

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 21956**

(54) Procédé d'emboutissage de pièces, par charge impulsionnelle, canon à gaz pour sa mise en œuvre, dispositif d'emboutissage utilisant ledit canon à gaz et pièces embouties obtenues conformément audit procédé.

(51) Classification internationale (Int. Cl. <sup>3</sup>). B 21 D 26/08.

(22) Date de dépôt..... 14 octobre 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° 15 du 16-4-1982.

(71) Déposant : UKRAINSKY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT PROTEZIROVANIA, PROTEZOSTROENIA, EXPERTIZY I VOSSTANOVLENIA TRUDOSPOSOBNOSTI INVALIDOV et KHARKOVSKY AVIATIONNY INSTITUT IMENI E. N. ZHUKOVSKOGO, résidant en URSS.

(72) Invention de : V. K. Borisevich, J. A. Boborykin, A. I. Volkov, A. A. Gubsky, E. A. Frolov, J. G. Kurkin, E. P. Polevichek et V. P. Sabelkin.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,  
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention se rapporte au domaine de l'usinage des métaux et a notamment pour objet un procédé et un dispositif pour l'emboutissage de pièces à partir de flans sous l'action d'une charge impuls ionnelle amorcée  
5 dans un milieu liquide par le tir d'un canon à gaz, ainsi que les pièces embouties obtenues par ledit procédé.

Par "charge impuls ionnelle" on entend ici une pression hydraulique amorcée dans un milieu liquide par le tir d'un canon à gaz dans un milieu liquide, l'onde de  
10 choc et le flux de liquide engendrés sous l'effet de l'expansion des produits de l'explosion de la charge gazeuse dans le canon à gaz.

L'invention trouve son application la plus rationnelle pour l'emboutissage de pièces de configuration  
15 compliquée.

Jusqu'à aujourd'hui le problème de l'accroissement de la puissance de la charge impuls ionnelle pour l'emboutissage de pièces de grandes dimensions et de forme compliquée à partir de flans difficilement déformables sans augmenter  
20 les dimensions du dispositif réalisant l'emboutissage des pièces par charge impuls ionnelle et, par conséquent, les dépenses d'implantation, n'a pas encore été résolu d'une manière satisfaisante.

Le procédé bien connu d'emboutissage de pièces  
25 sous l'action d'une charge impuls ionnelle dans des chambres fermées avec utilisation de mélanges gazeux explosifs suppose une réalisation constructive assez compliquée, exigeant une grande quantité de métal, et ne s'emploie que pour l'emboutissage de pièces de petites dimensions à  
30 partir de flans en tôles facilement déformables, vu la faible puissance de la charge impuls ionnelle (voir le certificat d'auteur URSS N° 148 780).

Le procédé d'emboutissage de pièces en tôle sous l'action d'une charge impuls ionnelle engendrée dans un  
35 milieu liquide par le tir d'un canon à gaz est celui qui offre le plus de perspectives. Ce procédé consiste à disposer la matrice et le flan dans la cuve contenant le

liquide. Ensuite on exécute, en direction de la matrice et du flan, un tir à l'aide d'un canon à gaz; pour cela on amène dans le canal de son tube, dont l'extrémité ouverte se trouve immergée dans le liquide, un mélange gazeux explosif que l'on allume. L'explosion du mélange gazeux engendre une charge impulsionnelle dont l'énergie est suffisante pour réaliser l'emboutissage de pièces de petites dimensions (cf. E.A. Frolov, "Novy metod shtampovki detalei iz lista energiei detonirujuschikh gazovykh smesei, Impulsnaya obrabotka metallov davleniem", M., Mashinostroenie, 1977, pp. 39-42).

Ce procédé permet de ne pas utiliser les chambres d'explosion fermées, limitant les dimensions des pièces usinées par charge impulsionnelle, comme c'est le cas dans le procédé précédent; en outre, il donne la possibilité d'automatiser complètement le processus d'emboutissage.

Néanmoins, étant donné la faible capacité d'absorption de l'énergie du dispositif permettant de réaliser ce procédé, et par conséquent, la faible puissance de la charge impulsionnelle, l'utilisation de ce procédé est restreinte lorsqu'il s'agit de l'emboutissage de pièces de grandes dimensions et de configuration compliquée à partir de flans de tôle difficilement déformables.

Il serait par exemple possible d'augmenter la puissance de la charge impulsionnelle en accroissant la pression initiale de la charge gazeuse amenée dans le canal du tube du canon à gaz. Toutefois, la pression initiale ne peut être supérieure à la pression hydrostatique du liquide, laquelle est proportionnelle à la profondeur d'immersion du bout ouvert du canon. L'accroissement de la profondeur d'immersion du bout ouvert du canon entraîne une augmentation injustifiée des dimensions suivant la hauteur du dispositif permettant de réaliser ce procédé.

On connaît un dispositif pour la réalisation de ce procédé, comportant une cuve pour le liquide, dans laquelle est disposée une matrice, et un montant monté sur la cuve, sur lequel est fixée une console portant le canon à gaz.

Le canon à gaz a un tube à canal axial et un orifice de sortie sur sa tranche frontale, des canaux pour l'amenée du mélange gazeux dans le canal axial et un dispositif d'allumage.

5 Ce dispositif connu, vu la faible capacité d'absorption de l'énergie du canon, ne permet pas de réaliser l'emboutissage de pièces en matériaux difficilement déformables, y compris celui des pièces de grandes dimensions et dont la surface présente un relief compliqué.

10 On s'est donc proposé de mettre au point un procédé, un canon à gaz et un dispositif utilisant ledit canon à gaz, qui permettrait d'augmenter la puissance de la charge impulsioonnelle, sans augmenter les dimensions en hauteur du dispositif, et d'élargir ainsi la gamme des pièces  
15 pouvant être obtenues par emboutissage, les dépenses de matériaux étant minimales.

Le problème ainsi posé est résolu en ce que dans le procédé d'emboutissage par une charge impulsioonnelle créée dans un milieu liquide par le tir d'un canon à gaz, qui  
20 consiste à disposer dans une cuve contenant le liquide une matrice avec un flan, puis à immerger dans ce même milieu l'orifice de sortie du tube du canon à gaz, à amener ensuite dans le canal du tube du canon à gaz un mélange gazeux explosif, et à allumer la charge gazeuse formée dans le  
25 canal du canon, l'explosion de celle-ci créant une charge impulsioonnelle dans le milieu liquide, suivant l'invention la pression initiale de la charge gazeuse dans le canal du tube du canon à gaz dépasse la pression hydrostatique du milieu liquide.

30 La valeur de la différence entre la pression initiale dans le canal du tube du canon à gaz et la pression hydrostatique du milieu liquide se trouve dans les limites de  $1.10^5$  à  $1.10^3$  N/m<sup>2</sup>.

La supériorité de la pression initiale de la charge  
35 gazeuse à l'origine du tube du canon à gaz par rapport à la pression hydrostatique du milieu liquide dans la cuve est obtenue par fermeture temporaire de l'orifice de sortie du

canal du tube du canon à gaz.

Dans un autre cas, la supériorité de la pression initiale de la charge gazeuse dans le canal du tube du canon à gaz par rapport à la pression hydrostatique du milieu liquide dans la cuve est obtenue par augmentation de la pression cinétique du mélange gazeux sur les parois du canal du tube du canon à gaz, qui est réalisé en amenant par impulsions le mélange gazeux dans le sens allant de l'orifice de sortie à l'intérieur du canal du tube du canon à gaz.

L'onde de choc créée lors du tir du canon à gaz, dont la pression initiale dans le canal du tube dépasse la pression hydrostatique du milieu liquide, est dirigée sous un certain angle vers le secteur formé du flan, lors d'un formage local réalisé successivement par secteurs sur des flans de grandes longueurs.

Le problème précité est également résolu en ce que le canon à gaz comporte un tube ayant un canal axial avec un orifice de sortie sur sa tranche frontale, l'orifice de sortie est fermé d'une manière étanche à l'aide d'une membrane destinée à être déchirée par les produits de l'explosion lors du tir; dans le tube sont pratiqués des canaux pour l'amenée du mélange gazeux dans le canal axial, tandis que dans la partie arrière est encastré un dispositif d'allumage. La présence de la membrane permet d'assurer une pression initiale de la charge gazeuse supérieure à la pression hydrostatique du milieu liquide.

Dans une variante de réalisation, la membrane est exécutée sous forme d'un ballon creux avec un orifice dirigé vers l'orifice de sortie du tube du canon à gaz. Ceci est rationnel pour l'emboutissage de pièces cylindriques en alliages difficilement déformables, vu que la membrane en forme de ballon augmente la capacité d'absorption de l'énergie du canon à gaz.

Dans une autre variante de réalisation, la membrane est exécutée sous forme d'une bande dont la largeur est supérieure au diamètre du canal du tube.

Dans une autre variante de réalisation, sur le tube du canon à gaz est monté un mécanisme de rebobinage de la bande, réalisé sous forme d'un galet de support et d'un galet récepteur disposés sur les côtés diamétralement opposés du tube. Le décalage de la bande lors du rebobinage est empêché par des guides.

Ceci permet d'automatiser le processus d'élaboration de la charge gazeuse dans le canon après chaque cycle d'emboutissage.

Dans une autre variante de réalisation, pour obtenir une pression initiale de la charge gazeuse supérieure à la pression hydrostatique du milieu liquide en augmentant la pression cinétique du mélange gazeux sur les parois du canal du tube, les canaux pour l'amenée du mélange gazeux dans le canal axial du canon sont exécutés près de la tranche frontale ouverte du tube et sont dirigés sous un angle aigu vers l'axe du tube dans la direction de sa partie arrière.

Selon une autre variante de réalisation, sur la tranche frontale du tube est fixé un embout amovible, ce qui permet de redistribuer la charge impulsionnelle sur le flan et de commander sa valeur.

L'embout peut être exécuté sous forme d'un anneau plat dont le diamètre intérieur correspond au diamètre intérieur du tube, ce qui permet d'obtenir une charge uniforme sur le plan du flan.

L'embout peut aussi être exécuté sous forme d'un disque perforé, ce qui donne la possibilité de réduire la surface de fléchissement de la membrane et d'augmenter la pression initiale du mélange dans le canon, les paramètres de ce dernier étant les mêmes, et d'assurer ainsi une capacité élevée d'absorption de l'énergie par le canon.

Dans une autre variante de réalisation, l'embout est exécuté sous forme d'une tubulure dont le diamètre intérieur correspond au diamètre intérieur du canal du tube.

L'embout cylindrique donne la possibilité de réaliser l'emboutissage de pièces à partir de flans

cylindriques.

La tubulure peut être exécutée radialement courbée, ce qui permet de réaliser l'emboutissage de pièces à partir de flans ayant une surface irrégulière, étant donné que la charge impulsionnelle est dirigée directement vers la zone d'emboutissage.

L'embout exécuté sous forme d'un diffuseur crée une charge uniforme sur la surface d'un flan plat dans la zone de déformation.

Dans le diffuseur peut être encastrée une pièce d'insertion conique divisant le canal du diffuseur en deux zones, centrale et périphérique, qui assure la redistribution de la charge impulsionnelle sur la surface du flan plat dans la zone de déformation et élargit la zone effective de charge impulsionnelle régulière.

Dans une autre variante de réalisation, l'embout est exécuté sous forme d'une douille dont le diamètre intérieur est supérieur à trois fois la valeur de l'extrémité du tube.

Dans une autre variante de réalisation, dans les parois de l'embout sont pratiqués des orifices de drainage permettant d'éviter la formation, dans les embouts, d'une couche d'air près de la membrane, qui diminue la puissance de la charge dans l'embout.

Il est avantageux que les orifices de drainage, dans les parois de la douille, soient pratiqués en forme d'entailles transversales, disposées en quinconce suivant la hauteur de la douille.

L'embout peut être équipé d'une commande assurant son serrage contre la tranche frontale du tube, par exemple d'un vérin de commande fixé sur le tube, qui permet de fermer automatiquement d'une manière étanche l'extrémité ouverte du tube du canon après chaque cycle d'emboutissage.

Le problème précité est également résolu en ce que le dispositif pour l'emboutissage de pièces par charge impulsionnelle avec utilisation de l'un quelconque des canons à gaz décrits comporte une cuve pour le milieu

liquide, dans laquelle est disposée une matrice, et un montant installé près de la cuve et sur lequel est fixée une console portant le canon à gaz.

Le canon à gaz est fixé sur la console par  
5 l'intermédiaire d'un chariot installé de manière à pouvoir se déplacer le long de la console, dans laquelle sont pratiqués des orifices pour bloquer le chariot à l'aide d'un goujon, la console étant installée de façon qu'il soit possible de la faire tourner autour du montant sur lequel  
10 est fixée une bride avec des orifices prévus pour un élément de fixation monté sur la console.

Le canon à gaz est fixé au chariot à l'aide d'une monture orientable dans le plan vertical. Ceci permet de fixer avec précision le tube du canon au-dessus de la zone  
15 de déformation lors de l'emboutissage de pièces de grandes dimensions dont la surface présente un relief compliqué.

Le dispositif pour l'emboutissage de pièces par charge impulsioneuse avec utilisation d'un canon à gaz, comportant une cuve pour le liquide, dans laquelle est  
20 disposée une matrice et, monté près d'elle, un montant sur lequel se trouve fixée une console portant le canon à gaz, est équipé d'un élévateur commandé réalisé sous forme de pattes supportant la matrice et solidaires de l'élément mobile du montant télescopique.

25 Cela permet de simplifier la construction du dispositif en faisant coïncider les opérations d'extraction du tube du canon et du levage de la matrice de la cuve où se trouve le liquide, par l'intermédiaire d'une seule commande.

30 L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs, avec références aux dessins non  
35 limitatifs annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente, selon l'invention, le dispositif réalisant le procédé;



- la figure 2 est une vue similaire à la figure 1, avec le mécanisme pour la fermeture temporaire de l'orifice de sortie du tube du canon à gaz;

5 - la figure 3 représente, suivant l'invention, le schéma d'obtention de la charge gazeuse grâce à la pression cinétique;

- la figure 4 représente, suivant l'invention, le schéma illustrant l'emboutissage successif;

10 - la figure 5 représente schématiquement, suivant l'invention, le canon à gaz avec la membrane;

- la figure 6 représente schématiquement, suivant l'invention, une modification du canon à gaz avec une membrane en forme de ballon;

15 - les figures 7, 8, 9, 10 représentent schématiquement différentes formes du ballon;

- les figures 11, 12 représentent le même dispositif que la figure 1, avec une membrane en forme de bande;

20 - la figure 13 représente schématiquement, suivant l'invention, le canon à gaz équipé d'un mécanisme pour le rebobinage du ruban;

- la figure 14 représente schématiquement, suivant l'invention, le canon à gaz avec un embout plat et des vérins de commande;

25 - la figure 15 représente schématiquement, suivant l'invention, une modification du canon à gaz équipé d'un embout sous forme d'un anneau plat élargi;

- la figure 16 représente schématiquement, suivant l'invention, une modification du canon à gaz avec un embout en forme de disque perforé;

30 - les figures 17, 18 représentent schématiquement, suivant l'invention, une modification du canon à gaz avec un embout en forme de tubulure cylindrique;

- la figure 19 représente schématiquement, suivant l'invention, une modification du canon à gaz avec un embout en forme de diffuseur;

35 - la figure 20 est une vue similaire à celle de la figure 19, avec une insertion conique dans le diffuseur;

- la figure 21 représente schématiquement, suivant l'invention, une modification du canon à gaz avec un embout en forme de douille;

- la figure 22 représente schématiquement, suivant l'invention, le dispositif pour l'emboutissage de pièces par charge impuls ionnelle avec canon à gaz;

- les figures 23, 24 et 25 représentent différentes parties du dispositif pour l'emboutissage de pièces par charge impuls ionnelle.

10 Sur le schéma illustrant le procédé (figure 1), le chiffre de référence 1 désigne un canon à gaz, le chiffre 2, une cuve avec un milieu liquide 3, dans laquelle est disposée une matrice 4 avec un flan 5. Le canon à gaz 1 comporte un tube 6 muni d'un canal axial 7.

15 L'orifice de sortie 8 du tube 6 est immergé dans le milieu liquide 3. Le dispositif a aussi des canaux 9 pour l'amenée du mélange gazeux et un dispositif d'allumage 10 encastré dans le tube 6, dans sa partie arrière. Pour assurer la supériorité de la pression initiale de la charge gazeuse dans le canal 7 du tube 6, on peut prévoir des  
20 moyens spéciaux qui seront examinés en détail plus loin.

Conformément au procédé proposé d'emboutissage de pièces par charge impuls ionnelle, dans la cuve 2 (figure 1) avec le liquide 3 sont installés la matrice 4 avec le  
25 flan 5. Dans ce même milieu liquide 3, dans la zone de déformation au-dessus du flan 5, on introduit le bout comportant l'orifice de sortie 8 du tube 6 du canon à gaz 1. Ensuite on assure l'amenée du mélange gazeux dans le canal axial 7 du tube 6 du canon à gaz. A l'aide d'accessoires  
30 spéciaux, qui seront décrits plus en détail ci-dessous, on agit de façon que la pression initiale de la charge gazeuse formée dans le canal 7 du tube 6 soit supérieure à la pression hydrostatique du milieu liquide dans les limites de  $1.10^5$  à  $1.10^3$  N/m<sup>2</sup>. En qualité de mélange gazeux  
35 explosif, on peut utiliser les mélanges du type hydrogène-oxygène, méthane-oxygène, propane-oxygène, acétylène-oxygène, propane-air, et autres.

Dès que le canal axial 7 du canon 1 est rempli de mélange gazeux, on allume ce dernier à l'aide d'un dispositif d'allumage 10, par exemple une bougie d'allumage.

5 La combustion ordinaire dans le canal axial 7 du tube 6 se transforme en combustion détonante, et l'onde détonante produite par l'explosion du mélange gazeux engendre dans le milieu liquide 3 une charge impuls ionnelle se composant d'une onde de choc et d'un flux de liquide qui agissent sur le flan 6 en l'emboutissant sur la matrice 4.

10 Ainsi, le milieu liquide 3 remplissant la cuve est le milieu qui transmet au flan 5 la charge impuls ionnelle, due à l'explosion détonante de la charge gazeuse. En qualité de milieu liquide, il est rationnel d'utiliser des liquides inertes par rapport à l'oxygène qui se trouve dans  
15 la composition du mélange gazeux. Cela peut être de l'eau, une émulsion eau-glycérine, de la glycérine et d'autres liquides.

Par ce procédé, grâce au fait que la pression initiale de la charge gazeuse dans le canal 7 du tube 6 du canon à gaz 1 est supérieure à la pression hydrostatique  
20 du milieu liquide 3, il est possible d'obtenir par emboutissage à partir de flans difficilement déformables des pièces quelconques, y compris des pièces de grandes dimensions dont la surface présente un relief compliqué,  
25 sans augmenter l'encombrement en hauteur du dispositif réalisant le procédé.

La mise en oeuvre du procédé décrit est expliquée par les exemples concrets mais non limitatifs qui suivent.

#### Exemple 1

30 Pour l'emboutissage d'une pièce de type en hémisphère (figure 1) de 300 mm de diamètre en alliage d'aluminium, par exemple en AMTSM de 2 mm d'épaisseur, il faut appliquer sur le flan une charge impuls ionnelle de l'ordre de  $150 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Une telle pression peut être obtenue lors  
35 d'une pression initiale  $P_i$  du mélange gazeux, notamment propane-oxygène, égale à  $4 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$  et d'une profondeur d'immersion  $h$  du tube 6 du canon à gaz de 0,5 m dans le

milieu liquide transmettant la charge impulsionnelle, c'est-à-dire, dans le cas considéré, dans l'eau, dont la pression hydrostatique  $P_h$  est de  $5.10^3 \text{ N/m}^2$ .

#### Exemple 2

5 Pour l'emboutissage d'une pièce de type en hémisphère (figure 1) de 300 mm de diamètre, en acier inoxydable du type X 18H9T de 1,2 mm d'épaisseur, il faut appliquer sur le flan une charge impulsionnelle de l'ordre de  $260.10^5 \text{ N/m}^2$ . Une telle pression peut être obtenue lors  
10 d'une pression initiale  $P_i$  du mélange gazeux, notamment acétylène-oxygène, égale à  $6,5.10^5 \text{ N/m}^2$  et d'une profondeur d'immersion  $h$  du tube 6 du canon à gaz de 0,5 m dans le milieu liquide transmettant la charge impulsionnelle dans le milieu liquide ( dans le cas considéré, dans l'eau) dont  
15 la pression hydrostatique  $P_h$  est de  $5.10^3 \text{ N/m}^2$ .

#### Exemple 3

Pour l'emboutissage d'une pièce du type en hémisphère (figure 1) de 300 mm de diamètre en alliage d'aluminium, par exemple AMTsM, de 2 mm d'épaisseur, il  
20 faut appliquer sur le flan une charge impulsionnelle de l'ordre de  $150.10^5 \text{ N/m}^2$ . Une telle pression peut être obtenue lors d'une pression initiale  $P_i$  du mélange gazeux, notamment acétylène-oxygène , égale à  $3.10^5 \text{ N/m}^2$ , et d'une  
25 profondeur d'immersion  $h$  du tube 6 du canon à gaz de 0,5 m, dans un milieu liquide transmettant la charge impulsionnelle (dans le cas considéré, dans l'eau) dont la pression hydrostatique  $P_h$  est de  $5.10^3 \text{ N/m}^2$ .

#### Exemple 4

Pour l'emboutissage d'une pièce du type en hémisphère (figure 1) de 300 mm de diamètre en acier inoxydable, par exemple X18H9T, de 1,2 mm d'épaisseur, il faut appliquer sur le flan une charge impulsionnelle de l'ordre  
30  $240.10^3 \text{ N/m}^2$ . Une telle pression peut être obtenue lors d'une pression initiale  $P_i$  du mélange gazeux, notamment acétylène-oxygène, égale à  $5,5.10^5 \text{ N/m}^2$  et d'une profondeur  
35 d'immersion  $h$  du tube 6 du canon à gaz de 0,5 m dans le milieu liquide transmettant la charge impulsionnelle (dans

le cas considéré, dans l'eau) dont la pression hydrostatique  $P_h$  est de  $5.10^3 \text{ N/m}^2$ .

#### Exemple 5

Pour l'emboutissage d'une pièce du type caissette (300 x 400 x 25 mm) en alliage d'aluminium, par exemple de la marque AMTSM, de 2 mm, d'épaisseur, il faut appliquer sur le flan une charge impulsionnelle de l'ordre de  $240.10^5 \text{ N/m}^2$ . Une telle pression peut être obtenue lors d'une pression initiale  $P_i$  du mélange gazeux, notamment propane-oxygène, égale à  $6.10^5 \text{ N/m}^2$  et d'une profondeur d'immersion  $h$  du tube 6 du canon à gaz de 0,5 m dans le milieu liquide transmettant la charge impulsionnelle (dans le cas considéré, dans l'eau) dont la pression hydrostatique  $P_h$  est de  $5.10^3 \text{ N/m}^2$ .

#### Exemple 6

Pour l'emboutissage d'une pièce du type caissette (300 x 400 x 25 mm) en acier inoxydable, par exemple de la marque X18H9T, de 1,2 mm d'épaisseur, il faut appliquer sur le flan une charge impulsionnelle de l'ordre de  $480.10^5 \text{ N/m}^2$ . Une telle pression peut être obtenue lors d'une pression initiale  $P_i$  du mélange gazeux, notamment propane-oxygène, égale à  $12.10^5 \text{ N/m}^2$ , et une profondeur d'immersion  $h$  du tube 6 du canon à gaz de 0,5 m, dans le milieu liquide transmettant la charge impulsionnelle, (dans le cas considéré, dans l'eau) dont la pression hydrostatique  $P_h$  est de  $5.10^3 \text{ N/m}^2$ .

#### Exemple 7

Pour l'emboutissage d'une pièce du type caissette (300 x 400 x 25 mm) en alliage d'aluminium, par exemple de la marque AMTSM, de 2 mm d'épaisseur, il faut appliquer sur le flan une charge impulsionnelle de l'ordre de  $240.10^5 \text{ N/m}^2$ . Une telle pression peut être obtenue lors d'une pression initiale  $P_i$  du mélange gazeux, notamment acétylène-oxygène, égale à  $5.10^5 \text{ N/m}^2$  et d'une profondeur d'immersion  $h$  du tube 6 du canon à gaz de 0,5 m dans le milieu transmettant la charge impulsionnelle (dans le cas considéré, dans l'eau) dont la pression hydrostatique  $P_h$

est de  $5.10^3 \text{ N/m}^2$ .

#### Exemple 8

Pour l'emboutissage d'une pièce du type caissette (300 x 400 x 25 mm) en acier inoxydable du tupe X18H9T, de 1,2 mm d'épaisseur, il faut appliquer sur le flan une charge impulsioonnelle de l'ordre de  $480.10^5 \text{ N/m}^2$ . Une telle pression peut être obtenue lors d'une pression initiale  $P_i$  du mélange gazeux, notamment acétylène-oxygène, égale à  $12.10^5 \text{ N/m}^2$  et d'une profondeur d'immersion  $h$  du tube 6 du canon à gaz de 0,5 m dans le milieu liquide transmettant la charge impulsioonnelle (dans le cas considéré, dans l'eau) dont la pression hydrostatique  $P_h$  est de  $5.10^3 \text{ N/m}^2$ .

La supériorité de la pression initiale de la charge gazeuse par rapport à la pression hydrostatique du milieu gazeux peut être réalisée, dans les exemples cités, par exemple par fermeture temporaire de l'orifice de sortie 8 du canal 7 du tube 6 du canon à gaz 1 à l'aide du mécanisme spécial 11 (figure 1), qui sera décrit plus loin d'une manière plus détaillée.

Dans une autre variante du procédé (figure 3), la supériorité de la pression initiale de la charge gazeuse est obtenue par augmentation de la pression cinétique du mélange gazeux sur les parois du canal 7 du tube 6 du canon à gaz. L'augmentation de la pression cinétique est réalisée en fournissant le mélange gazeux par impulsion dans le sens allant de l'orifice de sortie 8 vers l'intérieur du tube 6 du canon à gaz 1 en passant par les canaux 9.

Lors du formage local réalisé successivement par secteurs sur les flans de grandes longueurs (figure 4), l'onde de choc 12 est dirigée sous un certain angle par rapport au flan 5 en direction du secteur formé 13.

Le procédé décrit peut être mis en oeuvre à l'aide du canon à gaz 1 (figure 5) qui comporte un tube 6 ayant un canal axial 7 avec un orifice de sortie 8 sur sa tranche frontale, des canaux 9 pour l'amenée du mélange gazeux 6 dans le canal axial 7 et un dispositif

d'allumage 10 encastré dans la partie arrière du tube 6.

L'orifice de sortie 8 du canal 7 du tube 6 du canon à

gaz est fermé d'une manière étanche par le dispositif

spécial 11, qui est une membrane destinée à être percée par

5 les produits de l'explosion lors du tir. La membrane 11

peut être fabriquée en polyéthylène, chlorure de polyvinyle,

fibre synthétique connue sous la dénomination commerciale

"Capron", ou en d'autres matériaux élastiques.

10 Pour augmenter la capacité d'absorption de l'énergie  
du canon à gaz 1, il est rationnel d'exécuter la membrane

sous forme d'un ballon creux (figures 6-10) avec un

orifice dirigé vers l'orifice de sortie 8 du tube 6 du

canon à gaz 1. Le ballon 11 peut avoir une forme cylindrique

(figures 7,8), sphérique (figure 9) ou conique (figure 10).

15 Dans une autre variante de réalisation (figures

11-12), la membrane est exécutée sous forme d'une bande

dont la largeur est supérieure au diamètre du tube 6.

Pour le rebobinage de la bande, sur le tube 6 est

20 monté un mécanisme réalisé sous forme d'un galet de sup-

port 14 et d'un galet récepteur 15 installés sur les côtés

diamétralement opposés du tube 6. Dans ce mécanisme sont

prévus des guides (non représentés) pour éviter le décalage

de la bande lors du rebobinage.

25 Ceci permet de remplacer rapidement la membrane  
lors d'un fonctionnement à cycles multiples du canon à gaz.

Dans une variante de réalisation, pour l'obtention

d'une pression initiale du mélange gazeux supérieure à la

pression hydrostatique du milieu liquide par augmentation

de la pression cinétique du mélange gazeux précité dans le

30 canon à gaz, les canaux 9 (figure 3) sont exécutés près

de la tranche frontale ouverte du tube 6 et dirigés sous

un angle aigu vers la partie arrière de ce tube.

Dans une autre variante de réalisation (figure 14),

sur la tranche frontale du tube 6 du canon à gaz 1 est

35 fixé l'embout amovible 16, prévu pour fixer la membrane

ainsi que pour la redistribution et la commande de la

valeur de la charge impulsioneille.

Comme cela est représenté sur les figures 14-21, l'embout 16 peut avoir différentes formes.

Dans l'une des variantes de réalisation (figures 14,15), l'embout 16 peut être exécuté sous forme d'un anneau plat dont le diamètre intérieur correspond au diamètre intérieur du canal 7 du tube 6. Le diamètre extérieur peut correspondre ou être supérieur au diamètre extérieur du tube.

Pour réduire la surface de flexion de la membrane 11, l'embout 16 peut être exécuté sous forme d'un disque muni de perforations 17 (figure 16).

Pour l'emboutissage de pièces à partir de flans tubulaires, l'embout 16 est de forme cylindrique (figure 17).

S'il est nécessaire d'effectuer l'emboutissage de pièces à relief compliqué à partir de flans tubulaires, on utilise un embout 16 exécuté sous forme d'une tubulure courbée radialement (figure 18).

Dans la variante de réalisation représentée sur la figure 19, l'embout 16 est exécuté sous forme d'un diffuseur ce qui permet d'obtenir une charge régulière sur sa surface, notamment d'un flan plat, dans la zone de déformation.

Pour la redistribution de la charge impulsionnelle sur la surface d'un flan plat, on a prévu une variante suivant laquelle est incorporée dans le diffuseur une pièce d'insertion annulaire conique 18 divisant le canal du diffuseur en une zone centrale et une zone périphérique (figure 20).

Comme représenté sur la figure 21, l'embout 16 peut être exécuté sous forme d'une douille dont le diamètre intérieur est supérieur à trois fois le diamètre de l'extrémité du tube. Cela permet d'élargir la zone de charge efficace.

Comme représenté sur les figures 17, 18, 19, et 20, pour exclure la formation dans les embouts 16 près de la membrane 11, d'une couche d'air réduisant la puissance de la charge impulsionnelle, des orifices de drainage 19 sont pratiqués dans les embouts 16. Il est rationnel que, dans



les parois de la douille (figure 21), les orifices de drainage soient pratiqués en forme d'entailles transversales disposées en quinconce suivant la hauteur de la douille.

5 Pour serrer l'embout 16 contre la tranche frontale du tube 6, on a prévu dans le canon à gaz 1 une commande 20 de compression constituée par exemple par un vérin de commande et fixée sur le tube 6 (figure 14).

10 Le dispositif pour l'emboutissage de pièces par charge impulsionnelle (figure 22) avec utilisation d'un canon à gaz conçu selon l'une quelconque des variantes précitées, comporte la cuve 2 pour le milieu liquide, dans laquelle est placée la matrice 4, et le montant 21 disposé près de la cuve et sur lequel est fixée la console 22 portant le canon à gaz 1. Le canon à gaz 1 est fixé sur la  
15 console 22 par l'intermédiaire du chariot 23 installé sur la console 22 avec possibilité de se déplacer le long de celle-ci. Dans la console 22 sont pratiqués des orifices 24 pour fixer le chariot 23 à l'aide d'un goujon (non représenté). La console 22 est installée avec possibilité de  
20 déplacement autour du montant 21, sur lequel est fixée la bride 25 avec une rangée d'orifices 26 (figure 23) prévus pour l'élément de fixation 27 (figure 24) monté sur la console 22.

25 Le canon à gaz 1 peut être fixé au chariot 23 à l'aide de la monture 28 (figure 22) orientable dans le plan vertical. Ceci permet de réaliser l'emboutissage de pièces de grandes dimensions successivement par secteurs, en disposant le canon à gaz en un endroit quelconque au-dessus du flan.

30 Comme cela est représenté sur la figure 25, le dispositif est équipé d'un élévateur commandé, exécuté sous forme de pattes 29 soutenant la matrice et rigidement reliées à la partie mobile 30 du montant télescopique 21.

35 Le dispositif pour l'emboutissage de pièces par charge impulsionnelle et le canon à gaz utilisé dans ce dispositif fonctionnent comme suit.

Avant de réaliser l'opération d'emboutissage, le

canon à gaz 1 (figure 22) est installé au-dessus du flan 5 dans la zone de déformation. Lors de l'emboutissage de pièces de grande longueur, le canon à gaz, après chaque cycle, est déplacé dans la zone suivante, ceci étant obtenu  
5 grâce à la rotation de la console 22 autour du montant 21 et au déplacement du chariot 23 avec le canon à gaz 1 le long de la console 22.

Après la mise en place du canon à gaz 1, l'orifice 8 duquel est fermé hermétiquement par la membrane 11 grâce  
10 aux vérins de commande 20, dans la zone de déformation, dans le canal 7 de son tube 6 (figure 14) par l'intermédiaire des canaux 9 est fourni un mélange gazeux explosif jusqu'à l'obtention de la pression initiale. Le mélange est allumé à l'aide du dispositif d'allumage 10. Les  
15 produits de l'explosion déchirent la membrane et engendrent dans le milieu liquide 3 une charge impulsioneuse, qui agit sur le flan 5 et l'emboutit sur la matrice 4.

Avant la réalisation du cycle suivant, on effectue le remplacement de la membrane exécutée en forme d'anneau  
20 ou de ballon.

Si la membrane est exécutée en forme de bande, elle est rebobinée à l'aide du mécanisme de rebobinage.

Dans le canon à gaz, la membrane est fixée à l'aide de l'embout 16, dont la construction est choisie en  
25 fonction des dimensions et de la configuration des pièces embouties.

La supériorité de la pression initiale de la charge gazeuse par rapport à la pression hydrostatique du milieu liquide est obtenue en amenant par impulsion les composants  
30 du mélange gazeux par l'intermédiaire des canaux 9 disposés près de la tranche frontale du tube, et en allumant simultanément ce mélange gazeux.

L'extraction de la pièce emboutie est réalisée en effectuant le levage simultané de la matrice 4 et du canon  
35 à gaz 1 avec la console 22, à l'aide de l'élévateur conçu sous forme de pattes 29 solidaires de la partie mobile 30 du montant télescopique 21.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

## R E V E N D I C A T I O N S

-----

- 1.- Procédé d'emboutissage de pièces au moyen d'une charge impulsionnelle engendrée dans un milieu liquide par le tir d'un canon à gaz, du type consistant à disposer une matrice avec un flan dans le milieu liquide, à immerger dans ce même milieu celle des extrémités du tube du canon à gaz qui comporte l'orifice de sortie de ce dernier, à admettre le mélange gazeux dans le canal du tube du canon à gaz et à allumer la charge gazeuse obtenue dans le tube et dont l'explosion engendre la charge impulsionnelle dans le milieu liquide, caractérisé en ce que la pression initiale de ladite charge gazeuse dans le canal du canon à gaz est supérieure à la pression hydrostatique du milieu liquide.
- 2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur de la différence entre la pression initiale dans le canal du tube du canon à gaz et la pression hydrostatique du milieu liquide se trouve dans les limites de  $1.10^5$  à  $1.10^3$  N/m<sup>2</sup>.
- 3.- Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la supériorité de la pression initiale de la charge gazeuse dans le canal du tube du canon à gaz par rapport à la pression hydrostatique du milieu liquide dans la cuve est obtenue par fermeture temporaire de l'orifice de sortie du canal du tube du canon à gaz.
- 4.- Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la supériorité de la pression initiale de la charge gazeuse dans le canal du tube du canon à gaz par rapport à la pression hydrostatique du milieu liquide dans la cuve est obtenue par augmentation de la pression cinétique du mélange gazeux sur les parois du canal du tube du canon à gaz, ladite augmentation étant réalisée en fournissant le mélange gazeux par impulsion dans le sens allant de l'orifice de sortie vers l'intérieur du canal du tube du canon à gaz.

5.- Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'onde de choc causée par le tir du canon à gaz, dans le tube duquel la pression initiale est supérieure à la pression hydrostatique du milieu  
5 liquide, est dirigée sous un certain angle vers le flan, du côté du secteur formé de ce dernier, lors du formage local sur des flans de grande longueur.

6.- Canon à gaz pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 3, comportant un tube ayant un  
10 canal axial avec un orifice de sortie sur la tranche frontale, des canaux pour l'amenée du mélange gazeux dans le canal axial et un dispositif d'allumage incorporé dans sa partie arrière, caractérisé en ce que l'orifice de sortie du canal est fermé hermétiquement par une membrane  
15 qui est déchirée par les produits de l'explosion lors du tir.

7.- Canon à gaz suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la membrane est exécutée sous forme d'un ballon creux avec un orifice dirigé vers l'orifice de sortie du tube du canon à gaz.

20 8.- Canon à gaz suivant la revendication 6, caractérisé en ce que la membrane est exécutée sous forme d'une bande dont la largeur est supérieure au diamètre du canal du tube.

9.- Canon à gaz suivant la revendication 8, caractérisé en ce que sur le tube est monté un mécanisme de  
25 rebobinage réalisé sous forme d'un galet de support et d'un galet récepteur installés sur les côtés diamétralement opposés du tube, des guides étant prévus pour empêcher le décalage de la bande lors du rebobinage.

30 10.- Canon à gaz pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 4, comportant un tube ayant un canal axial avec un orifice de sortie sur sa tranche frontale, des canaux pour l'amenée du mélange gazeux dans le canal axial et un dispositif d'allumage incorporé dans  
35 la partie arrière du tube, caractérisé en ce que les canaux d'amenée du mélange gazeux sont exécutés près de la tranche frontale ouverte du tube et dirigés sous un angle aigu

vers l'axe du tube, du côté de sa partie arrière.

11.- Canon à gaz suivant l'une des revendications 6 à 9, caractérisé en ce que sur la tranche frontale du tube est fixé un embout amovible.

5           12.- Canon à gaz suivant la revendication 11, caractérisé en ce que l'embout est exécuté sous forme d'un anneau plat dont le diamètre intérieur correspond au diamètre intérieur du canal du tube.

10           13.- Canon à gaz suivant la revendication 11, caractérisé en ce que l'embout est exécuté sous forme d'un disque perforé.

15           14.- Canon à gaz suivant la revendication 11, caractérisé en ce que l'embout est réalisé sous forme d'une tubulure dont le diamètre intérieur correspond au diamètre du canal du tube.

15.- Canon à gaz suivant la revendication 14, caractérisé en ce que la tubulure est exécutée courbée radialement.

20           16.- Canon à gaz suivant la revendication 11, caractérisé en ce que l'embout est exécuté sous forme d'un diffuseur.

25           17.- Canon à gaz suivant la revendication 16, caractérisé en ce que dans le diffuseur est incorporée une pièce d'insertion conique divisant le canal du diffuseur en une zone centrale et une zone périphérique.

18.- Canon à gaz suivant la revendication 11, caractérisé en ce que l'embout est exécuté sous forme d'une douille dont le diamètre intérieur est supérieur à trois fois le diamètre de l'extrémité du tube.

30           19.- Canon à gaz suivant l'une des revendications 11 à 18, caractérisé en ce que dans les parois de l'embout sont pratiqués des orifices de drainage.

35           20.- Canon à gaz suivant la revendication 19, caractérisé en ce que les orifices de drainage dans les parois de la douille se présentent sous forme d'entailles transversales disposées en quinconce suivant la hauteur de la douille.

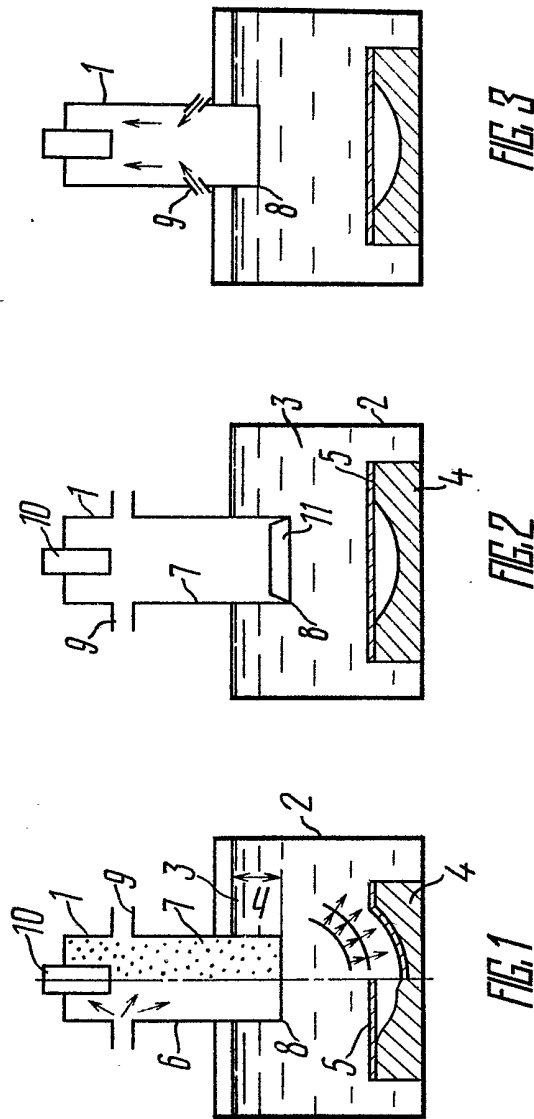
21.- Canon à gaz suivant l'une des revendications 11 à 20, caractérisé en ce que l'embout est équipé d'une commande de serrage de celui-ci contre la tranche frontale du tube, constituée par exemple par un vérin de commande et fixée sur le tube.

22.- Dispositif pour l'emboutissage de pièces sous une charge impulsionnelle avec utilisation du canon à gaz suivant l'une des revendications 6 et 10, comportant une cuve à liquide dans laquelle est disposée une matrice, et un montant installé près de la cuve et sur lequel est fixée une console portant le canon à gaz, caractérisé en ce que le canon à gaz est fixé sur la console par l'intermédiaire d'un chariot monté de façon à pouvoir se déplacer le long de la console dans laquelle sont pratiqués des orifices pour fixer le chariot à l'aide d'un goujon, la console étant installée de façon qu'on puisse la déplacer autour du montant sur lequel est fixée une bride avec une rangée d'orifices pour l'élément de fixation monté sur la console.

23.- Dispositif suivant la revendication 22, caractérisé en ce que le canon à gaz est fixé sur le chariot à l'aide d'une monture orientable dans le plan vertical.

24.- Dispositif suivant l'une des revendications 22 et 23, caractérisé en ce qu'il est équipé d'un élévateur commandé, exécuté sous forme de pattes supportant la matrice et solidaires de la partie mobile du montant télescopique.

25.- Pièces, produits ou articles emboutis caractérisés en ce qu'ils sont obtenus conformément au procédé faisant l'objet de l'une des revendications 1, 2, 3, 4 et 5.





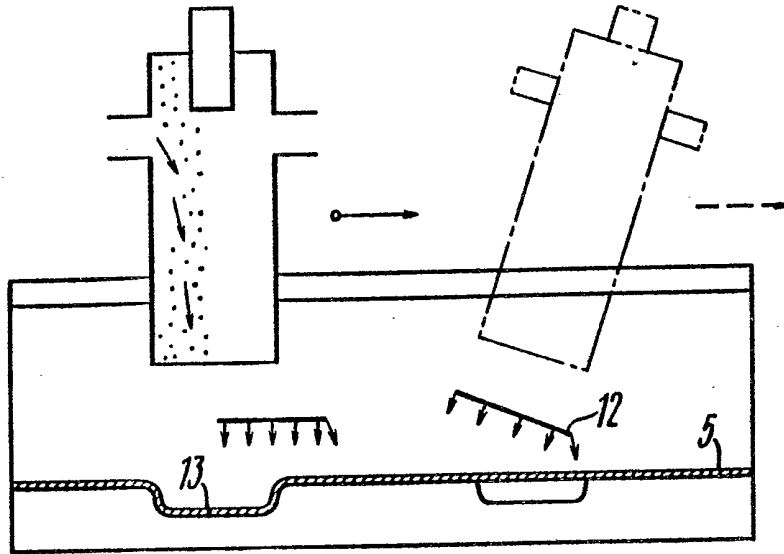


FIG. 4

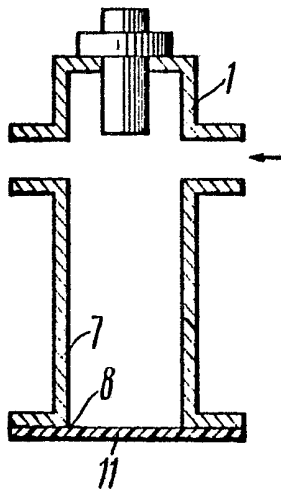


FIG. 5

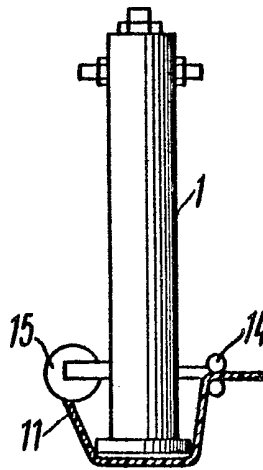


FIG. 13

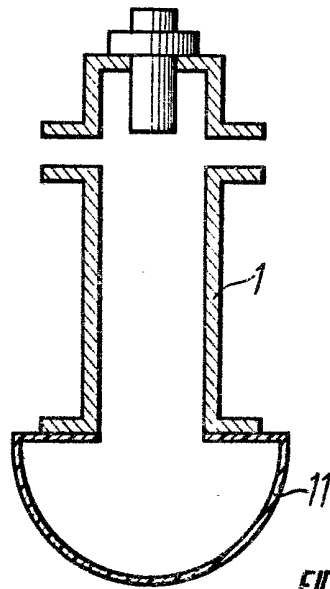


FIG. 6



FIG. 7



FIG. 9



FIG. 10



11

FIG. 8

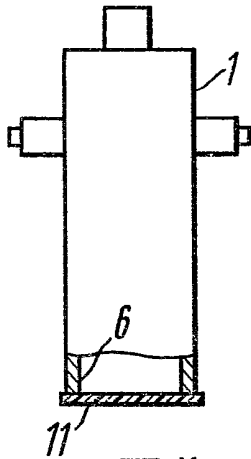


FIG. 11

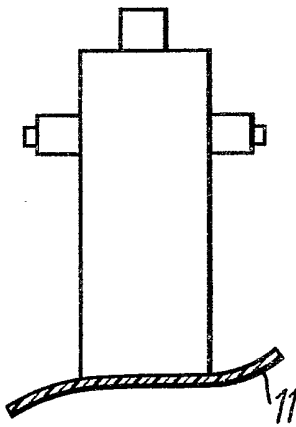


FIG. 12

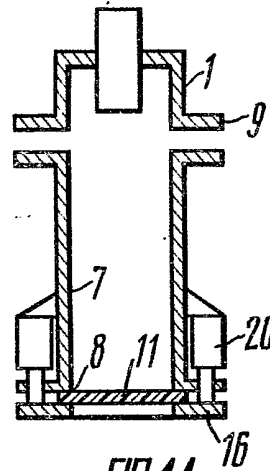


FIG. 14

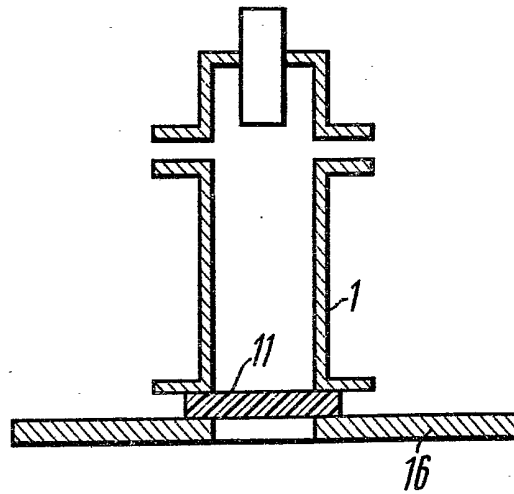
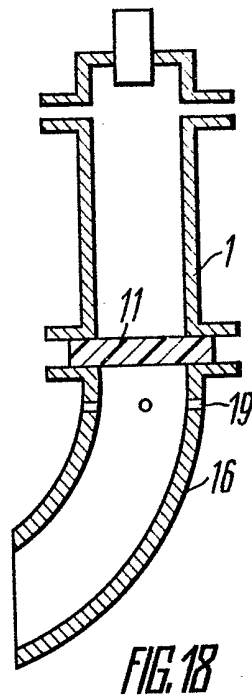
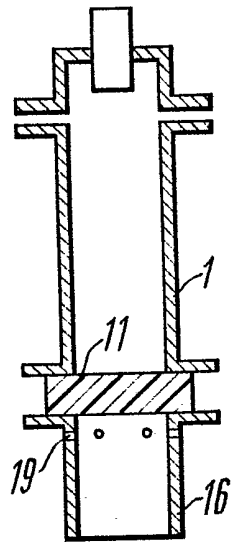
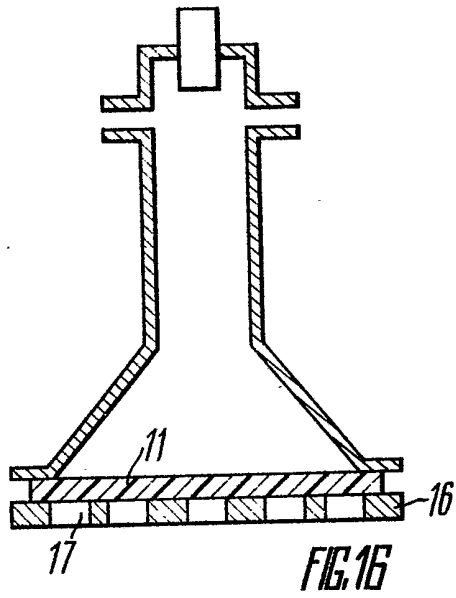


FIG. 15



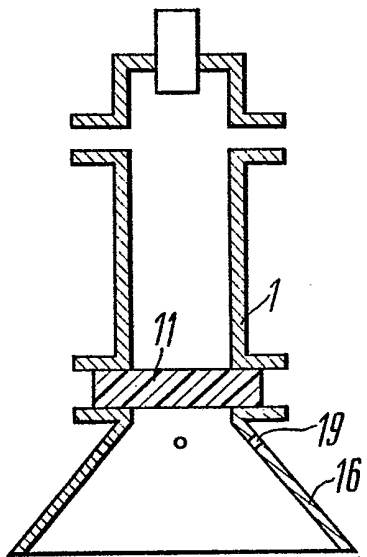


FIG. 19

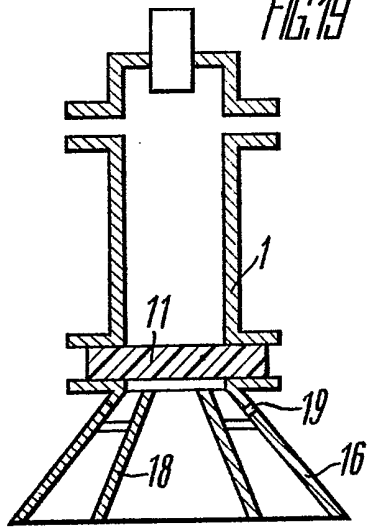


FIG. 20

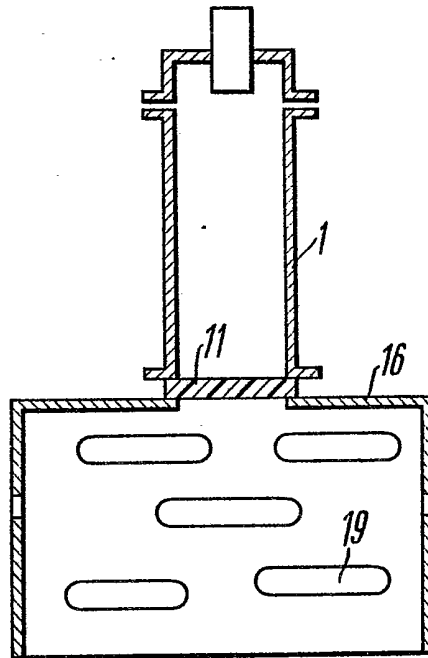


FIG. 21

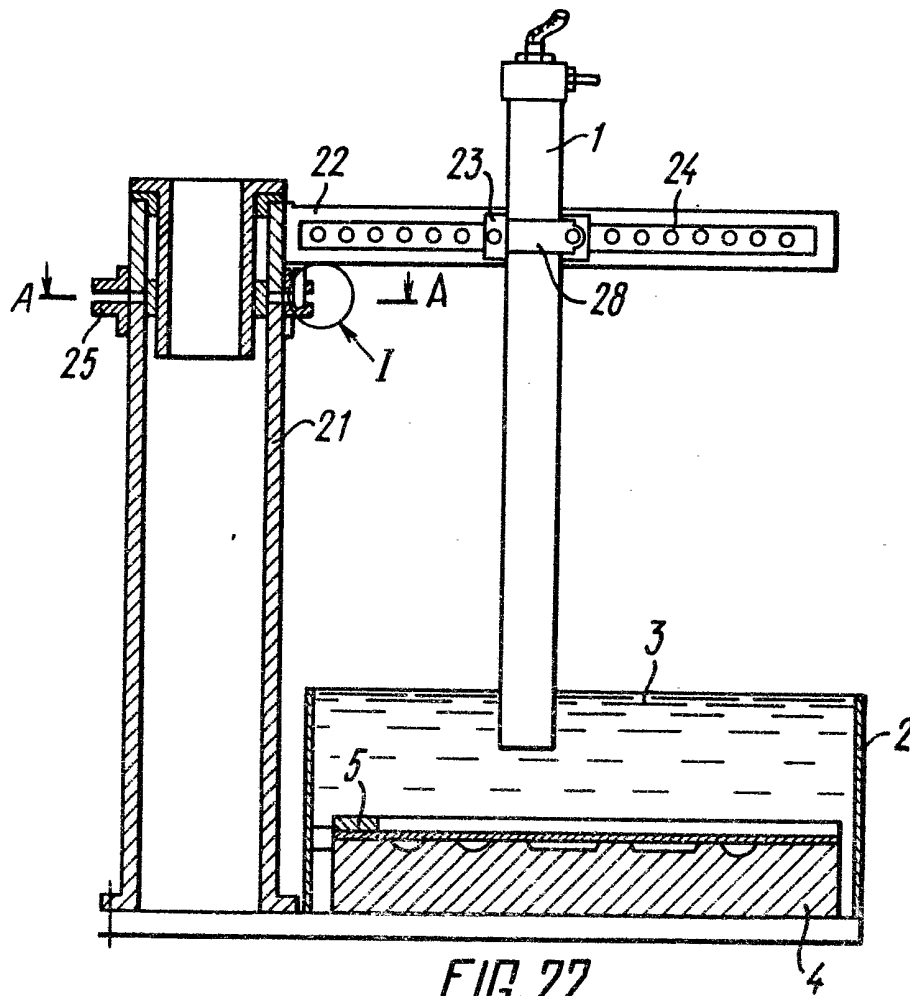


FIG. 22

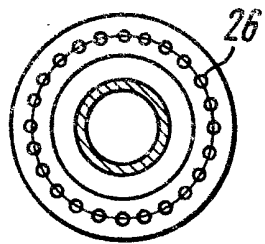


FIG. 23

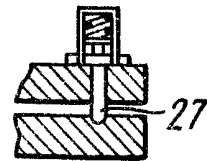


FIG. 24

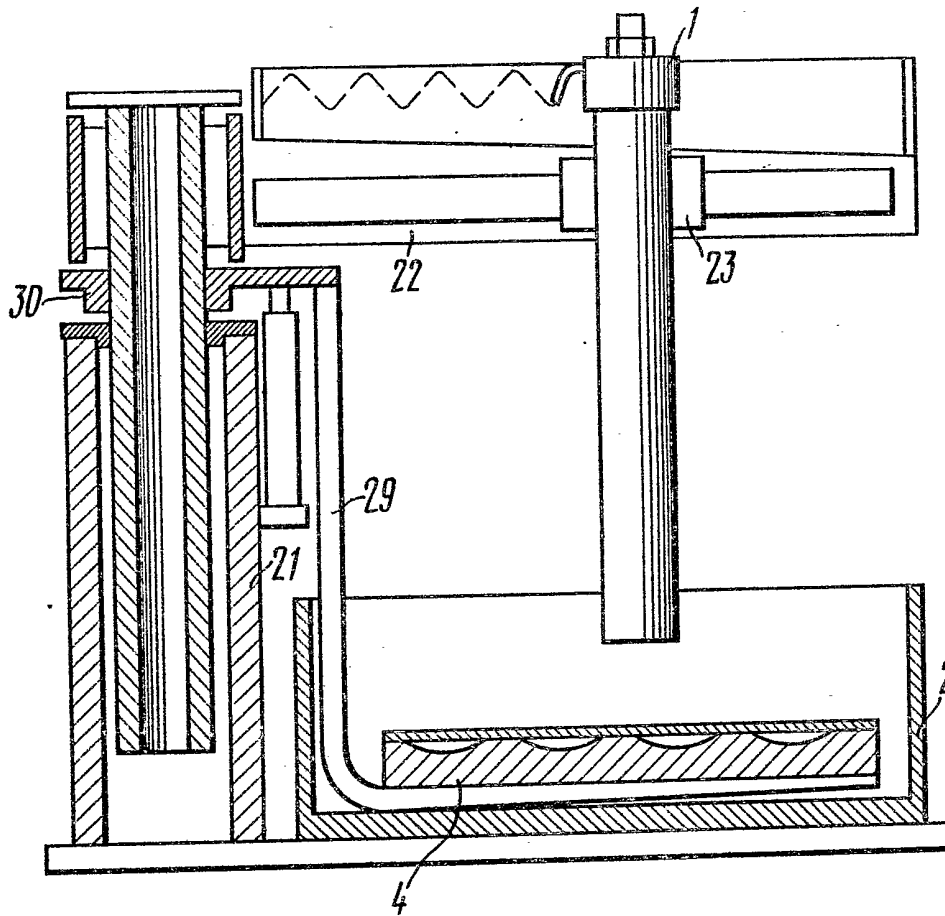


FIG. 25