

DOSSIER DE TRAVAIL

REALISATION DE LA MATRICE INFÉRIEURE EMPREINTE

L'atelier d'outillage, intégré à l'entreprise, commande les matrices pré-usinées auprès d'un outilleur qui lui réalise les faces externes de l'outillage ainsi que les queues d'arondes. Il ne reste donc à fabriquer sur les matrices que

- le système d'emboîtement
- le plan de joint
- l'empreinte
- le logement et le cordon de bavure
- la gravure de cambrage

L'étude qui va suivre ne portera que sur l'empreinte et le logement de bavure.

La réalisation de l'empreinte de la branche de sécateur peut-être obtenu dans l'atelier d'outillage par deux procédés :

- l'électro-érosion par enfonçage
- l'usinage sur fraiseuse à commande numérique.

La solution qui sera retenue sera celle qui permettra de réduire au maximum les délais de fabrication. Nous allons donc comparer les temps de réalisation pour ces deux procédés.

A1) REALISATION EN ELECTRO-EROSION PAR ENFONÇAGE :

L'ensemble des réponses aux questions A1-1 à A1-4 sera reporté sur le document réponses DRA 1.

L'usinage en électro-érosion par enfonçage nécessite 3 régimes (ébauche, demi-finition et finition). Il se fera à l'aide de 3 électrodes en graphite. L'écart entre deux régimes d'usinage sera limité à une différence d'état de surface de 8 unités CH.

A1-1) Précisez pour chaque régime utilisé

- le choix des différents régimes (P: niveau d'intensité et A: le temps de décharge)
- l'état de surface obtenu (en unité CH)
- l'enlèvement de matière (Vw)

Si plusieurs régimes sont possibles, on privilégiera celui qui entraîne

- le moins d'usure relative de l'électrode en finition et en demi-finition
- le plus grand débit en ébauche.

A1-2) Déterminez pour chaque régime la distance diamétrale d'étincelage dans le cas d'un « usinage avec conditions d'arrosage mal définies ».

A1-3) Entre chaque régime, il est laissé une surépaisseur latérale

- de 0.1 mm entre la demi-finition et la finition
- de 0.3 mm entre l'ébauche et la demi-finition

Déterminez les sous-dimensionnements au rayon de chaque électrode.

A1-4) A partir des volumes de matière à enlever donnés sur le document réponse DRA 1, déterminez pour chaque régime le temps d'usinage ainsi que la durée totale d'électro-érosion pour l'obtention de l'empreinte dans la matrice inférieure ?

REALISATION DE LA MATRICE INFÉRIEURE EMPREINTE

A2) REALISATION SUR FRAISEUSE A CN :

L'ensemble des réponses aux questions A2-1 à A2-11 sera reporté sur les documents réponses DRA 2 et DRA 3.

L'usinage en fraisage CN de l'empreinte nécessite l'utilisation de 3 fraises. Une fraise d'ébauche (2 tailles) ϕ 8, une fraise d'ébauche (2 tailles) ϕ 3 et une fraise de finition hémisphérique.

Afin d'évaluer rapidement le temps de réalisation de l'ébauche de l'empreinte le programmeur FAO a effectué une première simulation avec les paramètres suivants :

Fraise	ϕ 8	ϕ 3
a_r maxi (ϕ)	8	3
a_a (0.5 ϕ)	4	1.5
n	500	500
Vf	0.100	0.100

Les temps copeaux obtenus sont les suivants :

- ébauche avec la fraise de ϕ 8 : 7min 30s
- ébauche avec la fraise ϕ 3 : 25min

A2-1) Choisissez parmi les outils donnés pages 20 et 21/40 les plus adaptés (ainsi que les conditions de coupe f_z et n) pour l'usinage de l'ébauche de l'empreinte de la matrice inférieure (55 Ni Cr Mo V7 pré traité à 370-415 HB).

A2-2) Déterminez les conditions de coupe à programmer (n et Vf) sachant que la fraiseuse à commande numérique, utilisée, est équipée d'une boîte de vitesse mécanique. Les fréquences disponibles sont les suivantes

80	100	125	160	200	250
315	400	500	630	800	1000
1250	1600	2000	2500	3150	4000

A2-3) Déterminez les temps copeaux réels en fonction de ces nouvelles conditions de coupe pour l'ébauche de l'empreinte.

La finition de l'empreinte est réalisée à l'aide d'une fraise hémisphérique (spéciale UGV). Pour déterminer le diamètre de la fraise il est nécessaire de tenir compte du coefficient d'homothétie entre la D.F.N pièce et la D.F.N outillage (dilatation pièce + dilatation de l'outillage).

A2-4) Déterminez le rayon concave minimum sur l'empreinte sachant que le coefficient d'homothétie est de 1,007.

A2-5) Choisissez parmi les outils donnés page 21/40, le diamètre le plus adapté à la réalisation de l'empreinte. Justifiez votre choix.

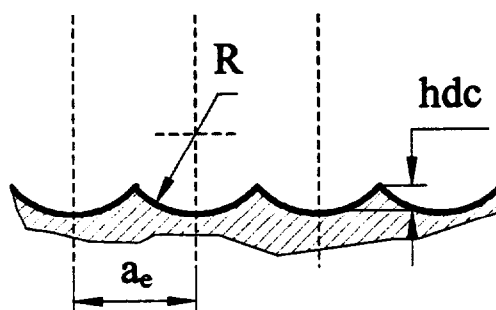
REALISATION DE LA MATRICE INFERIEURE EMPREINTE

A2-6) Déterminez le pas de balayage a_e pour respecter le critère d'état de surface R_a 1,6 (μm).

Une estimation de R_a en fonction de a_e et de R (rayon de fraise hémisphérique) est

$$R_a = 1000 \cdot ((27 \cdot a_e^2) / (512 \cdot R))$$

A2-7) Déterminez la hauteur de crêtes h_{dc} à programmer sur le logiciel de FAO.



A2-8) Calculez le temps nécessaire au balayage d'une surface de 1cm^2 si les conditions de coupe sont les suivantes :

- a_p : 0,1
- f_z : 0,09
- a_e : 0,25
- n : 4000

A2-9) La surface totale à balayer étant de 6000mm^2 , déterminez le temps nécessaire à la finition de l'empreinte.

A2-10) Quel est le temps copeaux total pour la réalisation de l'empreinte.

A2-11) Choisissez entre les deux procédés, proposés, celui qui permettra de réduire au maximum les délais de fabrication. Justifiez votre réponse.

Terminologie

- a_r : engagement de coupe radial (mm)
- a_a : engagement de coupe axial (mm)
- a_p : profondeur de passe (mm)
- V_f : vitesse d'avance (m/min)
- n : fréquence de rotation (tr/min)
- h_{dc} : hauteur de crêtes (mm)
- R_a : écart moyen arithmétique du profil de rugosité (μm)
- f_z : avance par tour pour une dent (mm/tr)
- a_e : pas de balayage (mm)
- R : rayon de la fraise hémisphérique (mm)

REALISATION DE LA MATRICE INFERIEURE LOGEMENT DE BAVURE

Le programmeur souhaite définir un processus de réalisation qui lui permettra de respecter la forme et les dimensions du logement de bavure, ceci dans les meilleures conditions d'usinage et les délais les plus courts.

L'usinage se fera sur fraiseuse CN.

B1) REALISATION DU LOGEMENT DE BAVURE :

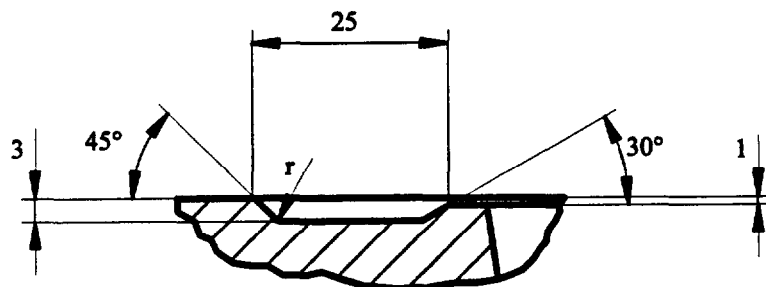
L'ensemble des réponses à la question B1 sera reporté sur le document réponse DRB 1.

B1-1) Vous préciserez pour chaque opération :

- l'outil utilisé (parmi ceux des pages 20, 21 et 23/40) avec ses dimensions ainsi que le point piloté de l'outil (à l'aide d'un croquis)
- la ou les surface(s) générée(s) (repérage page 22/40)
- le profil qui sert de support à la trajectoire outil (repérage page 22/40)
- la correction de profil (à gauche, à droite ou centre outil)
- le sens de parcours (trigonométrique ou horaire) autour de l'empreinte
- vos observations éventuelles

Vous pouvez, si vous le souhaitez, définir d'autres surfaces (ou profils) intermédiaires (pour les ébauches par exemple).

Profil du logement



$r : 1 \text{ maxi}$

REALISATION DE LA PLAQUE DECOUPE CHOIX DES MATERIAUX

La plaque découpe est actuellement réalisée dans le même acier que les matrices (55 Ni Cr Mo V 7 prétraité à 1400 MPa). Cependant l'expérience montre qu'il lui sera impossible d'avoir une durée de vie suffisante pour assurer l'ébavurage des 30 000 pièces sans être retouchée. Il sera alors nécessaire de réusinier la partie active de la plaque découpe et de recharger par soudure cette zone avec un matériau dur de type DURANIT M 10 W 160 d'une dureté de 63 à 65 HRC (documentation technique page 29/40).

Afin d'éviter cette solution qui risque d'entraîner des pertes de production pendant la retouche de l'outillage deux solutions sont envisagées :

- la fabrication de la plaque découpe dans un acier destiné au traitement thermique de type X 38 Cr Mo V 5.
- la fabrication de la plaque découpe dans un acier de type C 48 sur lequel est effectué d'origine un rechargement de la partie active.

Nous allons comparer ces deux solutions et retenir la plus économique.

Vous utiliserez principalement les pages 24 à 29/40 du dossier ressources.

C1) PROCESSUS DE REALISATION :

L'ensemble des réponses aux questions C1-1 à C1-2 sera reporté sur les documents réponses DRC 1 et DRC2.

- C1-1) Proposez les nomenclatures de phases pour la réalisation des 2 solutions sachant que le traitement thermique sur le X 38 Cr Mo V 5 génère des déformations d'environ 0.01 à 0.2 mm.
- C1-2) Sachant que les deux matériaux sont achetés à l'état recuit, pensez-vous que la seule différence de temps copeaux peut privilégier une des deux solutions?
Justifiez votre réponse.

C2) TRAITEMENT THERMIQUE :

L'ensemble des réponses à la question C2-1 sera reporté sur le document réponses DRC 2.

On souhaite obtenir une résistance à la rupture R_m de l'ordre de 1800 MPa pour la plaque découpe en X 38 Cr Mo V 5 traitée sous vide.

- C2-1) Montrez que le matériau convient. Pour cela décrivez simplement les 2 phases du cycle de traitement thermique qui permettent d'obtenir une telle résistance et précisez les températures correspondantes.

REALISATION DE LA PLAQUE DECOUPE CHOIX DES MATERIAUX

C3) COUT MATIERE :

L'ensemble des réponses aux questions C3-1 à C3-6 sera reporté sur les documents réponses DRC 2 et DRC 3.

Les différences de temps copeaux seront négligées devant les temps de réglage machines. Les différences de coûts seront principalement liées aux coûts matière, aux coûts de traitement thermique et de rechargement. Il est donc nécessaire de comparer les deux solutions.

- C3-1) Déterminez le coût matière et le coût d'achat du brut en X 38 Cr Mo V 5 et de celui en C 48.
- C3-2) Déterminez le coût du traitement thermique sur la plaque découpe en X 38 Cr Mo V 5, sachant que la masse de la pièce avant traitement thermique est de 62.7 kg.
- C3-3) Le préchauffage et le maintien à température pendant le soudage sont estimés à 4h.
La durée du soudage est d'une heure.
Déterminez le coût du rechargement.
- C3-4) Le volume enlevé en fraisage pour l'usinage du fossé est de $15\,000\text{ mm}^3$. Le débit d'usinage est de $1.9\text{ cm}^3/\text{min}$.
Déterminez la durée d'usinage du fossé.
- C3-5) Le coût horaire de la fraiseuse CN est de 250F/h. Déterminez le coût d'usinage du fossé.
- C3-6) A partir du bilan économique des 2 solutions, quel choix préconisez-vous ?

REALISATION DE LA PLAQUE DECOUPE ELECTRO-EROSION A FIL

La réalisation de la partie active de la découpe est obtenue par électro-érosion à fil (arrosage par injection).

Le détail de la forme obtenu se trouve sur la coupe B-B document 6/40.

Pour usiner ces surfaces, le programmeur génère (via un logiciel de F.A.O) 3 programmes :

- 1 programme commande CMD
- 2 programmes de trajectoires ISO.

Le programme CMD gère la stratégie d'usinage (régimes d'électro-érosion, table de technologie, chronologie des programmes ISO) et les différents mouvements dans le référentiel machine.

Les deux programmes ISO, indépendants correspondent à l'obtention de :

- la surface S1 sans dépouille,
- la surface S2 avec une dépouille à 8°.

D1) STRATEGIE D'USINAGE :

L'ensemble des réponses à la question D1-1 sera reporté sur le document réponses DRD 1.

Le programmeur souhaite optimiser la chronologie des usinages en fonction du temps de réalisation, des qualités dimensionnelles et géométriques des surfaces et des conditions de coupe pour la réalisation de l'outillage.

Pour cela il envisage 2 solutions :

- 1) Réalisation de S1 puis S2
- 2) Réalisation de S2 puis S1

D1-1) Quelle solution adoptez-vous?

Quelles sont vos principaux critères de choix entre les deux solutions?

Justifiez votre réponse par d'éventuels croquis.

D2) PROGRAMMATION :

L'ensemble des réponses aux questions D2-1 à D2-5 sera reporté sur les documents réponses DRD 1 et DRD 2.

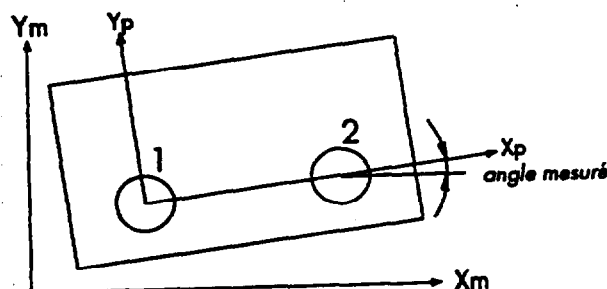
Nous allons:

- vérifier l'acceptabilité de la pièce et proposer des retouches éventuelles,
- analyser les causes de cet écart afin de modifier les procédures de réglage et d'usinage.

REALISATION DE LA PLAQUE DECOUPE ELECTRO-EROSION A FIL

La procédure de réglage pour un alignement entre deux alésages sur la machine d'électro-érosion à fil est la suivante :

- Positionner le fil dans le premier alésage
- Sélectionner CENTRAGE (la machine recherche automatiquement le centre par des touches électriques, de précisions, successives)
- Coupure du fil
- Déplacement au-dessus du second alésage
- Sélectionner ALIGNEMENT ALESAGE (la machine recherche automatiquement le centre du second alésage)
- Sélectionner PARAMETRE MESURE
- Relever la valeur de l'angle mesuré (ici la valeur est de $38,68^\circ$)
- Effectuer la différence par rapport à l'angle de $38,66^\circ$
- Introduire cette valeur calculée dans le programme commande (CMD) après la fonction de rotation absolue du système d'axes « Pièce » ROT, 0.02



La fonction ROT, 0.02 n'affecte que la rotation du référentiel pièce et non celle du référentiel machine.

Or les déplacements dans le programme CMD s'effectuent dans le référentiel machine.

- D2-1) Déterminez la position de l'origine théorique $O_{P_{th}}$ dans le référentiel machine et son écart par rapport à l'origine réglée O_{P_r} .
- D2-2) Donnez l'écart maximum acceptable entre $O_{P_{th}}$ et O_{P_r} afin d'assurer le respect de la tolérance de localisation.
La tolérance est-elle respectée dans le cas présent ?
- D2-3) Sans remettre en cause la forme de la partie active usinée, proposez une solution de retouche qui permettrait d'utiliser la plaque découpe en respectant le positionnement relatif de la forme usinée et des alésages pour les douilles de guidage.
- D2-4) Une modification de programmation aurait permis d'éviter cet écart, en intervenant sur
- le programme CMD seul
 - le programme ISO seul
 - les programmes CMD et ISO (combinés).
- Proposez parmi ces 3 cas une solution.
- D2-5) Proposez une modification du processus de réalisation qui permettrait ultérieurement de nous affranchir de ce problème de remise en position.