

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 03747

(54) Procédé de production d'articles creux par emboutissage profond, presse pour la mise en œuvre de ce procédé et articles creux obtenus.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 21 D 22/26, 24/14.

(22) Date de dépôt..... 20 février 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° 34 du 21-8-1981.

(71) Déposant : ANTONOV Evgeny Alexandrovich et MATVEEV Anatoly Sergeevich, résidant en URSS.

(72) Invention de : Evgeny Alexandrovich Antonov et Anatoly Sergeevich Matveev.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

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

L'invention concerne le travail des métaux par déformation et a notamment pour objet un procédé de production d'articles creux par emboutissage profond et une presse pour la mise en oeuvre dudit procédé.

5 La presse pour la production d'articles creux par emboutissage profond est utilisée essentiellement dans l'industrie du travail des métaux, pour la fabrication d'articles creux profonds du type "boîtier" avec ou sans bride ou rebord de grande largeur, à partir d'un flan
10 plat ou préalablement étiré pouvant avoir, en plan, n'importe quelle forme : ronde, ovale, rhombique, carrée.

Par le procédé proposé, on peut fabriquer notamment des fourreaux, des douilles, des écrans de protection.

L'amélioration de la qualité des emboutis profonds
15 et la création d'équipements hautement productifs sont les problèmes qu'on doit résoudre dans la production d'articles par emboutissage avec pression radiale sur le rebord du flan.

On connaît un procédé d'emboutissage profond de
20 plats métalliques, selon lequel la partie périphérique est soumise à l'action de poussoirs rigides pour la création d'une pression radiale sur le rebord du flan. Durant l'emboutissage, les poussoirs rigides agissent sur le flan par leurs parties étroites, ce qui n'assure pas une pression
25 régulière sur la partie périphérique du flan. Ceci, à son tour, ne permet pas d'élever le coefficient d'emboutissage K , qui est déterminé par le rapport entre le rayon R_i du flan et le rayon R_o du poinçon. En outre, le procédé ne prévoit pas la variation de la pression radiale sur la
30 partie périphérique du flan en cours d'emboutissage. Il en résulte la production d'articles de mauvaise qualité.

On connaît un procédé de production d'articles creux par emboutissage profond, consistant à isoler d'une manière étanche la partie centrale du flan placé sur la
35 matrice, de sa partie périphérique, à faire agir sur la face de la partie périphérique du flan un liquide sous pression élevée et à effectuer l'emboutissage du flan à l'aide d'un

poinçon rigide (cf. par exemple, le brevet d'invention des Etats-Unis d'Amérique, n°3.495.433, cl. 72-347). Durant l'emboutissage, la pression appliquée à la partie périphérique du flan décroît à cause de la diminution du diamètre de cette partie périphérique. Cependant, au moment initial de l'emboutissage, cette pression tend à effectuer un pliage du flan sans participation du poinçon, ce qui entraîne la formation d'une coupole indésirable à la partie centrale du flan et un grand pourcentage d'articles rebutés.

On connaît une presse pour la production d'articles creux par emboutissage profond, qui comporte un récipient haute pression renfermant une matrice avec un poinçon lié rigidement au piston d'un vérin hydraulique de déplacement dudit poinçon, et un serre-flan pourvu d'un bourrelet annulaire destiné à isoler d'une manière étanche la partie centrale du flan de sa partie périphérique et disposé en face d'une arête d'emboutissage ménagée sur la matrice, dont la partie faciale forme avec la surface faciale du serre-flan et avec la surface intérieure du récipient haute pression, une chambre annulaire haute pression renfermant la partie périphérique du flan et mise en communication avec la chambre haute pression d'un multiplicateur (cf. par exemple le brevet d'invention des Etats-Unis d'Amérique n°3.495.433).

Dans la matrice sont pratiquées plusieurs rainures verticales servant à mettre en communication la chambre annulaire haute pression avec une source de pression. Dans la partie supérieure de la matrice est exécuté un canal qui, par l'intermédiaire d'un clapet antiretour, relie l'enceinte de la matrice à l'enceinte d'un cylindre, dans laquelle est refoulé, ou de laquelle est évacué le liquide à travers des conduites. Lorsque ledit cylindre entre en contact avec le récipient haute pression, il se forme une chambre annulaire dans laquelle est créée une pression hydrostatique de liquide agissant sur la partie périphérique du flan en cours d'emboutissage.

Cette haute pression hydrostatique n'est pas réglable au cours de l'emboutissage, de sorte que sa valeur au début et à la fin du processus d'emboutissage dépasse notablement la valeur requise. Tout ceci aboutit à un processus spontané de formage de la partie de fond de l'article dans la période initiale de l'emboutissage, à l'écrasement des articles à paroi mince ou à la formation de cavités sur les articles à paroi épaisse à la fin du processus d'emboutissage.

On s'est donc proposé de mettre au point un procédé de production d'articles creux par emboutissage profond et une presse pour la mise en oeuvre de ce procédé, dans lesquels la modification, suivant une loi préétablie de la pression agissant sur la partie périphérique du flan en cours d'emboutissage permettrait d'améliorer la qualité des articles emboutis.

Ce problème est résolu du fait que le procédé de production d'articles creux par emboutissage profond, du type consistant à isoler d'une manière étanche de sa partie périphérique la partie centrale du flan placé sur une matrice, à faire agir sur la face de la partie périphérique du flan un liquide sous haute pression et à effectuer l'emboutissage du flan à l'aide d'un poinçon rigide, est caractérisé suivant l'invention en ce qu'au cours de l'emboutissage on modifie la pression du liquide d'après la loi suivante :

$$q = \beta \cdot \sigma_s \cdot \ln \frac{R_i}{R_o + t} - \sigma_1,$$

où β est un coefficient tenant compte de l'influence de la contrainte principale moyenne subie par le matériau du flan ;
 σ_s , la contrainte d'écoulement du matériau du flan ;
 R_i , le rayon actuel du flan ;
 R_o , le rayon du poinçon ;
 t , l'épaisseur de la paroi de l'article terminé ;
 σ_1 , la contrainte subie par le bord intérieur de la partie périphérique du flan.

Le problème exposé plus haut est aussi résolu du

fait que la presse pour la mise en oeuvre du procédé
proposé de production d'articles creux par emboutissage
profond, du type comportant un récipient haute pression,
dans lequel se trouvent une matrice et un poinçon lié
5 rigidement au piston d'un vérin hydraulique de déplacement
dudit poinçon, et un serre-flan avec un bourrelet annulaire
destiné à isoler d'une façon étanche la partie centrale
du flan de sa partie périphérique et disposé en face d'un
renflement ou saillie analogue d'emboutissage prévu sur la
10 matrice, la face de celle-ci formant avec la face du
serre-flan et avec la surface intérieure du récipient
haute pression, une chambre annulaire haute pression dans
laquelle est placée la partie périphérique du flan et qui
est mise en communication avec la chambre haute pression
15 d'un multiplicateur, est caractérisée suivant l'invention
en ce qu'elle comporte des moyens pour le réglage de la
pression dans la chambre annulaire, comprenant un vérin
hydraulique dont l'enceinte côté piston est reliée à
l'enceinte côté tige du vérin hydraulique de déplacement
20 du poinçon, un sélecteur de la pression dans la chambre
annulaire haute pression, fixé sur la tige de ce piston et
destiné à modifier cette pression, un régulateur de la
pression créée dans la chambre haute pression du multipli-
cateur et agissant sur la partie périphérique du flan et
25 dont l'élément sensible se trouve en contact avec ledit
sélecteur de pression.

Il est avantageux que la presse comporte des moyens
de réglage de la vitesse de déplacement du sélecteur de
pression par rapport au poinçon comprenant un moteur
30 hydraulique et une pompe hydraulique à débit réglable,
montés sur un même arbre et mis en communication avec
l'enceinte côté tige et l'enceinte côté piston du vérin
hydraulique de déplacement du poinçon et avec celles du
vérin hydraulique de déplacement du sélecteur de pression.

35 Il est utile qu'en qualité de sélecteur de pression
soit utilisé un gabarit interchangeable dont le profil soit
équidistant de la courbe caractérisant la modification de

la pression dans la chambre annulaire haute pression.

Le procédé proposé d'emboutissage profond d'articles creux permet de régler d'après une loi déterminée la haute pression du liquide agissant sur la partie
 5 périphérique du flan en cours d'emboutissage. Ceci permet de supprimer l'emboutissage spontané du flan sans la participation du poinçon, c'est-à-dire sous la seule action de la pression radiale du liquide de haute pression, ce qui permet d'exclure l'étape non contrôlable de l'emboutissage
 10 du flan au cours de la mise en forme de la partie de fond de l'article et d'augmenter par cela même sa qualité.

En plus, le procédé faisant l'objet de l'invention prévoit des valeurs optimales de la pression du liquide à chaque étape de l'emboutissage du flan, en permettant
 15 ainsi de commander, au cours de l'emboutissage, les valeurs des contraintes agissant dans la partie étirée de l'article, c'est-à-dire de commander la qualité des articles fabriqués. En outre, le procédé permet d'éviter la projection de l'article fini dans l'enceinte de la matrice
 20 à la fin du processus d'emboutissage, entraînant l'écrasement des articles à paroi mince et la formation de cavités et de matages sur les articles à paroi épaisse, c'est-à-dire de conserver une haute qualité de l'article embouti.

Le fait que la presse pour l'emboutissage profond
 25 d'articles creux soit équipée de moyens de réglage de la haute pression du liquide agissant sur la partie périphérique du flan au cours de son emboutissage permet d'améliorer la qualité des articles fabriqués. La présence, dans l'ensemble de réglage de la haute pression du liquide, d'un
 30 gabarit interchangeable dont le profil est équidistant de la courbe

$$q = \beta \cdot \sigma_s \cdot \ln \frac{R_i}{R_o + t} - \sigma_1$$

35 permet d'appliquer à la partie périphérique du flan des

pressions de liquide optimales excluant le pliage spontané de la bride du flan sans participation du poinçon, au moment initial de l'emboutissage, et la "projection" de l'article fini dans l'enceinte de la matrice à la fin de son emboutissage. De cette façon, on forme correctement la
5 partie de fond de l'article et on évite l'écrasement et le risque de formation de matages ou de rayures sur l'article embouti.

Le fait d'équiper la presse d'un ensemble de réglage
10 de la vitesse de déplacement du gabarit déterminant la loi de variation de la haute pression du liquide agissant sur la partie périphérique du flan, par rapport au poinçon, permet d'améliorer la qualité de la production d'articles technologiquement semblables, c'est-à-dire la production
15 d'articles à partir d'un même matériau et avec un même coefficient d'emboutissage K, en n'utilisant qu'un seul et même gabarit.

L'invention sera mieux comprise, et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci
20 apparaîtront plus clairement au cours de la description explicative qui va suivre faite en référence aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels :

25 - la figure 1 montre un schéma hydromécanique de la presse pour la production d'articles creux par emboutissage profond, suivant l'invention;

- la figure 2 est une vue schématique illustrant l'étape
intermédiaire de l'emboutissage d'un article creux à partir
30 d'un flan plat et avec pression radiale exercée sur la partie périphérique du flan par un liquide sous haute pression, et monter la courbe de variation de la pression correspondant au profil du gabarit déterminant la loi de variation de la pression du liquide au cours de l'emboutis-
35 sage de l'article creux selon l'invention.

La presse pour la mise en oeuvre du procédé de fabrication d'articles creux par emboutissage profond

comporte un récipient haute pression 1 (figure 1) placé sur une table 2. Dans le récipient 1 se trouvent une matrice 3 et un poinçon 4 lié rigidement au piston 5 d'un vérin hydraulique 6 effectuant le déplacement du poinçon. 5 Le poinçon 4 est situé dans le trou axial d'un serre-flan 7. Le vérin hydraulique 6 déplaçant le poinçon est logé dans la tige 8 d'un vérin hydraulique 9 actionnant la traverse mobile de la presse. La traverse mobile 10 se déplace le long de guidages 11 et sert au déplacement du serre-flan 7. La traverse fixe 12 de la presse est fixée 10 rigidement sur des guidages 11 et porte le vérin hydraulique 9.

Sur la face du serre-flan 7 qui est orientée vers la matrice 3 est prévu un bourrelet annulaire 13 destiné à 15 isoler d'une manière étanche la partie centrale du flan 14 de sa partie périphérique, disposée en face d'un renflement ou saillie analogue d'emboutissage 15 prévu sur la matrice 3.

La chambre annulaire haute pression 16 est formée 20 par la face de la matrice 3, la face du serre-flan 7 et la surface intérieure du récipient haute pression 1. Le récipient 1 possède une enveloppe 17 emmanchée à force. La chambre 16 est reliée par un canal 18 à la chambre haute pression 19 d'un multiplicateur 20. La chambre basse 25 pression 21 du multiplicateur 20 est reliée, à l'aide d'une conduite 22, à un régulateur de pression 23.

Pour qu'on puisse réaliser la purge de la chambre annulaire 16, la chambre 19 est reliée à un clapet de non-retour 24.

30 L'entrée du clapet 24 est mise en communication avec l'enceinte 25 côté tige du multiplicateur 20 et avec un distributeur hydraulique 26.

La presse comprend un moyen 27 de réglage de la pression dans la chambre haute pression du multiplicateur. 35 Ce moyen possède un vérin hydraulique 28 avec un piston 29. L'enceinte 30 côté piston du vérin hydraulique 28 est reliée à travers un distributeur hydraulique 31 et une

conduite 32 à l'enceinte 33 côté tige du vérin hydraulique 6 de déplacement du poinçon. L'enceinte 34 côté tige du vérin hydraulique 28 est reliée à un réservoir 37 à travers une conduite 35, un distributeur 31, une conduite 32 et un distributeur 36. Sur la tige 38 du vérin hydraulique 28 est fixé un sélecteur ou analogue 39 de la pression dans la chambre annulaire 16, permettant de modifier cette pression d'après une loi préétablie. L'élément sensible 40 du régulateur 23 se trouve en contact avec la surface profilée du sélecteur 39.

La presse comprend des moyens de réglage de la vitesse de déplacement du sélecteur 39 par rapport au poinçon 4. Ces moyens permettent de fabriquer à partir d'un même matériau avec un même coefficient d'emboutissage K, des articles de différents longueurs et diamètres, sans changer le sélecteur de pression 39. Lesdits moyens comprennent un moteur hydraulique 41 et une pompe hydraulique 42 à débit réglable disposés sur un même arbre 43. Le moteur hydraulique 41 est relié à travers un distributeur hydraulique 36 et la conduite 32 à l'enceinte 33 côté tige du vérin hydraulique 6, alors que la pompe hydraulique 42 est reliée par une conduite 44 à l'enceinte 30 côté piston du vérin hydraulique 28. La soupape 45 et le manomètre 46 sont destinés au réglage de la pompe hydraulique 42 pour une pression déterminée.

La pression de l'huile dans le circuit de la presse est maintenue à l'aide d'une pompe hydraulique 47 refoulant de l'huile par des conduites 48, 49, 50.

L'embouti fini est évacué de la matrice 3 à l'aide d'un éjecteur 51 dont le déplacement est synchronisé avec le déplacement de la traverse mobile 10. Un canal axial pratiqué dans l'éjecteur 51 sert à amener l'huile sous pression à l'enceinte de la matrice. La pression d'huile dans cette enceinte est nécessaire à l'emboutissage d'articles à partir de matériaux peu plastiques. La soupape 52 sert à l'évacuation de l'air de la chambre 16 avant le début de l'emboutissage et est reliée par un canal 53 à la chambre 16.

Le distributeur 36, branché sur la conduite de pression 54, est relié à l'enceinte 55 côté piston du vérin hydraulique 6 par une conduite 56.

Dans la variante décrite, le sélecteur de pression 5 39 utilisé est un gabarit ou analogue interchangeable dont le profil est équidistant de (ou conforme à) la courbe caractérisant la modification de la pression dans la chambre annulaire haute pression 16.

Pour une meilleure compréhension de l'essentiel de 10 l'invention, on a représenté à droite sur la figure 2 la courbe de variation de la pression, correspondant au profil du gabarit. Sur l'axe des abscisses est portée la pression q , et sur l'axe des ordonnées la valeur h de la course de travail du poinçon 4. L'étape intermédiaire d'emboutissage 15 du flan 14 est représentée à gauche, avec indication de la pression q agissant sur la partie périphérique du flan 14.

On choisit l'échelle sur l'axe des ordonnées en tenant compte du coefficient de proportionnalité K_1 entre les vitesses de déplacement des pistons 5 (figure 2) et 29. 20 Le profil du gabarit possède trois points caractéristiques q_0 , q_{\max} et q_1 (figure 2). Le point q_1 définit la valeur de la pression appliquée à la partie périphérique du flan 14 avant la course de travail du poinçon. La valeur de la pression est choisie inférieure à celle à laquelle se 25 produit l'emboutissage spontané du flan 14, entraînant le gonflement de sa partie centrale. Le point q_{\max} caractérise la valeur de la pression appliquée à la partie périphérique du flan 14, lorsqu'elle atteint le coefficient d'emboutissage K critique caractérisé par le maximum de contraintes 30 s'exerçant sur le bord intérieur de la bride du flan 14. Le point q_1 définit la pression évitant la "projection" de l'article fini dans l'enceinte de la matrice 3 à la fin de l'emboutissage.

La presse pour la production d'articles creux par 35 emboutissage profond fonctionne de la manière exposée ci-après.

Dans la position initiale, le serre-flan 7 (figure 1) et la traverse mobile 10 portant le piston du vérin hydraulique 9 se trouvent dans la position extrême supérieure. A ce moment, le serre-flan 7 se trouve à l'extérieur de l'enceinte du récipient haute pression 1. Le piston 5 dont est solidaire le poinçon 4, ainsi que la tige 38 à laquelle est fixé le gabarit 39, occupent leur position extrême supérieure. Le piston du multiplicateur 20 se trouve dans la position extrême droite, la soupape 52 est ouverte et l'éjecteur 51 de l'article fini occupe la position extrême inférieure.

Le flan 14 est introduit dans l'enceinte ouverte du récipient haute pression 1 et posé sur la matrice 3. On met en marche la presse. Le circuit hydraulique de la presse (non représenté sur la figure 1) assure la descente du piston du vérin hydraulique 9 conjointement avec la traverse 10 et le serre-flan 7. En descendant, le serre-flan 7 s'engage dans l'enceinte du récipient haute pression 1. Le bourrelet annulaire 13 du serre-flan 7 entre en contact avec le flan 14 et isole d'une manière parfaitement étanche la partie centrale du flan 14 de sa partie périphérique. Il se forme ainsi une chambre annulaire haute pression 16. Après la formation de la chambre 16, le distributeur hydraulique 26 prend la position II, dans laquelle la conduite 48 communique avec la conduite 50, et la conduite 49, avec la vidange. De la pompe 47, le liquide arrive par la soupape 24 dans la chambre haute pression 19 du multiplicateur 20 et, par le canal 18, dans la chambre 16 où se trouve la partie périphérique du flan 14 et d'où il expulse l'air à travers la soupape 52 ouverte.

Au bout d'un temps déterminé par un relais de temporisation (non représenté sur la figure 1), la soupape 52 se ferme et le distributeur 26 prend la position I. Alors la conduite 48 se trouve en communication avec la conduite 49, et la conduite 50, avec la vidange et le liquide va, de la pompe 47 à l'enceinte 21 côté piston du multipli-

cateur 20.

Le piston du multiplicateur 20, en se déplaçant à gauche, crée dans la chambre 16 une haute pression q_0 de liquide qui agit, à son tour, sur la partie périphérique du flan 14. La valeur de cette pression de liquide est déterminée par la position du gabarit et de l'élément sensible 40 du régulateur de pression 23 et ne dépasse pas la pression à laquelle peut avoir lieu l'emboutissage spontané du flan 14.

Ensuite s'effectue l'emboutissage du flan en l'article creux à obtenir. Le distributeur 36 occupe la position II dans laquelle la conduite 54 se trouve en communication avec la conduite 56 et la conduite 32 avec le moteur hydraulique 41. Le distributeur 31 occupe la position I dans laquelle la conduite 35 est séparée de la conduite 32 et est reliée au circuit d'évacuation. En conséquence, l'enceinte 55 côté piston du vérin hydraulique 6 communique avec la conduite 54. De l'enceinte 33 côté tige du vérin hydraulique 6, le liquide arrive par le distributeur 36 dans le moteur hydraulique 41, qui met en rotation l'arbre 43 de la pompe 42 à débit réglable. La pompe 42 communique par la conduite 44 avec l'enceinte 30 côté piston du vérin hydraulique 28. De l'enceinte 34 côté tige du vérin hydraulique 28, le liquide parvient par l'intermédiaire du distributeur 31 au circuit d'évacuation. La tige 38 du piston 29, dont est solidaire le gabarit, se déplace vers le bas.

Alors le gabarit, en agissant sur l'élément sensible 40 du régulateur de pression 23, modifie dans la chambre 16 la pression q du liquide agissant sur la partie périphérique du flan 14, d'après la loi :

$$q = \beta \sigma_s \ln \frac{R_i}{R_0 + t} - \sigma_1,$$

où :

β est un coefficient tenant compte de l'influence de la contrainte moyenne principale subie par le matériau du flan; σ_s , la contrainte d'écoulement du matériau du flan ;

R_f , le rayon actuel du flan ;

R_o , le rayon du poinçon;

t , l'épaisseur de la paroi de l'article fini ;

5 σ_1 , la contrainte subie par le bord intérieur de la partie périphérique du flan.

La loi de variation de cette pression du liquide est déterminée par le profil du gabarit et assure la valeur optimale de la pression à chaque étape de l'emboutissage de l'article.

10 En réglant le débit de la pompe 42 refoulant l'huile dans l'enceinte 30 côté piston du vérin hydraulique 28, on commande la vitesse relative de déplacement du poinçon 4 et de la tige 38 portant le sélecteur de pression 39. Ceci permet "d'allonger" ou de "comprimer" le profil du gabarit
15 le long de l'axe h (figure 2) pour une position constante du point q_o déterminant la pression initiale agissant sur la partie périphérique du flan 14 au moment initial de l'emboutissage. Cela donne la possibilité de fabriquer, à l'aide de la presse, des articles technologiquement semblables,
20 c'est-à-dire des articles fabriqués à partir d'un même matériau avec un même coefficient d'emboutissage K et avec un même gabarit.

A la fin du cycle de fonctionnement du circuit hydromécanique de la presse, lorsque l'emboutissage de
25 l'article est terminé, le distributeur 26 prend la position II et effectue la réduction définitive de la haute pression q_1 du liquide dans la chambre 16 jusqu'à la valeur de la pression développée par la pompe 47, et le retour du piston du multiplicateur 20 à la position initiale. Ensuite s'effectue la montée de la traverse mobile 10 et par conséquent, du
30 serre-flan 7 jusqu'à leur position supérieure. Le distributeur 36 revient en position I et relie la conduite 54 à la conduite 32, et la conduite 56, avec le réservoir de vidange 37. Le piston 5 prend la position supérieure
35 initiale. Le distributeur 31 prend la position II et effectue le retour en position supérieure initiale du piston 29 dont est solidaire le sélecteur de pression 39.

A la fin du cycle d'emboutissage et à l'obtention de l'article creux désiré, l'éjecteur 51 remonte et effectue l'évacuation de l'article fini se trouvant dans l'enceinte de la matrice 3.

- 5 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
- 10 si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre de la protection comme revendiquée.

REVEN DICATIONS

1. Procédé de production d'articles creux par embouttissage profond, du type consistant à isoler d'une manière étanche d'avec la partie périphérique du flan placé sur une matrice, la partie centrale dudit flan, à faire agir sur la face de la partie périphérique un liquide sous pression élevée et à effectuer l'embouttissage du flan au moyen d'un poinçon rigide, caractérisé en ce qu'au cours de l'embouttissage on modifie la pression q dudit liquide d'après la loi :

$$q = \beta \sigma_s \ln \frac{R_i}{R_o + t} - G_1,$$

où β est un coefficient tenant compte de l'influence de la contrainte moyenne principale subie par le matériau du flan ;

σ_s la contrainte d'écoulement du matériau du flan ;

R_i le rayon actuel du flan ;

R_o le rayon du poinçon ;

t , l'épaisseur de la paroi de l'article fini ;

G_1 la contrainte subie par le bord intérieur de la partie périphérique du flan.

2. Presse pour la mise en oeuvre du procédé de production d'articles creux par embouttissage profond, conformément à la revendication 1, du type comportant un récipient haute pression dans lequel se trouvent une matrice et un poinçon lié rigidement au piston d'un vérin hydraulique de déplacement dudit poinçon, et un serre-flan présentant un bourrelet annulaire servant à isoler d'une manière étanche la partie centrale du flan d'avec sa partie périphérique et disposé en face d'une arête d'embouttissage prévue sur la matrice, la face de ladite matrice formant avec la face du serre-flan et avec la surface intérieure du récipient haute pression une chambre annulaire haute pression dans laquelle se trouve la partie périphérique du flan et qui est mise en communication avec la chambre haute pression d'un multiplificateur, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de réglage de la pression dans la chambre annulaire haute pression comprenant un vérin hydraulique dont l'enceinte côté piston

est reliée à l'enceinte côté tige du vérin hydraulique de déplacement du poinçon et sur la tige de piston duquel est fixé un sélecteur de pression destiné à modifier la pression dans la chambre annulaire haute pression d'après une loi
5 préétablie, et un régulateur de la pression créée dans la chambre haute pression du multiplicateur et agissant sur la partie périphérique du flan, l'élément sensible de ce régulateur se trouvant en contact avec ledit sélecteur de pression.

10 3. Presse conforme à la revendication 2, caractérisée en ce qu'elle possède des moyens permettant de régler la vitesse de déplacement du sélecteur de pression par rapport au poinçon et comprenant un moteur hydraulique et une pompe hydraulique à débit réglable, disposés sur un même arbre et
15 mis en communication avec les enceintes côté tige et côté piston du vérin hydraulique de déplacement du poinçon et celles du vérin hydraulique de déplacement du sélecteur de pression, respectivement.

4. Presse conforme à l'une des revendications 2 et 3
20 caractérisée en ce qu'en qualité de sélecteur de pression, est utilisé un gabarit interchangeable, dont le profil est conforme à la courbe caractérisant la modification de la pression dans la chambre annulaire haute pression.

5. Articles creux ou emboutis, caractérisés en ce
25 qu'ils sont obtenus par le procédé faisant l'objet de la revendication 1.

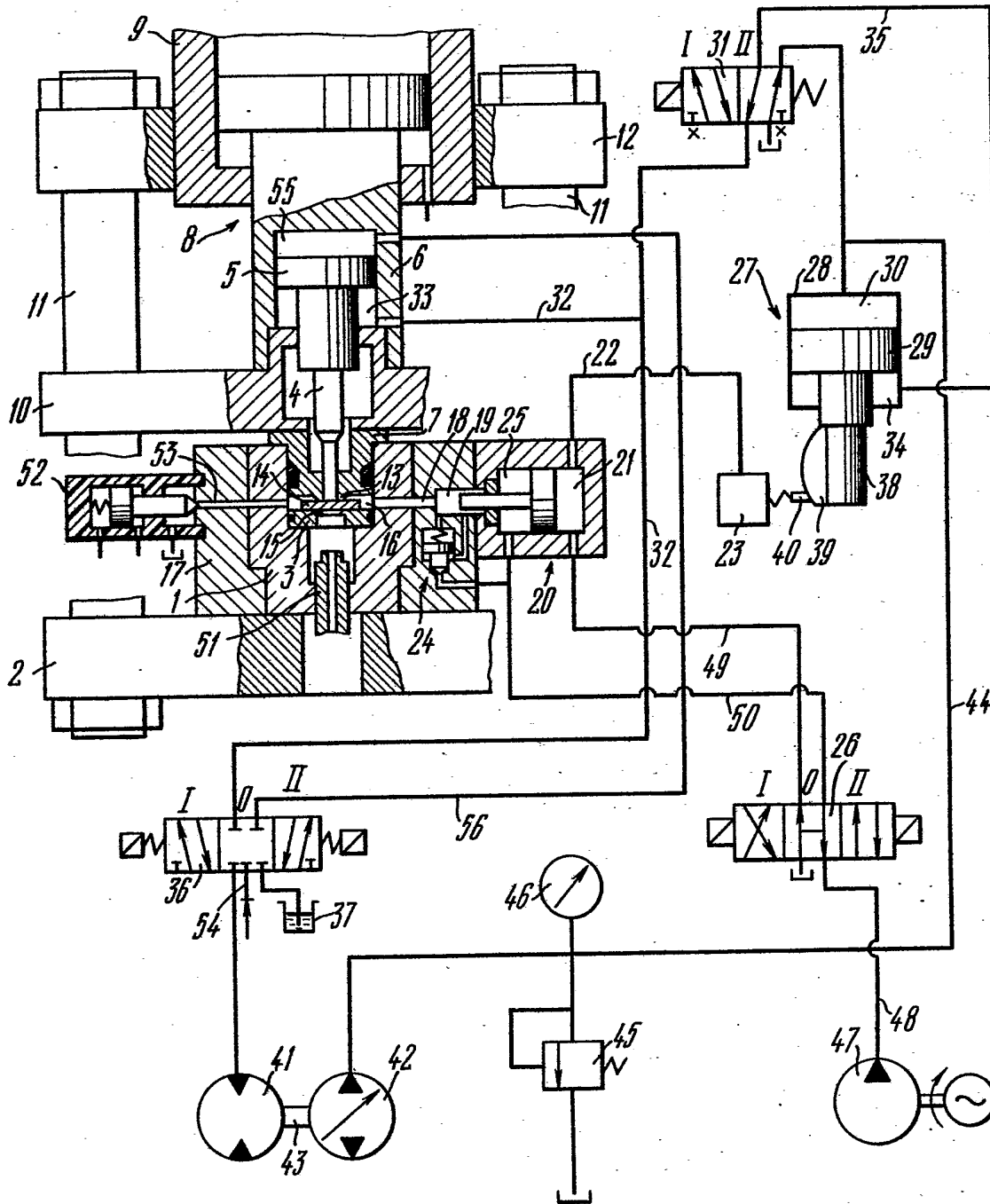


FIG. 1

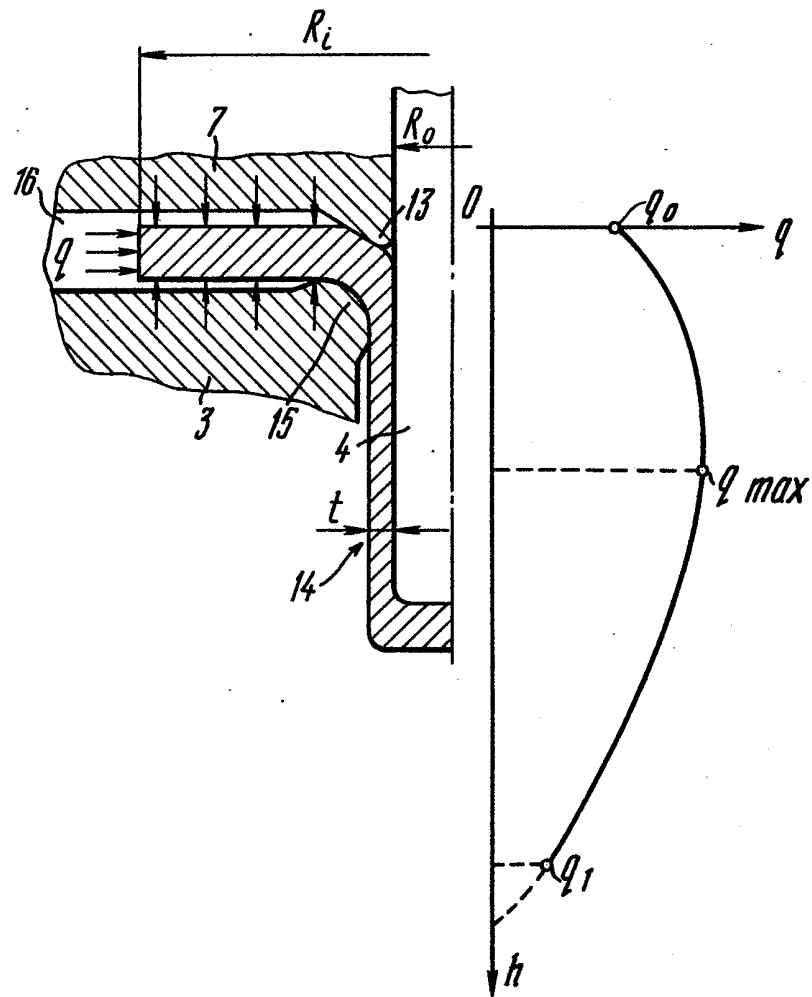


FIG. 2