

Conditions et mesures particulières à prendre lors de l'usinage du Titane.

Généralités

Considéré comme délicat il y a quelques années, l'usinage du titane est devenu, compte tenu de l'expérience acquise, une technique courante.

Les facteurs qui interviennent dans les caractéristiques d'usinage du titane sont essentiellement :

- température élevée de l'outil en liaison avec une faible conductibilité thermique, ce qui impose un arrosage abondant et une limitation de vitesse;
- affinité chimique du titane avec l'acier, d'où un meilleur comportement des outils en carbure;
- faible module d'élasticité, ce qui peut conduire à des vibrations si les pièces sont insuffisamment bridées ou les machines peu puissantes;
- ~~risque d'incendie dû aux copeaux~~; ce danger est minime si le stockage est fait normalement et l'arrosage suffisant;
- abrasivité liée essentiellement à la couche d'oxyde ou en son absence à la dureté propre du matériau;
- possibilité d'obtention de beaux finis, car le copeau dégage bien l'outil;
- temps d'usinage un peu supérieurs à ceux de l'acier, du fait d'un taux d'enlèvement de matière un peu plus réduit.

Sans entrer dans le détail des opérations d'usinage, il découle de ces caractéristiques les règles pratiques suivantes :

- ~~vitesse de coupe modérée~~;
- passe de profondeur aussi grande que possible compatible avec le fini désiré;
- machines robustes et puissantes;
- ~~refroidissement abondant~~. Pour ce dernier point, on fait appel à une lubrification par huiles solubles, par solutions de nitrite-amine à la baryte, ou par huiles soufrées. ~~Les huiles sulfochlorées sont à déconseiller~~ à cause du risque présenté par le chlore, en ce qui concerne la corrosion sous tension à chaud des alliages.

Les outils généralement utilisés peuvent être du type acier rapide, stellite ou carbure.

Le tableau ci-après donne la géométrie des outils et les tableaux (pages 18 et 19) indiquent les conditions de coupe recommandées pour quelques opérations-types d'usinage en utilisant les nuances UT40-UT60 et UTA6V.

Tableau 10 - GÉOMÉTRIE DES OUTILS

Opérations	Angles (degrés)	Aciers rapides	Carbures	
			Brasés	A jeter
Tournage	Pente d'affûtage λ	0	0	-5
	Dépouille α	5	5	5
Fraisage plan	Pente d'affûtage :			
	axiale	0	0	5/7
	radiale	0	-10	5/7
	Dépouille	12	12	12
	Dépouille circonférentielle	12	12	12
Perçage	Angle de pointe	118		
	Angle de lèvres	7/10		
	Angle d'hélice	24/32		

Les valeurs indiquées s'entendent pour l'usinage avec lubrification abondante.

Pour tous les produits bruts de transformation à chaud ou de traitement thermique, il est vivement recommandé de procéder, soit à un grenaillage, soit à un meulage, ou mieux, à un décapage complet avant usinage pour éliminer la couche d'oxyde et la zone contaminée sous-jacente, dures et abrasives.

- Tournage-perçage : consulter les tableaux.
- Fraisage : il est conseillé de travailler en « avalant ».
- **Rectification** : sur pièces propres à l'emploi, doit être pratiquée **avec prudence**, car elle peut **diminuer les propriétés de fatigue** du matériau. Les meules type « carborum », **dure** sont celles qui affectent le moins cette diminution de caractéristiques ; elles sont préférables, pour cette raison, **aux meules « alumine »**.

USINAGE CHIMIQUE

Le principe de l'usinage chimique est le même que celui utilisé pour des alliages légers qui sont de beaucoup les matériaux les plus utilisés en usinage chimique dans l'aéronautique. Le procédé est le suivant :

- la pièce à usiner est revêtue d'un film de quelques dixièmes de millimètres d'épaisseur. Ce film de protection est appelé masque. Il est séché au four à température basse (120 à 140° C) ;
- la seconde opération consiste à découper dans ce masque, à l'aide d'un scalpel, la forme de la pièce à usiner. Le masque est peilé, ce qui met le métal à nu dans les zones à usiner ;
- la dernière opération consiste à plonger la pièce ainsi préparée dans un bain qui dissout le métal pendant un temps déterminé.

Tableaux 11

CONDITIONS DE COUPE RECOMMANDÉES

OPÉRATION	ALLIAGE	DURETÉ BRINELL	ÉTAT	PROF. COUPE mm	ACIERS RAPIDES			STELLITES		CARBURES			
					Vc m/min	AVANCE mm/tour	OUTIL-TYPE nomenclature AISI	Vc m/min	AVANCE mm/tour	BRASÉS Vc m/min	A JETER Vc m/min	AVANCE mm/tour	OUTIL-TYPE nomenclature AISI
FRAISAGE PLAN	UT 40 - UT 60 UTA 6 V UTA 6 V	140/200 310/350 350/400	Recuit Recuit Traité	3,8/0,6 3,8/0,6 3,8/0,6	50/55 18/21 18/20	0,4/0,2 0,4/0,2 0,4/0,2	M3, T15 M3, T15 M3, T15	55/60 21/24 18/21	0,2/0,1 0,2/0,1 0,2/0,1	110/120 45/50 36/44	130/145 55/65 48/56	0,4/0,2 0,4/0,2 0,4/0,2	C2/C3 C2/C3 C2/C3
	UT 40 - UT 60 UTA 6 V UTA 6 V	140/200 310/350 350/400	Recuit Recuit Traité	3,8/0,6 3,8/0,6 3,8/0,6	30/40 12/15 10/14	par dent 0,15/0,1 0,15/0,1 0,15/0,1	M2, M7 T15, M33 T15, M33	— — —	— — —	90/120 40/52 33/44	100/130 44/56 36/48	0,15/0,1 0,15/0,1 0,15/0,1	C2 C2 C2
	UT 40 - UT 60 UTA 6 V UTA 6 V	140/200 310/350 350/400	Recuit Recuit Traité	3,8/0,6 3,8/0,6 3,8/0,6	30/40 12/15 10/14	par dent 0,15/0,1 0,15/0,1 0,15/0,1	M2, M7 T15, M33 T15, M33	— — —	— — —	90/120 40/52 33/44	100/130 44/56 36/48	0,15/0,1 0,15/0,1 0,15/0,1	C2 C2 C2
SCIAGE Sole circulaire	UT 40 - UT 60 UTA 6 V UTA 6 V	140/200 310/350 350/400	Recuit Recuit Traité	5/16 5/16 5/16	15/24 15/24 15/24	23/29 23/29 23/29	28/40 28/40 28/40	49 17 17	40 14 14	250 80 80	200 50 63	75 30 30	M2 - M7 M2 - M7 M2 - M7
	UT 40 - UT 60 UTA 6 V UTA 6 V	140/200 310/350 350/400	Recuit Recuit Traité	5/16 5/16 5/16	15/24 15/24 15/24	23/29 23/29 23/29	28/40 28/40 28/40	49 17 17	40 14 14	250 80 80	200 50 63	75 30 30	M2 - M7 M2 - M7 M2 - M7
	UT 40 - UT 60 UTA 6 V UTA 6 V	140/200 310/350 350/400	Recuit Recuit Traité	5/16 5/16 5/16	15/24 15/24 15/24	23/29 23/29 23/29	28/40 28/40 28/40	49 17 17	40 14 14	250 80 80	200 50 63	75 30 30	M2 - M7 M2 - M7 M2 - M7

				PAS EN DENTS/25 mm épaisseur mini (mm)				VITESSE coups/minute	AVANCE mm par coup		
				≤ 6	6/19	19/50	≥ 50				
SCIAGE Scie alternative (acier rapide)	UT 40 - UT 60 UTA 6 V UTA 6 V	140/200 310/350 350/400	Recuit Recuit Recuit Traité	10	6	6	4	150	0.2		
				10	6	6	4	60	0.15		
				10	6	6	4	30	0.08		
				AVANCE (mm/tour) DIAMÈTRE DU TROU (mm)							VITESSE DECOUPE m/min
				ACIER RAPIDE TYPE nomenclature américaine							
				3.2	6.4	13	15	25	31	51	
PERÇAGE	UT 40 - UT 60 UTA 6 V UTA 6 V	140/200 310/350 350/400	Recuit Recuit Recuit Traité	0.02	0.07	0.15	0.18	0.20	0.25	0.33	M10 - M7 - M1 18/24
				0.05	0.12	0.15	0.18	0.20	0.23	0.25	M10 - M7 - M1 9
				0.02	0.05	0.10	0.12	0.15	0.18	0.20	T15 - M33 7.5
				VITESSE MEULE m/min	VITESSE TABLE m/min	AVANCE VERTICALE mm/passe	AVANCE LATÉRALE mm/passe	TYPE DE MEULE			
				dégrossissage finition							
				largeur meule 10							
SÉRIER ATION PLANE	UT 40 - UT 60 Alliages	110/275 250/280 250/380 350/440	Recuit Recuit Recuit Traité	900/1800	12	0.025 0.025 0.025 0.025	largeur meule 10	Carbure Silicium			
				450/750	12	0.025 0.025 0.025 0.025	largeur meule 10	Alumine			
				900/1800	12	0.025 0.025 0.025 0.025	largeur meule 10	Carbure Silicium			
				900/1800	12	0.025 0.025 0.025 0.025	largeur meule 10	Alumine			