

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE  
HOUARI BOUMEDIENNE

»O«

Département de Mécanique

»O«

2RX

امدرسة الوطنية للعلوم الهندسية  
ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER

»O«

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE  
BIBLIOTHEQUE

THESE DE FIN D'ETUDES

PRODUCTION DE SOUPAPES

D'ADMISSION

*par déformation plastique*

Proposée par :

Mr Eleöd ANDRAS

Professeur à l'E.N.P.A.

Etudié par :

Ahmed KELLACI



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
»O«

UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE  
**HOUARI BOUMEDIENNE**  
»O«

**Département de Mécanique**  
»O«

**ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE D'ALGER**  
»O«

THESE DE FIN D'ETUDES

**PRODUCTION DE SOUPAPES  
D'ADMISSION**  
*par déformation plastique*

Proposée par :  
Mr Eleöd ANDRAS  
Professeur à l'E.N.P.A.

Etudié par :  
Ahmed KELLACI

Promotion Janvier 1983



## Dédicaces.

Je dédie ce travail :

- A mes chers parents qui se sont sacrifiés pour me voir atteindre ce but.
- A mes frères et sœurs.
- A tous ceux qui me sont chers.
- A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, durant mes études.

A. KELLACI





## CH. 0. INTRODUCTION

Avant de lancer un projet de fabrication de pièces mécaniques, il faut passer par les étapes suivantes :

- l'étude fonctionnelle faite au bureau d'étude
- l'étude de fabrication faite au bureau de méthode.

Le travail essentiel fait au bureau de méthode consiste à rechercher une solution à la fabrication de pièces en nombre donné ; dans un délai déterminé et au prix de revient le plus bas. Donc quatre facteurs interviennent dans l'étude de la fabrication :

- la qualité des pièces
- l'importance de la série de pièces
- le délai
- le prix

C'est dans ce cadre que se situe notre étude, dans ce mémoire, qui permettra de donner le mode de fabrication des pompes d'admission (pompe d'admission type Peugeot 504).

Vu les quatre facteurs cités ci-dessus, nous avons opté pour la fabrication par déformation plastique par 2 procédés

- filage
- et refoulage.

# CH. I: GENERALITES SUR L'ETAT FINI DE LA PIECE.

## 1.1: Presentation de la Piece.

Notre étude sera axée sur la fabrication en série d'une soupape d'admission par déformation plastique.

Les soupapes sont les organes essentiels de la distribution dans les moteurs à explosion.

Elles ont pour rôle principal, l'ouverture et la fermeture des canaux d'admission (pour les soupapes d'admission) et des canaux d'échappement (pour les soupapes d'échappement).

Les soupapes en général, et la soupape d'admission en particulier sont formées d'une tête aplatie et d'une tige. Sur la partie terminale de la tige est usinée une rainure circulaire appelée : gorge d'arrêt des 2 demi-cônes.

Nous avons présenté en (fig. 1) la forme et les différentes parties de la pièce.

Le dessin de définition de la soupape est représenté sur planche 1.

Les dimensions de la soupape d'admission type (moteur peugeot 504) sont données par le bureau d'étude

- angle de portée :  $120^\circ$
- diamètre de la tête : 42,5 mm.
- diamètre de la tige : 8,02 mm
- longueur totale : 118,75 mm.





### 1.2 : Resistance de la Piece.

Les pompes doivent être résistantes, non fragiles, d'une dureté suffisante pour résister à l'usure provoquée par les ouvertures et fermetures répétées lors du fonctionnement du moteur à explosion.

Elles doivent conserver leur qualité à haute température; surtout si on sait que les températures moyennes des pompes sont de:

400 °C à l'admission

et 650 à 800 °C à l'échappement

la résistance aux hautes pressions doit être assurée surtout pendant la détente et la compression.

Les pompes doivent avoir une bonne résistance aux chocs aux vibrations et à la friction.

### 1.3 : Matériaux Utilisés

Le choix du métal constitutif de la pièce doit se faire en tenant compte :

- de l'adaptation des propriétés physiques, chimiques et mécaniques du métal aux conditions d'emploi de la pièce.
- de l'aptitude du métal à être façonné par un procédé commode et économique pour obtenir la pièce.

Dans notre cas en tenant compte de la résistance aux hautes pressions, aux hautes températures, à la fatigue, aux vibrations, aux chocs etc... comme nous avons vu en (1.2).















Pendant la déformation plastique sont, considérées surtout les caractéristiques suivantes.

R : la résistance du métal.

E : la limite élastique.

A% : L'allongement en %.

$\Sigma$ % : la striction en %.

En même temps qu'elles amènent les produits à leurs formes d'emploi ou à une forme approchée, ces opérations de déformation plastique changent la structure du métal.

Il en résulte des modifications plus ou moins importantes des propriétés mécaniques ; selon que les déformations ont été provoquées à froid ou à chaud.

— Déformation plastique à froid :

Lorsqu'on soumet un métal à une déformation plastique à froid ; il en résulte un écrouissage : (phénomène accompagnant la déformation plastique qui se traduit par une élévation de la limite élastique et de la dureté ; et un abaissement de la malleabilité).

Donc, une modification de R ; E et A%. (Voir fig. 3)

L'écrouissage peut être considéré comme un traitement thermique.

Il en résulte que la déformation plastique à froid est limitée par les effets, même de cette déformation.

Le métal devient dur et fragile car ses cristaux sont déformés, il perd sa malléabilité et il faut la lui restituer en le chauffant pour poursuivre la déformation.

Cette élévation de température produit une recristallisation et donc le retour à l'état malléable.

Ce traitement thermique, appelé : recuit, même s'il n'est pas nécessaire pour atteindre la déformation plastique, il reste indispensable en fin d'opération pour supprimer les tensions internes.

#### — Déformation à chaud :

Dans ce cas, le processus de déformation reste le même mais il est provoqué à une température qui permet la restauration immédiate du métal.

Nous pouvons distinguer trois zones thermiques de déformation :

- Une zone d'écrasage : (déformation plastique à froid)
- Une zone de corroyage : (déformation plastique à chaud)
- Une zone intermédiaire entre les 2 zones précédentes :

zone  $\alpha$  (Voir fig. 4)

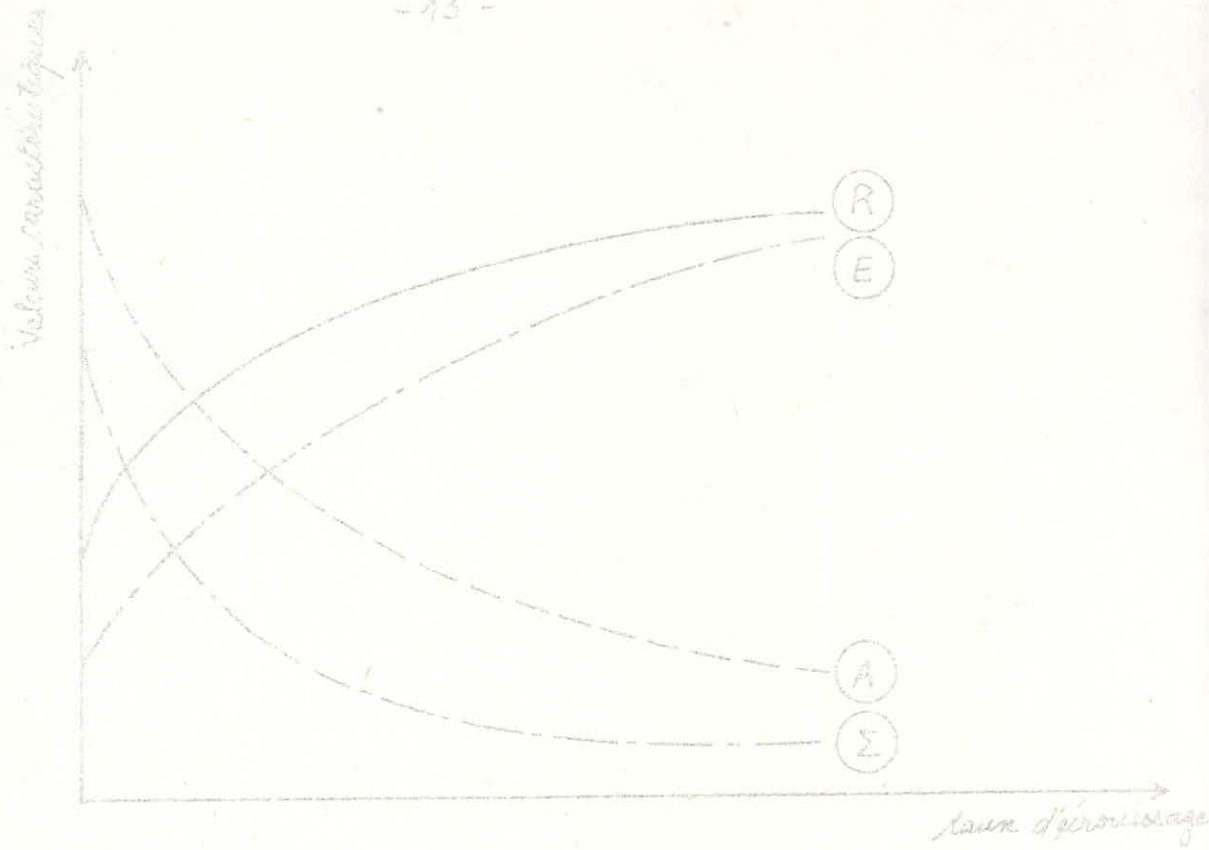


Fig. 3

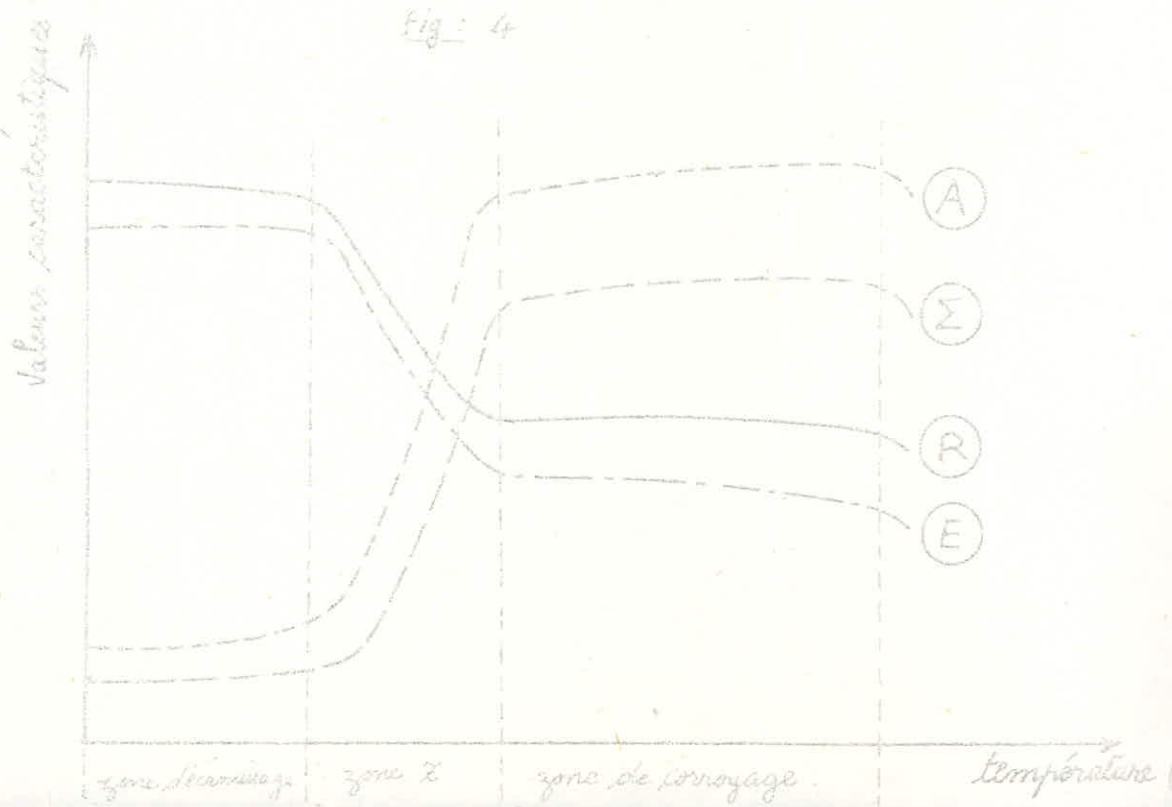


Fig. 4

## 2.2.2 . Les différents procédés utilisés dans la déformation plastique .

L' laminage par déformation plastique est devenu de plus en plus important dans l'industrie ; les procédés les plus utilisés sont : le laminage , l' étrépage , le tréfilage , le forgeage , le martelage , le filage .

### a) le laminage .

Le métal , porté à une température convenable , passe entre 2 cylindres parallèles qui tournent en sens inverses .  
Après passage , son épaisseur est égale à l' intervalle des deux cylindres .

Il existe 2 types de laminages .

- le laminage à chaud jusqu' à une étape de transformation .
- le laminage à froid , après décalaminage , jusqu' à l' épaisseur désirée .

Le laminage à froid permet d' obtenir dans le cas particulier évoqué : une surface propre et lisse , grain fin et structure homogène .

le laminage est effectué par des machines appelées : laminaires

Les métaux laminables les plus employés sont :

- les aciers de construction ordinaires ou spéciaux
- le cuivre , le laiton , le cupro-nickel , l' aluminium , etc . . . . .

b) L'étirage et le tréfilage

L'étirage est une méthode de transformation d'un produit en un autre de section plus réduite, de même forme ou de forme différente avec allongement.

Cette méthode emprunte différents moyens

- L'étirage par percussion (marteau, presse)
- L'étirage par traction simple
- L'étirage par filage à la presse.

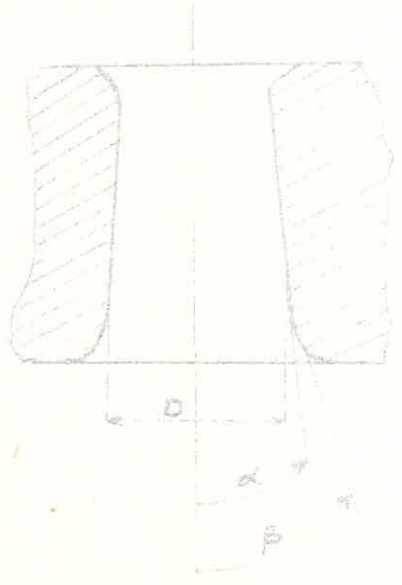
L'étirage et le tréfilage consistent à exercer une contrainte de traction sur une barre pour l'obliger à traverser une filière lubrifiée fixe.

L'étirage et le tréfilage s'exécutent à froid; ils s'appliquent à tous les métaux laminables répondant aux conditions:

- résistance suffisante à la traction.
- bonne qualité (homogénéité de composition)

\* caractéristiques des filières : Fig. 5

- valeurs des angles
- $\alpha = 6 \text{ à } 14^\circ$   
 $\beta = 18 \text{ à } 20^\circ$



L'angle utile (α) doit être d'autant plus grand que la passe est plus forte et que le métal est plus mou.

Fig. 5





## 2.2.3 Procédé Utilisé

### a) Présentation du procédé: "filage à froid"

Le filage est le dernier, ne des procédés de mise en forme des métaux par déformation plastique.

Un lopin de métal, préalablement porté à la température voulue (dans la zone d'échauffement pour le filage à chaud) est placé dans un conteneur (cylindre creux). Une poutre pénètre dans le conteneur, exerce sur le lopin un effort de compression qui force le métal à filer, c'est à dire à sortir par un orifice, lequel donne au produit filé sa forme propre.

Le filage peut être complété par un étirage à froid (calibrage), par un profilage.

Deux types de filage sont employés dans l'industrie:

#### — le filage direct. (1) Fig. 7

Le type de filage est le plus couramment employé dans l'industrie. Le métal "file" en avant du poinçon à travers l'orifice de la filière et celui de la matrice.

#### — le filage indirect. (2) Fig. 7

Ce procédé ne s'applique actuellement qu'à l'élaboration de produit de petites sections.

Le métal s'écoule en sens inverse de la marche du poinçon.

Le filage peut être exécuté par choc ou par pression. Dans notre cas, nous utiliserons le filage direct, par pression.





## Les avantages du procédé :

Le filage à froid a les avantages suivants :

- texture homogène et fine.
- résistance élevée particulièrement en travers.
- Possibilité de transformer certains métaux qui ne pourraient être, avant ce procédé, que par moulage.
- Possibilité d'obtenir des profils qui ils seraient difficiles ou impossible d'obtenir par d'autres procédés de déformation plastique.
- Prix de revient de l'outillage faible.

Si l'on conçoit aisément que le plomb et l'étain se prêtent bien aux opérations de filage, on peut se poser des problèmes en ce qui concerne les autres métaux et en particulier à l'acier.

Le problème essentiel remarqué pour l'acier est le grippage de l'acier sur l'outillage. Ceci provient du fait que les pressions exercées pour réaliser le filage chassent les produits de graissage qui on voudrait interposer entre le filon et l'outillage.

Le problème gigantesque a été résolu en 1930 par le docteur "Parken Rust-Griff" par le procédé de graissage appelé phosphatation.

Le revêtement de phosphate de zinc est constitué par une

multitude de petits cristaux fermement accrochés à la surface de l'acier. Ce revêtement est poreux et a peu pouvoir adhésif pour les corps gras. Il retient cinq fois plus de corps gras que l'acier nu.

Au cours de la déformation, on bénéficie de deux avantages remarquables :

- la couche de phosphate suit les déformations de l'acier sans se rompre du fait de son adhérence.
- Elle maintient un corps gras constamment entre matriciel et outillage au cours des opérations.

On indique souvent le poids de phosphate par décimètre carré pour se rendre compte de l'importance moyenne de l'épaisseur de la couche.

Pratiquement il est de 1 à 3 kilogramme par décimètre carré.

On élimine le phosphate de zinc, en fin d'opération, par attaque à l'acide chromique ; pendant 2 min, dans une solution à 200 gr d'acide Chromique, et on opère à 95°C.

























$$L = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot D^2}$$

$$L = \frac{4 \cdot 12064}{\pi \cdot 14^2} = 78,24 \text{ mm.}$$

$$L = 78,24 \text{ mm.}$$

Ce loquin subira ensuite des opérations de préparation au filage : recuit ; nettoyage ; londerisation ; savonnage.

Les bavures de cisailage sont enlevées par l'opération de chamfreinage ou ébouetage. (voir figures ci-dessous. 10)

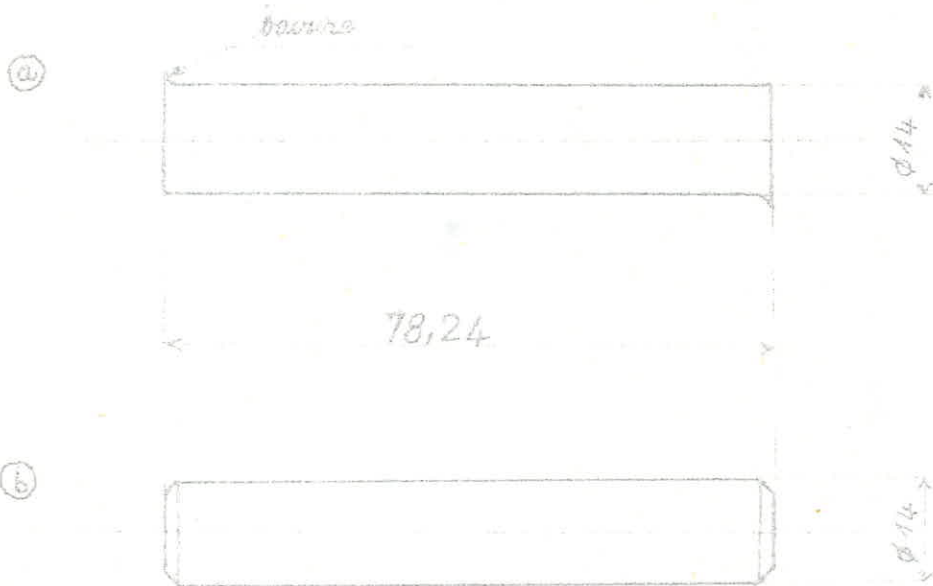


fig: 10

(a) : loquin après cisailage portant des bavures.

(b) : loquin après chamfreinage.

Après les préparations, le lopin est placé dans le conteneur représenté par la figure 11.

Après le filage et l'éjection de la pièce, on obtient la forme représentée en figure 12.

Les dimensions de la pièce éjectée sont les suivantes :

- la tige filée de diamètre  $d = 8,02 \text{ mm}$  et de longueur  $= 108,25 \text{ mm}$ .
- la partie  $x$  formée par la courbure de rayon  $R = 12 \text{ mm}$  a une hauteur de  $x = 8 \text{ mm}$ , cette hauteur est trouvée en établissant l'arc de courbure  $R$  à  $108,25 \text{ mm}$  de l'extrémité de la tige et en abaisant la génératrice du cylindre de tête de diamètre  $14 \text{ mm}$ .
- Donc cette hauteur  $x = 8 \text{ mm}$  est trouvée par dessin.
- Calculons les dimensions de la partie  $G_2$ .

C'est une partie cylindrique de diamètre  $D = 14 \text{ mm}$ .  
la hauteur est déterminée en trouvant le volume de  $G_2$ .

$$V_{G_2} = V - (V_5 + V_x)$$

avec :  $V_5 = 5468,5 \text{ mm}^3$

$$V = 12044 \text{ mm}^3$$

$$V_x = \pi \cdot \frac{d_m^2}{4} \cdot x \quad \text{avec : } d_m = \frac{14+8}{2} = 11 \text{ mm}$$

$$V_x = \pi \cdot \frac{(11)^2}{4} \cdot 8 = 760,26 \text{ mm}^3$$

$$V_{G_2} = 12044 - (760,26 + 5468,5) = 5815,24 \text{ mm}^3$$

$$\underline{V_{G_2} = 5815,24 \text{ mm}^3}$$







$$V = \pi \cdot \frac{D^2}{4} \cdot h \quad \Rightarrow \quad h = \frac{4 \cdot V_{G_2}}{\pi \cdot D^2}$$

$$h = \frac{4 \cdot 5815,24}{14^2 \cdot \pi} = 37,77 \text{ mm}$$

$$\underline{h = 37,77 \text{ mm}}$$

Vouloir aplater directement ce cylindre à métal libre risque de provoquer le flambage, car il est recommandé de ne pas travailler avec métal libre une longueur supérieure à 2 fois le diamètre.

Dans notre cas  $h > 2 \cdot d \Leftrightarrow 37,77 > 28$ .

En effet, il est recommandé (comme nous avons vu en CH II) de refouler le cylindre dans un conteneur de diamètre

$$D = 1,25 \cdot d = 1,25 \cdot 14 = 18,75 \text{ mm} \quad (\text{Fig. 14})$$

Donc le diamètre de ce cylindre  $G_2$  sera après refoulement

$$\underline{D = 18,5 \text{ mm}}$$

La nouvelle hauteur après refoulement sera donc

$$h' = \frac{V_{G_2} \cdot 4}{D^2 \cdot \pi}$$

$$h' = \frac{5815,24 \cdot 4}{(18,5)^2 \cdot \pi} = 21 \text{ mm}$$

$$\underline{h' = 21 \text{ mm}} \quad (\text{Fig. 14})$$

Cette hauteur  $h' < 2 \cdot D \Leftrightarrow 21 < 37$

Donc : Le refoulement peut être réalisé librement, sans conteneur et donc, on réalisera le matriçage final dans l'outillage représenté en (figure 15.) en une seule étape.

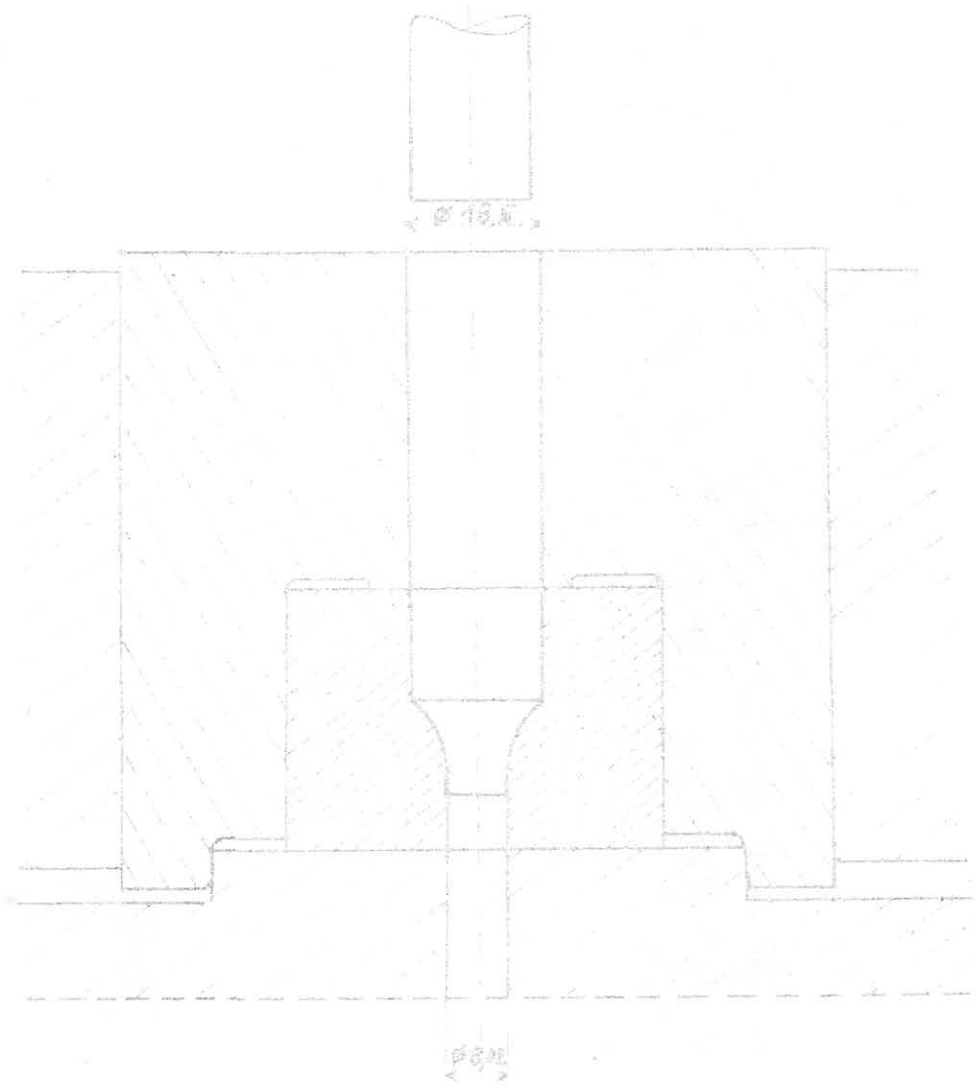


fig. 13.





























# BIBLIOGRAPHIE

- Manuel pratique de Forge (DUNOD)
- Pratique du Forgeage.
- Revue Technique Automobile, Peugeot 504.
- GUIDE des Fabrication mécanique  
P. Padilla et A. THELY
- Guide du dessinateur industriel  
A. CHEVALIER
- Delagrave, Fasc. 10: "USINAGE SANS COPEAUX"  
Hibout, J et ROGER, M.
- Technologie des fabrication Mécaniques.  
1. La matière et SA MISE en forme  
ARMAND Collin
- Mise en forme des Métaux I. et II.  
Dunod PARIS 1973.
- Güllemot, L ; Ziaja, Gy: Fémek képlékény alakítása.  
Tankönyvkiadó, Budapest: 1971.

