabricant certifié qui réalise les bouts filetés, en fabriquant une tige filetée puis en la coupant.

2- *"Les tiges filetées sont dangereuses, parce qu'elles cassent en fond de filetage"*

Les vis ont aussi une portion filetée. La résistance d'une chaîne dépend de la résistance du maillon le plus faible, pas du nombre de maillons faibles.

La probabilité d'avoir un défaut en fond de filetage pourrait a priori sembler plus importante pour une tige filetée que pour une vis à portion cylindrique.

Mais ce n'est pas le cas, car le procédé de fabrication de tige fileté fait l'objet d'un contrôle beaucoup plus strict et permet d'éliminer les zones de début et de fin de process.

Sur une vis M8 :

- La partie filetée a une section minimale de 36 mm²
- La portion cylindrique (lisse) a une section de 49 mm²

Lors du serrage, une tige filetée est soumise à plus de contraintes et a donc un allongement plus important qu'une vis à portion cylindrique.

Comme la dilatation thermique est la même dans un filetage que dans une partie lisse, la tige filetée conserve **10% de serrage en plus** qu'une vis avec portion cylindrique + partie filetée.

Un autre avantage des tiges filetées est d'éviter tous risques de talonnage de l'écrou sur la portion cylindrique (cas d'un écrou arrivant en fin de la partie filetée).

En outre, avec une tige filetée, le serrage au couple sera toujours fait côté écrou, donc plus fiable qu'un serrage effectué côté tête de vis.

Influence de la différence de raideur entre la portion cylindrique et la partie fileté

Sur une vis, la portion cylindrique est plus rigide que la partie fileté, car la portion cylindrique possède 30% de section en plus que le filetage.

Lors des variations de température, cette différence de raideur va modifier le comportement de la vis.

A - En imaginant un serrage à chaud (60°C, 28N.m) et un refroidissement de -80°C (hiver -20°C), et en supposant le retrait du moyeu carbone nul :

Le retrait du métal va causer une augmentation des contraintes.

Pour une tige fileté, les contraintes vont se répartir de manière homogène.

Mais pour la vis, la portion cylindrique étant plus rigide, elle va surcharger la partie fileté.

- Vis acier : 180% d'augmentation de contrainte max
- Tige fileté acier : 160% d'augmentation de contrainte max
- Vis Titane : 130% d'augmentation de contrainte max
- Tige fileté Titane : 120% d'augmentation de contrainte max

Lors de ce cycle thermique extrême, la solution tige fileté Titane est **4 fois moins sollicitée** que la solution vis acier. Le risque de rupture en fatigue thermique est donc moindre.

B - A l'inverse, dans le cas d'un serrage à froid (0°C) et d'une utilisation à 80°C, la dilatation du métal va réduire le serrage des vis :

- Vis acier : il ne restera que 21% du serrage initial
- Tige fileté acier : il ne restera que 41% du serrage initial
- Vis Titane : il restera 71% du serrage initial
- Tige fileté Titane : il restera 78% du serrage initial, soit **4 fois plus que la solution vis acier**

A noter : pour conserver un tel serrage à chaud avec une vis acier, il faudrait que le serrage initial à 0°C soit de :

- 44 N.m pour une vis acier (vis de qualité 14.9)
- 38 N.m pour une tige fileté acier (qualité 12.9)

Pourrait-on faire encore mieux que la tige fileté ou qu'une vis entièrement fileté ?

OUI

On pourrait imaginer une vis dont la partie cylindrique soit d'un diamètre réduit à 6mm. Cela permettrait d'avoir une portion cylindrique moins raide que le filetage. Sauf que dans ce cas, il s'agirait d'un composant spécifique sur-mesure, coûtant très cher et au procédé de fabrication forcément moins bien maîtrisé que pour une tige fileté classique.

Tiges filetées fournies par Hélices E-PROPS

Hélices E-Props fournit des tiges filetées en **Titane de grade 5, supérieur à l'acier 10.9**

Un échantillon de chaque tige filetée utilisée par Hélices E-Props subit un essai destructif.
La rupture survient toujours au dessus de 55N.m.

A 28N.m (couple de serrage préconisé), **le coefficient de sécurité de la visserie fournie est donc de 2.**

=> Habituellement en Aviation Certifiée, le coefficient de sécurité de la visserie est de **1,4**

Hélices E-PROPS fournit des tiges filetées titane de haute qualité, ayant un coefficient de sécurité supérieur à celui exigé par les normes de l'Aviation Certifiée.

Rappel : ne JAMAIS dépasser le couple de serrage préconisé par le fabricant pour une hélice donnée

Extrait des Conditions Générales de Vente Hélices E-PROPS :

Si le client décide de son propre chef de ne pas utiliser la visserie préconisée par le bureau d'études Hélices E-PROPS, il s'expose à des problèmes techniques; la société Hélices E-PROPS ne saurait en aucun cas en être tenue pour responsable.

=> Pour toute question :

Hélices E-Props
ZA Aérodrome de Sisteron
04200 VAUMEILH France
Tel : 04 92 34 00 00
Email : helices@e-props.fr
Site : www.e-props.fr

