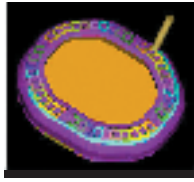




Opération 6:

Usinage des rails des logements de sertis

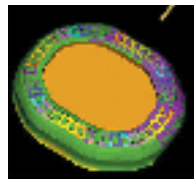
Stratégie: fraisage sur courbe en 5 axes simultanés en contre-dépouille
 Outil: Fraise 2T \varnothing 0.4 et 2 dents
 $V_c = 37\text{m/mn}$
 $f_z = 0.004\text{mm/dent}$
 $a_p = 0.04\text{mm}$
 $a_e = 0.1\text{mm}$



Opération 7:

Perçage du canon de couronne

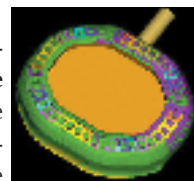
Stratégie: perçage sans débouillage 5 axes positionnés
 Foret \varnothing 0.5 et 2 dents
 $V_c = 32\text{m/mn}$
 $f_z = 0.02\text{mm/dent}$
 $a_p = 0.6\text{mm}$



Opération 8:

Usinage du logement de couronne

Stratégie: fraisage de poche en 5 axes positionnés en hélicoïde
 Fraise 2T \varnothing 2 et 3 dents
 $V_c = 220\text{m/mn}$
 $f_z = 0.02\text{mm/dent}$
 $a_p = 0.25\text{mm}$
 $a_e = 1\text{mm}$



La pièce a finalement été réalisée suivant les critères ci-dessus et nous amène à ces diverses constats:

1. le bilan usinage

Les résultats obtenus sont visibles sur le *tableau 1*

Le passage en UGV est significatif et montre toute sa viabilité dans le monde horloger. L'apport d'une méthode pour le

Tableau 1	Usinage conventionnel (1)	Usinage UGV (2)	Usinage UGV + COM (3)
Temps FAO	3 H	4 H	5 H
Temps de réglage de la machine:	2 H	2 H	2 H
Mise au point du programme:	3 à 5 H	1 à 3 H	0.5 H
Usinage et temps de cycle:	2,60 H	0,75 H	0,55 H
Durée de la fraise \varnothing 0.4:	5 pièces maximum.	12 pièces minimum	20 pièces en moyenne
Durée avec d'autres outils:		Longévité x 1.5	Longévité x 3

choix des outils et l'optimisation de leurs paramètres de coupe est le plus qui va permettre la maîtrise du process de fabrication.

2. Le choix machine et l'équipement en fonction du produit ciblé

Les machines utilisées lors de nos essais: consultez le *tableau 2*.

Un choix machine ne se fait pas au hasard. Le passage à l'UGV pour une société ne doit pas être un phénomène de mode. Il doit être réfléchi et tenir compte des besoins réels de l'entreprise. Structure machine, nombres d'axes, efforts sur axes admissibles, type de broche, rotation, courbe de puissance sont une partie des éléments à prendre en considération par rapport aux matières usinées, aux typologie des pièces, aux outils utilisés. Il faut donc être très prudent avant de s'engager dans de tels investissements.

3. La qualification des outils

Pour une matière donnée et en fonction d'une opération d'usinage dédiée, le choix de l'outil ne doit pas se faire de ma-

nière intuitive. Il existe une méthode rationnelle et efficace pour parvenir à trouver l'outil qualifié avec les conditions de coupe associées. Suivre cette voie permet donc de gagner en productivité.

4. L'usinage avec des fraises de petits diamètres

Dans les secteurs de la bijouterie horlogerie, l'utilisation de fraises de très petits diamètres est très fréquente. Les règles d'utilisation sont plus délicates et le phénomène de sous vitesse difficile à maîtriser. C'est pourquoi, de grandes vitesses de rotation sont nécessaires mais pas toujours applicables. Substrat et revêtement sont alors des paramètres à privilégier. Associés à une géométrie adaptée en fonction de la matière usinée, on parvient alors à définir le compromis débit copeaux/vitesse de rotation-avance pour obtenir un usinage acceptable.

5. Le cas des perçages de petits diamètres

L'opération de perçage est certainement, avec le taraudage, le type d'usinage le plus délicat à réaliser. Ceci est lié à la nature même de cette opération:

- on utilise un outil dont la particularité est de couper uniquement en son extrémité;
- son unique mouvement linéaire engendre une poussée axiale importante nécessitant une broche puissante et de qualité (pas de vibration) ;
- l'évacuation des copeaux est complexe et difficilement maîtrisable.

Dès lors que l'on passe en petit diamètre, on amplifie toutes ces contraintes en y ajoutant d'autres comme la vitesse de rotation de broche (très élevée), la lu-

Tableau 2	Usinage conventionnel	Usinage UGV	Usinage UGV + COM
Machine-outil	W 400*)	W 418*)	W408S*)
Attechements	ISO30	HSK 40	HSK 40
Broche	10 000 t/min	18 000 t/min	30 000 t/min
Outils	Carbure monobloc	Carbure monobloc revêtu	Carbure monobloc revêtu
Logiciel FAO	2 D1/2 et 3 D avec le positionnement multi-axes	2 D1/2 et 3 D avec module 5 axes simultanés	2 D1/2 et 3 D avec module 5 axes simultanés
Post-processeur	5 axes positionnés	5 axes simultanés	5 axes simultanés

*) Centre d'usinage de marque Willemin-Macodel