

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 15761**

---

(54) Procédé d'obtention de pièces embouties à caractéristiques mécaniques améliorées en aluminium et ses alliages.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). C 22 F 1/04 // B 21 D 22/20.

(22) Date de dépôt..... 11 juillet 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 2 du 15-1-1982.

---

(71) Déposant : SOCIETE DE VENTE DE L'ALUMINIUM PECHINEY, résidant en France.

(72) Invention de : François Régis Boutin et Ghislain Le Roy.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Léon Séraphin, Pechiney Ugine Kuhlman,  
28, rue de Bonnel, 69433 Lyon Cedex 3.

-1-

PROCEDE D'OBTENTION DE PIECES EMBOUTIES A CARACTERISTIQUES MECANQUES  
AMELIOREES EN ALUMINIUM ET SES ALLIAGES

L'invention est relative à un procédé d'obtention de pièces embouties  
5 en aluminium ou ses alliages à caractéristiques mécaniques améliorées.

Les alliages d'Al destinés à l'emboutissage, en particulier, ceux correspondant aux séries 1000, 3000, 4000, 5000 suivant les désignations de la norme française NF A 01-101, sont souvent utilisés à l'état  
10 recuit ou encore à l'état recuit-plané, le planage donnant à la tôle un allongement de 0,5 à 1 %. Ils présentent à cet état des caractéristiques de résistance relativement faibles associées à des caractéristiques de ductilité et d'emboutissage élevées.

15 On a cherché à augmenter les caractéristiques de résistance par modification de la composition chimique de tels alliages ; il en résulte cependant une chute importante des caractéristiques de ductilité et une plasticité résiduelle insuffisante pour subir, sans dommage, l'emboutissage à froid de pièces moyennement difficiles.

20 Cette difficulté a été résolue par le procédé selon l'invention. Il consiste à imposer à l'alliage à emboutir classique, généralement sous forme de produit plat (tôle, bande, ruban, flan, etc ...) à l'état simplement recuit un pré-écrouissage compris entre 2 et 5 %, avant  
25 l'emboutissage proprement dit. Ce pré-écrouissage s'accompagne d'un accroissement spectaculaire de la limite élastique (qui peut être multipliée par un facteur de l'ordre de 1,5 et pouvant même aller jusqu'à 3) sans perte notable de la ductilité et de l'emboutissabilité. Les autres caractéristiques habituelles telles que la charge de rupture en  
30 traction, les courbes limites de formage et les coefficients d'anisotropie (coefficient de Lankford  $r$ ) restent pratiquement inchangées. Il en résulte que l'emboutissage d'une pièce donnée peut se faire sans difficulté avec les mêmes outillages et dans les mêmes conditions (sauf en ce qui concerne la puissance consommée) que pour l'alliage  
35 correspondant à l'état habituel, c'est-à-dire recuit ou recuit-plané.

Les moyens généralement utilisés pour imposer à une tôle ou bande un écrouissage à froid de 0,5 à 1 % tels que par planeuse à rouleaux ne sont utilisables que dans la mesure où ils permettent de réaliser

l'allongement visé (de 2 à 5 %) ce qui suppose par exemple l'application d'une contrainte longitudinale de traction  $\sigma_t$  non négligeable devant la limite d'élasticité  $\sigma_o$  du matériau, ou encore l'utilisation d'un très grand nombre de rouleaux cintreurs.

5

On peut en effet démontrer que l'allongement total  $\epsilon_t$  est sensiblement égal à :

$$\epsilon_t = \sum_{i=1}^n \left( \frac{\sigma_t}{\sigma_o} \frac{e_i}{R_i} \right)$$

10 où n est le nombre de cylindres cintreurs,  $R_i$  le rayon du cylindre i et  $e_i$  l'épaisseur du produit au niveau du cylindre i (formule valable lorsque  $e_i \ll R_i$ , ce qui est généralement le cas). Bien sûr, si le produit a déjà été préécroui, par planage par exemple, on en tient compte dans la valeur de l'allongement total imposé  $\epsilon_t$ .

15

Une alternative consiste à faire passer la bande de façon alternée sans glissement sur deux (ou plusieurs) cylindres à axes parallèles dont les vitesses circonférentielles sont légèrement différentes.

20 Ainsi, si deux cylindres de rayons  $R_1$  et  $R_2$  (avec  $R_2 > R_1$ ) sont animés de la même vitesse angulaire ( $\omega_1 = \omega_2$ ), l'allongement subi par une bande passant successivement sans glissement sur les cylindres 1 et 2 est égal à :

$$\epsilon_o = \log \frac{R_2}{R_1} \approx \frac{R_2 - R_1}{R_1}$$

25

Avec le dispositif représenté sur la figure 1, comportant deux cylindres 1 et 2 de rayons  $R_1$  et  $R_2$ , sur lequel s'appuie sans glissement la bande 3, on peut obtenir les allongements donnés ci-après dans les conditions suivantes :

30

TABLEAU I

35	(	Allongement	:	R1 = 2,5 cm	:	R1 = 10 cm	:	R1 = 30 cm	)
	(	$\epsilon_o$	:		:		:		)
	(	2 %	:	R2 = 2,55 cm	:	R2 = 10,20 cm	:	R2 = 30,61 cm	)
	(	5 %	:	R2 = 2,63 cm	:	R2 = 10,51 cm	:	R2 = 31,54 cm	)
	(		:		:		:		)
	(		:		:		:		)

Un ordre de grandeur du couple  $C$  à appliquer à l'ensemble est obtenu par l'égalité des puissances de déformation plastique mises en jeu (allongement de la bande + deux cintrages + deux décintrages) et de la puissance extérieure.

5

Dans le cas de l'alliage 3003, par exemple, pour une largeur de tôle, de 1 m et une épaisseur de 1 mm, avec  $R1 = 10$  cm et  $R2 = 10,20$  cm ou 10,51 cm (tableau précédent), on obtient :  $C=40$  daN x m pour  $\epsilon_0 = 2\%$   
 $=85$  daN x m pour  $\epsilon_0 = 5\%$ .

10 Ces couples sont compatibles avec les installations industrielles existantes.

Il est possible de combiner l'allongement par cintrage sous tension longitudinale et l'allongement imposé selon la variante décrite ci-dessus pour obtenir le pré-écrouissage désiré.

#### EXEMPLE

Trois alliages d'aluminium d'utilisation courante en emboutissage ont été pris à l'état recuit sous forme de tôles de 1mm d'épaisseur. Ils ont été écrouis par traction par allongement de 2 et 5 %. Les caractéristiques mécaniques (dans le sens long) et le comportement à l'emboutissage (testé par la capacité de rétreint et la capacité d'expansion) avant et après cette opération sont reportées dans le tableau II. On ne constate pas de différence de comportement à l'emboutissage profond (rétreint pur) entre les tôles recuites et les tôles pré-écrouies. On constate par contre une légère diminution de la capacité d'expansion à mesure que le pré-écrouissage augmente ; cette perte de propriété est liée à la baisse de la valeur du coefficient d'écrouissage  $n$ .

30 les opérations de formage industriel visées faisant intervenir principalement une sollicitation en rétreint de la tôle, il apparaît que le faible écrouissage introduit (de 2 à 5 %) ne modifie pas de façon appréciable le comportement à l'emboutissage des trois alliages testés, tout en augmentant considérablement les caractéristiques mécaniques de résistance ( $R$  et surtout  $R_{0,2}$ ).

Ce résultat peut être utilisé pour alléger les emboutis obtenus et réaliser une économie de matière ou à épaisseur de fond égal, augmenter la rigidité des emboutis.

TABLEAU II

Alliage	Taux d'écrouissage à froid (%)	CARACTERISTIQUES MECANIQUES					ESSAI D'EMBOUTISSAGE PROFOND			ESSAI D'EXPANSION	
		R : Ro2 (MPa)	A% :	Coef. d'écrouis. n	Anisotropie r	hauteur de godet (*) (mm)	taux de cornes %	hauteur de dôme à rupture (mm)	(**)		
1100	0	105	27	0,30	0,50	23,9	10,0	23,5			
	2	107	66	0,24	0,50	23,6	11,0	22,7			
	5	110	80	0,19	0,43	23,6	11,4	22,2			
3003	0	129	56	0,25	0,50	23,4	10,1	18,0			
	2	132	79	0,17	0,52	23,3	9,6	17,8			
	5	135	98	0,12	0,54	23,2	10,1	17,4			
5052	0	202	96	0,31	0,57	23,5	1,7	20,1			
	2	207	123	0,19	0,50	23,2	1,7	20,0			
	5	217	155	0,14	0,40	23,3	1,5	18,8			

(\*) Essai Swift : Godet cylindrique à fond plat de diamètre : 33 mm obtenu à partir d'un flan de 64 mm (rapport d'emboutissage  $\approx 1,94$ )

(\*\*) Essai Jovignot : Calotte sphérique obtenue par gonflement hydraulique d'un flan de diamètre initial : 52 mm (flan bloqué).

REVENDEICATIONS

- 1/ Procédé pour obtenir des pièces embouties à caractéristiques mécaniques améliorées en aluminium ou ses alliages caractérisé en ce que le  
5 matériau initialement recuit subit un pré-écrouissage à froid compris entre 2 et 5 % directement avant l'emboutissage proprement dit.
- 2/ Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'écrouissage est produit à l'aide de flexions multiples alternées.  
10
- 3/ Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que lors du pré-écrouissage, le produit est soumis à une tension longitudinale inférieure à sa limite élastique.
- 15 4/ Procédé selon la revendication 2 caractérisé en ce que le matériau s'appuie successivement et alternativement sans glissement, sur des cylindres dont la vitesse circonférentielle augmente de l'un à l'autre dans la proportion de l'allongement imposé.
- 20 5/ Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le produit est plus soumis à une tension longitudinale inférieure à sa limite élastique.

I-1

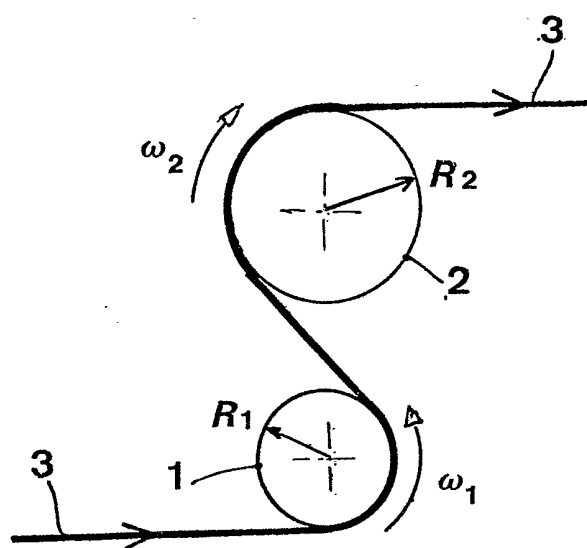


FIG. 1