

5 - MISE EN ŒUVRE

Chaque nuance de maillechort possède ses propriétés particulières.

On trouvera toujours dans cette gamme un alliage susceptible d'être travaillé suivant les moyens de mise en œuvre dont on dispose.

TABLEAU XIII

Aptitudes des maillechorts à la mise en œuvre

Références AFNOR	Type	Déform. à froid	Déform. à chaud	Zone de déform. à chaud (°C)	Temps de recuit (°C)	Coefficient d'usinabilité (1)
U-Z28 N9 U-N26 Z17	α	Excellente	Médiocre		600-750°	25
U-Z27 N18	α pour télécommunication	Bonne	Médiocre		600-750°	25
U-Z45 N9 U-Z45 N19	$\alpha + \beta$	Médiocre	Excellente	700-850		80
U-Z N13 U-Z N18 U-Z N22	pour moulage					60-70

(1) Laiton de décolletage = 100

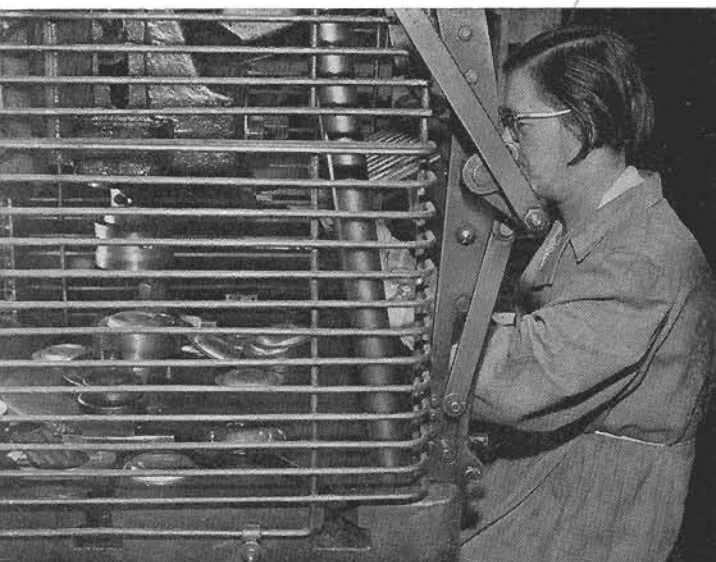


Fig. 11

Fabrication de cendriers et de drageoirs à partir de maillechort embouti.

On notera que les maillechorts ont des propriétés directionnelles, ce qui signifie qu'on pourra les plier plus facilement, sans risque de criques, perpendiculairement au sens du laminage que parallèlement.

Les nuances au plomb, destinées à subir un usinage, sont moins ductiles et n'admettent que de très grands rayons de cintrage.

Les maillechorts contenant 65 % de cuivre sont les plus aptes à l'emboutissage profond ; l'utilisateur devra spécifier la grosseur de grain convenant à l'opération qu'il envisage de faire. Les autres types de déformation à froid : repoussage, refoulage, rétreint, découpage, bossage se font sans difficultés sur maillechort.

5 - 1 Déformation à froid

Les alliages monophasés α possèdent une bonne ductilité et sont déformables à froid sans difficultés.

Les titres U-Z28 N9, U-Z22 N18 et U-N22 Z18 contenant 60 à 65 % de cuivre peuvent supporter des déformations importantes.

Leurs caractéristiques d'emboutissage sont semblables à celles des laitons et les outillages sont les mêmes que pour ces derniers.

L'alliage U-Z27 N18, spécialement conçu pour la fabrication des ressorts pour l'équipement de télécommunications, est moins ductile car il ne contient que 55 % de cuivre.

Le tableau XIV donne les rayons minimaux de cintrage pour ressorts en bandes en UZ-27 N18.

TABLEAU XIV

Rayons de cintrage minimaux pour des maillechorts U-Z27 N18*

ETAT	Charge de rupture kg/mm ²	Epaisseur mm	Dureté Vickers H.V.	Rayons minimaux de cintrage, en mm (à 90°)		
				Perpendiculaire au sens du laminage	A 45° du sens du laminage	Dans le sens du laminage
Demi-dur	55 à 64	0,25	170-210	+	+	+
		1,2		1,6	1,6	1,6
		1,5		1,6	1,6	1,6
		2,5		3,2	3,2	—
Dur	65 à 80	0,25		+	+	+
		1,2		1,6	1,6	2,4
		1,5		2,4	2,4	3,2
		2,5		> 3,2	> 3,2	> 3,2
Ressort	71 à 80	0,25		0,8	0,8	0,8
		1,2		3,2	4	5
		1,5		4	5	10
		2,5		10	10	10

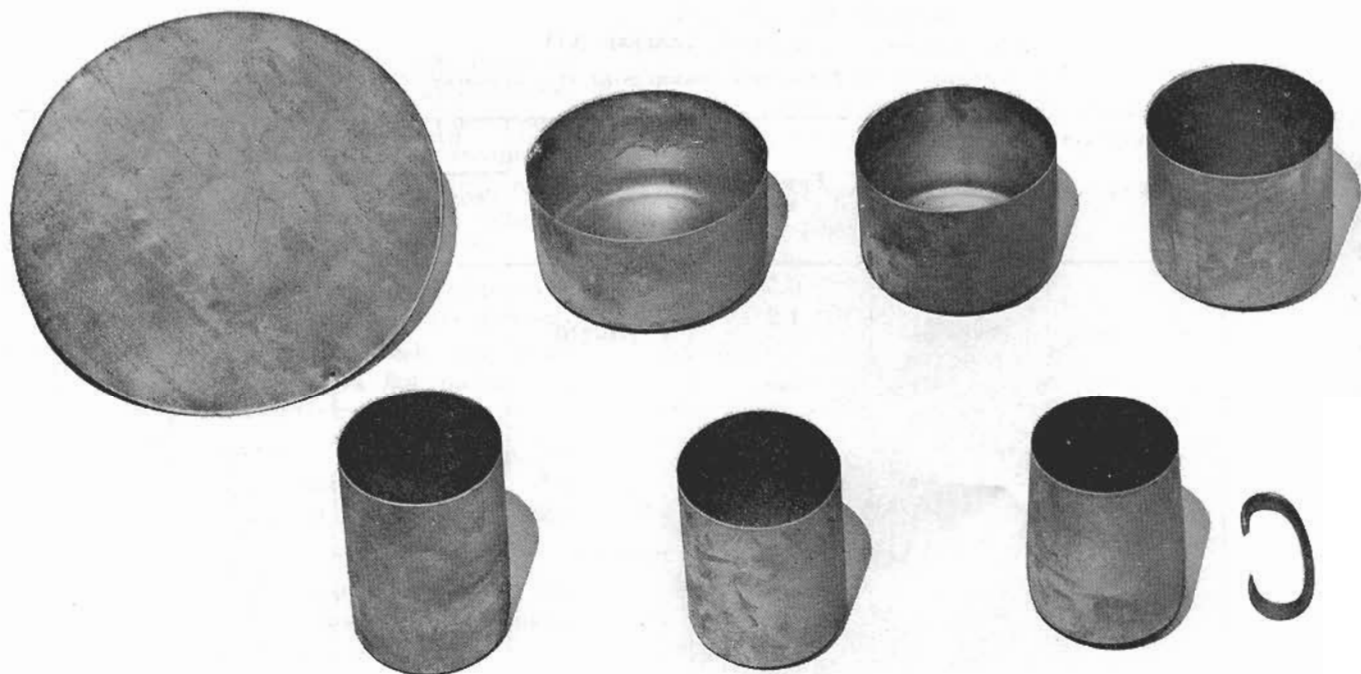
+ = peut être cintré à angle vif

* Les autres maillechorts exempts de plomb présentent des propriétés assez voisines.



Fig. 12 et 13

Découpage d'un disque dans une bande de mallechort et emboutissage avec recuit intermédiaire aux environs de 700°C.



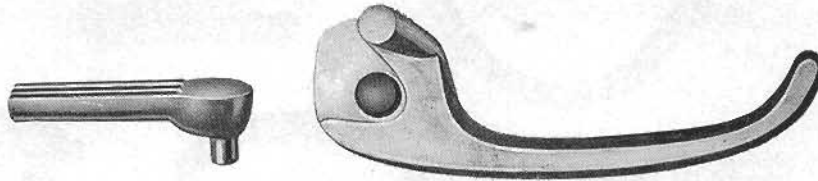
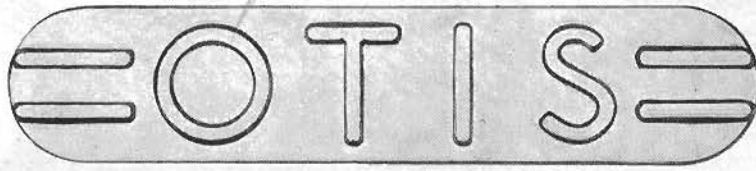
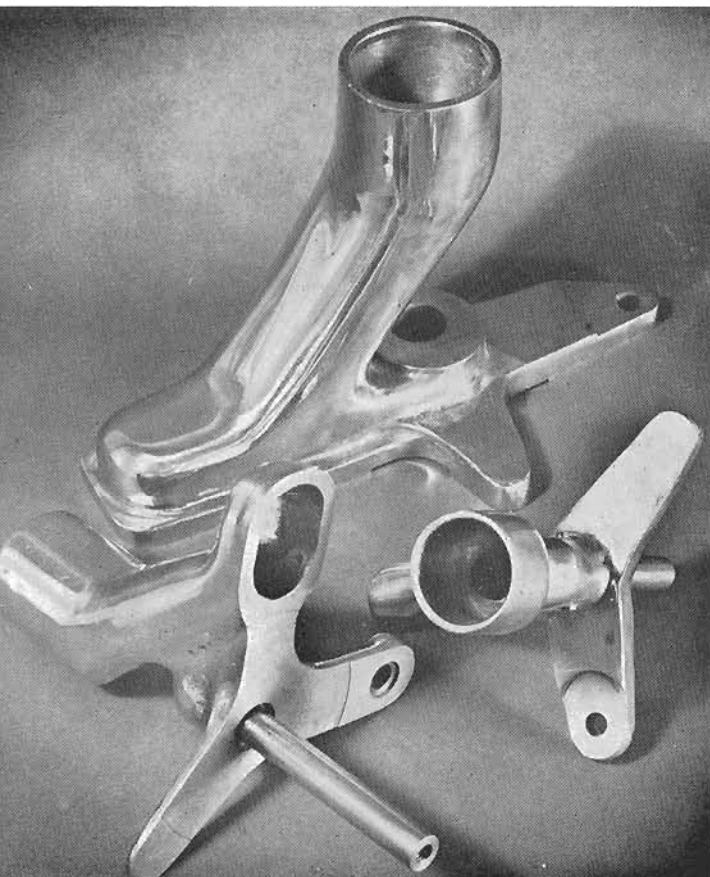


Fig. 14

Le maillechort se prête bien à l'exécution de pièces matriçées, notamment l'alliage à 12 % Ni, 25 % Zn. Lorsque la pièce matriçée doit subir des opérations d'usinage, on choisit une nuance au plomb.

Pièces en maillechort moulé destinées à l'exécution de machines pour la fabrication de pilules; dans ce cas, il s'agit d'un alliage spécial contenant de petites additions d'éléments divers.

Fig. 15



5 - 2 Déformation à chaud

Les deux nuances U-Z45 N9 et U-Z45 N15 sont utilisées par suite de leur aptitude à être déformées à chaud. Ces alliages peuvent comporter du plomb et sont fournis sous forme de barres et de profilés.

L'alliage U-Z45 N9 se matrice presque aussi facilement que du laiton U-Z39 Pb1.

Le matriçage de pièces en maillechorts est utilisé pour faire des pièces très diverses, telles que boîtiers de montre par exemple.

5 - 3 Aptitude au moulage

Les maillechorts de fonderie sont surtout moulés en sable, procédé permettant d'obtenir une grande variété de formes et de dimensions, mais les alliages de moulage peuvent être aussi coulés en coquille, en cire perdue ou centrifugés.

Les pièces coulées en coquille présentent un excellent fini de surface et n'exigent qu'un polissage modéré. Lors de la conception des pièces, on devra tenir compte de l'important retrait des maillechorts en prévoyant des congés suffisants et en évitant de passer brusquement d'une partie épaisse à une partie mince. On fera également attention aux événements et au masselottage et on désoxydera le bain avant coulée, à l'aide de désoxydants éprouvés comme le manganèse ou le cupro-phosphore.

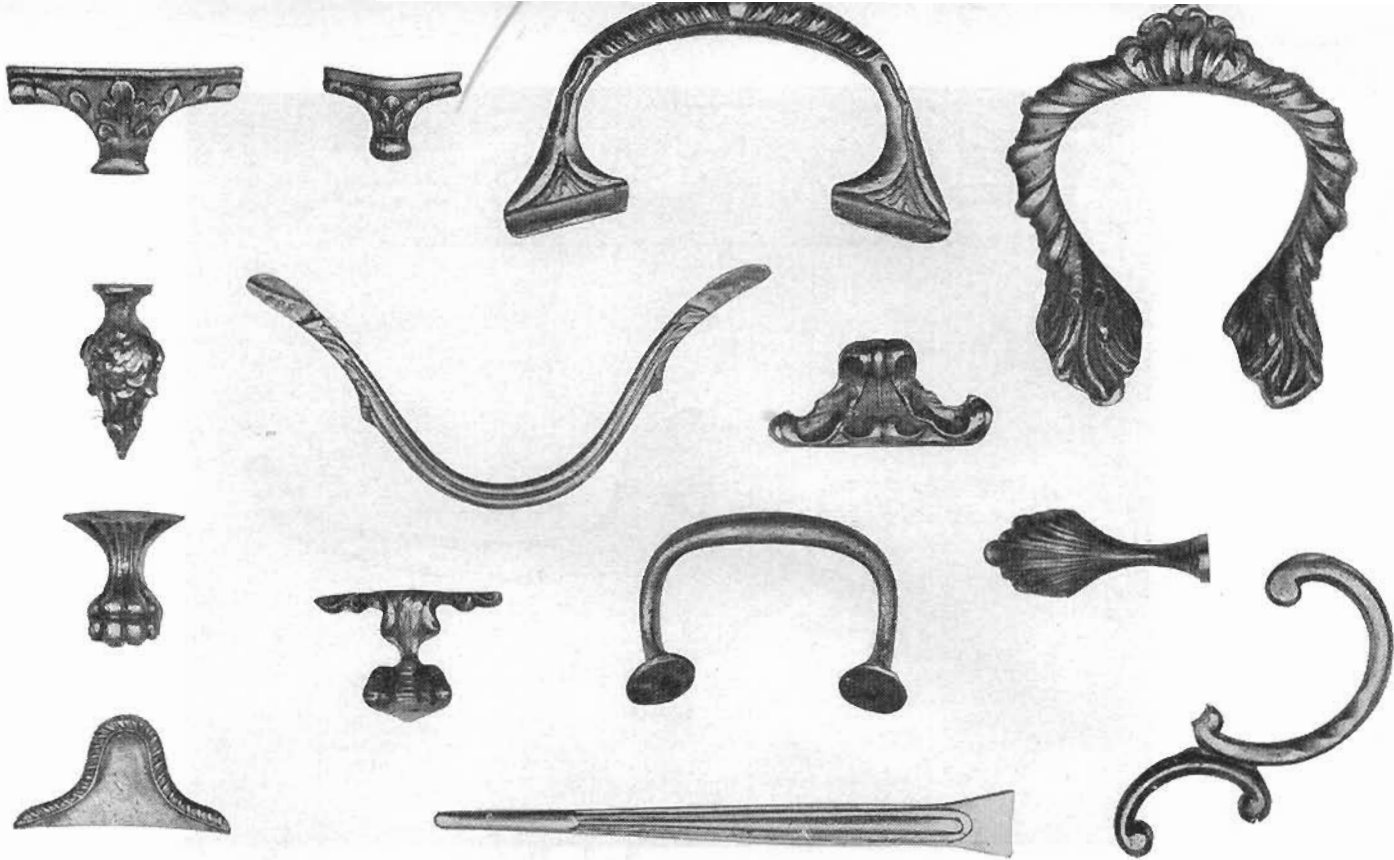


Fig. 16

Exemples d'accessoires en maillechort moulé en sable pour mobilier.

5-4 Usinage

L'addition de plomb à certains maillechorts corroyés donne des alliages particulièrement aptes à des fabrications telles que clés ou boulons. Ces alliages s'usinent en effet très bien.

Les maillechorts U-Z26 N9 Pb1, U-Z20 N15 Pb1, U-Z45 N9 et U-Z45 N15, peuvent être décolletés à des vitesses comparables à celles d'autres alliages cuivreux tels que les laitons de décolletage, le cuivre au tellure ou les bronzes au plomb. Les maillechorts exempts de plomb sont plus difficiles à usiner. Ces derniers se travailleront donc à une vitesse aussi élevée que possible avec une avance et une attaque faible.

Les alliages de fonderie, lorsqu'ils contiennent du plomb, ne sont pas difficiles à usiner. On travaillera cependant à plus faible vitesse les parties extérieures des moulages en sable pour éviter une usure anormale des outils de coupe.

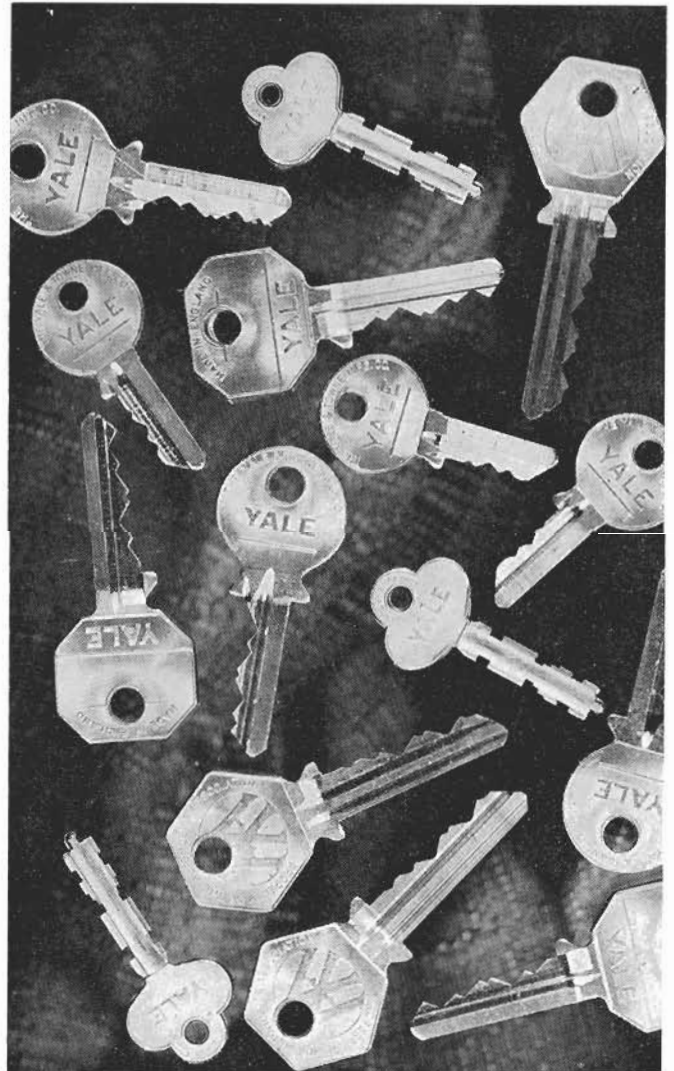


Fig. 17 Des millions de clés sont fabriquées chaque année en maillechort au plomb, matériau très résistant et facile à usiner.

Les tableaux XV à XX ci-après donnent quelques indications concernant l'usinage des maillechorts et des maillechorts au plomb.

TABLEAU XV

<i>Angles de coupe pour le décolletage</i>		
	Angle de coupe en degrés Outil en	
	Acier rapide	Carbure
Maillechort	20 à 25	8 à 12
Maillechort au plomb	8	3 à 6

TABLEAU XVI

<i>Angles de fraises</i>			
Angle	Position des dents	Maillechort	Maillechort au plomb
Dépouille ..	périphériques	12-17°	10-12°
Dépouille ..	latérales ou en bout	2-6°	2-6°
Dégagement ..	périphériques	10-20°	0-5°
Dégagement ..	latérales ou en bout	2-3°	2-3°

TABLEAU XVII

<i>Sciage à froid avec scie circulaire</i>									
Forme	Alliage	Type de scie	Type de denture	Dimensions de la scie mm	Nombre de dents	Angle de dégagement supérieur (degrés)	Vitesse périphér. m/mn	Avance m/mn	Lubrifiant
Plaque 6,35 à 25,4	Maillechort	Rapide	Sommet carré	310 x 3,2	75	Radial	300	125/250	10 % huile soluble
	Maillechort au plomb	Demi-rapide	Sommet carré			Radial	500	250/500	
Barre Ø < 38 mm.	Maillechort	Rapide	Biseaux alternés	310 x 3,2	100-150	5-10	600-1.000	750	Graisse
	Maillechort au plomb	Demi-rapide	Sommet carré	310 x 2,4	150-200	10-15	1.200-1.500	1.500	
Barre Ø 38 à 100 mm.	Maillechort avec et sans plomb	Dents rapport.	Biseaux alternés	400 x 6,35	75	5-10 10-15	250 300	250-500 750-1.000	10 % huile soluble
Barre ou billette Ø 100 à 200 mm.	Maillechort avec et sans plomb	Dents rapport.	Biseaux alternés	710 x 6,35	80-100	5-10 10-15	150 250	250-500 500-750	10 % huile soluble
Tube Ø ≤ 25 ép. ≤ 1,2 mm	Maillechort	Rapide	Sommet carré	250 x 1,6	200	5-10	1.000-1.500	1.300-4.000	Graisse
Tube Ø 25 à 75 ép. ≤ 6,3 mm	Maillechort	Demi-rapide Rapide	Sommet carré	310 x 2,4	150-200	5-10	600-1.200	650-1.500	Graisse
Tube Ø > 75 ép. > 6,3 mm	Maillechort	Dents rapport.	Biseaux alternés	400 et plus x 6,35	12 à 16 dents par 100 mm	5-10	300-600	250-750	10 % huile soluble

TABLEAU XVIII

<i>Angle d'hélice des forets</i>	
	Angle d'hélice
Maillechort	30
Maillechort au plomb	0

TABLEAU XIX

<i>Angles de dégagement des peignes à fileter</i>		
	Filière type Coventry	Angle de dégagement (Degrés)
Maillechort	M5 ou S	17,25
Maillechort au plomb	M 5	17

5.5 Traitements thermiques

Les traitements thermiques que doivent subir les maillechorts consistent en recuits ou en traitements de détente.

La température de recuit se situe entre 600 et 750 °C ; elle varie selon le temps et la masse des pièces à recuire. On aura d'ailleurs presque toujours avantage à travailler aux températures relativement basses pendant un temps plus long. Les atmosphères contrôlées, à aussi faible teneur en soufre que possible, ou le recuit en marmite sont recommandés.

On sait qu'au cours du recuit, dès que la recristallisation est terminée, le grain commence à grossir. La grosseur du grain revêtant une importance capitale pour les propriétés du métal, il y a lieu de surveiller de près le temps de recuit. Un grain trop gros se traduit par un allongement accru et une diminution de la charge de rupture et de la dureté. En général, la grosseur de grain optimale est fonction :

- de « l'histoire » métallurgique du métal ;
- des moyens de mise en œuvre de l'utilisateur ;
- de la nature de la pièce.

Dans tous les cas l'utilisateur aura intérêt à demander au fournisseur le type de grain le mieux approprié à l'application qu'il envisage.

TABLEAU XX

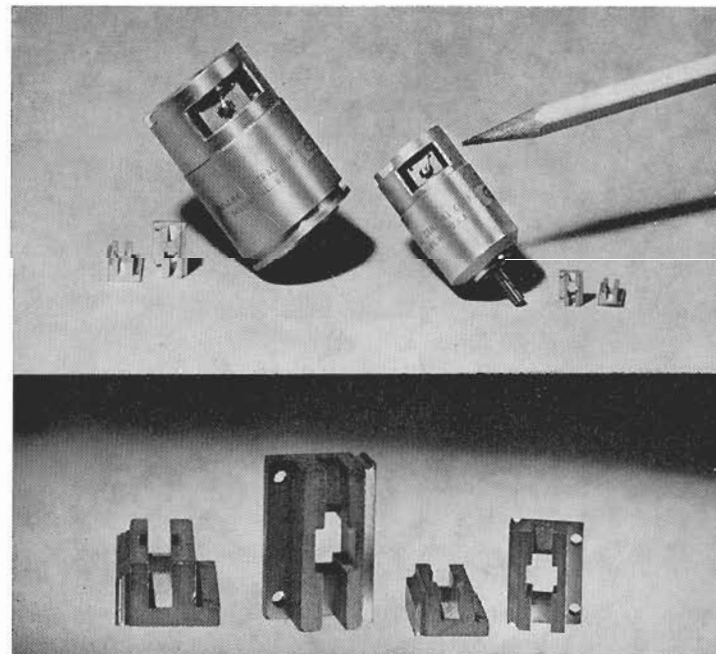
<i>Vitesses et avances de fraisage avec outils en acier rapide</i>			
	Vitesse de coupe m/mn	Type de fraise	Avance par dent mm
Maillechorts	30 à 100	Fraise en bout	0,2 à 0,4
		Fraise à 3 tailles	0,3 à 0,8
		Fraise de forme	0,2 à 0,25
Maillechorts au plomb	70 à 100	Fraise à denture alternée	0,25 à 0,4
		Fraise-scie	0,1 à 0,2

5.6 Métallurgie des poudres

Certaines pièces peuvent être obtenues par métallurgie des poudres. Le type de maillechorts que l'on emploie le plus correspond à la nuance U-Z22 N18 qui se fritte à 980 °C. Les pièces obtenues par métallurgie des poudres ont un fini de surface qui n'exige pratiquement pas d'autre traitement qu'un brunissage au tonneau.

Fig. 18

Petits porte-balais destinés à un moteur à courant continu de très petites dimensions; ces pièces sont fabriquées à partir de poudre de maillechort frittée.



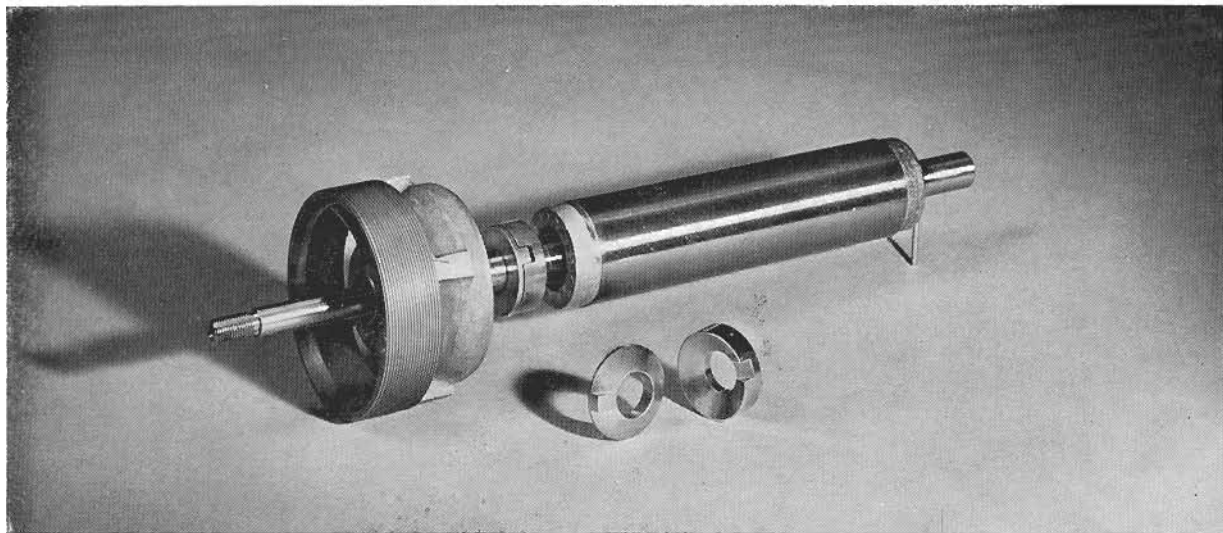


Fig. 19

Les frais d'usinage ont été totalement éliminés dans la fabrication des paliers de frottement de cette pompe à essence réalisée en maillechort par métallurgie des poudres