



(11) **RO 135748 B1**

(51) **Int.Cl.**

F42B 12/08 (2006.01);

C22C 38/04 (2006.01);

C22C 22/00 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2021 00749**

(22) Data de depozit: **07/12/2021**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/02/2024** BOPI nr. **2/2024**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2022 BOPI nr. **5/2022**

(73) Titular:
• **COMPANIA NAȚIONALĂ ROMARM S.A.,**
BD. TIMIȘOARA, NR.5B, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• **PÎRVU TIBERIU,** *STR.PROF.IANCU*
CONSTANTIN, NR.8, BĂICOI, PH, RO;
• **CÂRCEANU IRINA,** *STR. POLITEHNICII,*
NR.1, BL.11, SC.B, AP.19, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• **BOTIS HORIA-RĂZVAN,** *STR. CLOȘCA,*
NR.3, BISTRIȚA, BN, RO;
• **DIMA RALUCA ELENA,** *STR.REPUBLICII,*
NR.19, BL.19, SC.A, ET.3, AP.14, BĂICOI,
PH, RO;

• **IORGA GEORGE OVIDIU,**
STR. BUZOIENI, NR.8, BL.M41, SC.1, ET.7,
AP.47, BUCUREȘTI, B, RO;
• **MARIN ALEXANDRU,** *STR. PRIMĂVERII,*
NR.17A, SAT MOLDOVENI, COMUNA
MOLDOVENI, IL, RO;
• **EPURE CRISTIANA,** *STR. PANSELELOR,*
NR.1, BL.150, SC.1, AP.36, ET.6,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• **MUNTEANU MIHAIL,** *STR. DIMITRIE*
CANTEMIR, NR.4, CÂMPULUNG
MOLDOVENESC, SV, RO;
• **TIGANESCU TUDOR VIOREL,**
STR. SABINELOR, NR.98, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
GB 938401 A; CN 104227265 A;
RO 2021-00721

(54) **PROCEDEU DE REALIZARE A UNUI CORP DE PROIECTIL
PERFORANT TERMOBARIC DE CALIBRU 73 MM
PENTRU ARUNCĂTORUL DE GRENADE AG-9 ȘI CORP
DE PROIECTIL REZULTAT**



RO 135748 B1

1 Inventția se referă un procedeu de fabricație a unui corp de proiectil penetrator pentru
lovituri termobarice, calibru 73 mm, pentru aruncătorul de grenade AG-9, din oțel de înaltă
3 rezistență (peste 1400 MPa) asociate cu plasticitate ridicată: A: (15-22)%.

5 Concomitent desfășurării acestor procese se vor stabili principalele etape tehnolo-
gice de fabricație care aplicare materialului procesat să-i confere acestuia pe lângă unifor-
mitate structurală și uniformitate dimensională (se dorește a fi obținută grosime de perete
7 uniform pe secțiune).

9 Această caracteristică este necesară pentru realizarea uniformității procesului de
fragmentare după perforare și explozie.

11 Primele materiale utilizate pentru realizarea proiectilelor perforante pentru loviturile
termobarice proveneau din categoria oțelurilor carbon de calitate, reprezentat de oțelul
consacrat OLC 45. Au urmat oțelurile de îmbunătățire slab aliate, cu conținut scăzut de
13 carbon, (0,2-0,3%) C, după care s-a trecut destul de repede la utilizarea oțelurilor de scule
pentru lucrul la rece și al oțelurilor rapide.

15 În ultimul deceniu s-au utilizat intens aliaje grele pe baza de wolfram tip WHAs, aliaje
W-Ni-Fe, uraniu sărăcit tip DU (72%U și izotop U-235) și aliajele dure sinterizate de tip
17 WC-Co.

19 Cea mai intensă utilizare a revenit oțelurilor aliate de scule, cele mai reprezentative
fiind prezentate în tabelul de mai jos.

Oțel	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Mo [%]	V [%]	W [%]
90MnCrV8	0.88	0.26	2.04	0.015	0.089	0.25	-	0.08	-
X153CrMoV12	1.52	0.3	0.27	0.009	0.009	11.38	0.73	0.74	-
HS652	0.91	0.22	0.32	0.028	0.003	3.09	4.86	1.78	5.92

25 O explozie termobarică produce căldură, unde de presiune și fragmente de material.
27 Presiunea creată de o sarcină explozivă formează o undă de șoc pe măsură ce gazele scapă
din carcasa focosului. Viteza undei explozive este de 1,5 Mach, ceea ce conduce la viteze
29 cinetice mărite de circa 167 ori și temperaturi de câteva mii de grade Celsius. Gazele aflate
la presiuni ridicate creează o undă de șoc care împreună cu mingea de foc acționează
31 asupra carcasei proiectilului fracturând-o și producând fragmente.

33 La materialele fragile sau mixte (fragil+ductil) fragmentarea este fină și neuniformă,
fragmentele având o greutate cuprinsă între (0.2-0.5) grame.

35 La anvelopele proiectilului fabricate din materiale ductile cu rezistența la curgere
ridicată, fragmentarea este uniformă greutatea fragmentelor fiind cuprinsă în intervalul (0.5-2)
grame.

37 Prin documentul: **GB 938401 A/1963**, este cunoscut un aliaj fier-aluminiu-mangan-
nichel, pentru piese de aeronave sau rachete, biele și altele, care are următoarea
39 compoziție: Al: 6-20%, Mn: 9-18%, în particular: 11-14% Mn, Ni: 5-15%, C: 0,15-2%, Nb: 0-
4%, Si: 0-3%, N: 0-1%, cu sau fără Be, B, Co, Mo, W, V, Cu, Ta, Ti, Zr și/sau Cr totalizând
41 până la 10%, cu Fe și impurități în rest, aliajul putând fi supus unui tratament termic de
punere în soluție la 800-1250°C și stins înainte de întărirea prin precipitare la 400-700°C cu
43 sau fără prelucrare la cald, cu durificare și prin transformarea austenitei în martensită,
(descriere, revendicări 1, 2, 6-9).

RO 135748 B1

Mai este cunoscut și documentul: CN 104227265 A/2014 , care prezintă o sârmă de sudare din oțel inoxidabil care cuprinde, în procente de masă, următoarele elemente: 0,05-0,3% C, 0,50-1,20 % Si, 10-15,0% Mn, 16,0-20,0% Cr, 3,0-7,0% Ni, 0,01-0,03% Ti, 0,1-0,30% N, 0,15-0,30 %V, maxim 0,010% S, maxim 0,020 % P și restul Fe, care este adaptată pentru sudarea oțelului Mn13 fără preîncălzire și fără tratament termic după sudare, (descriere, revendicare).	1
De asemenea, prin documentul: RO 2021-00721 , este cunoscut un procedeu de fabricare a unor bare din oțel durificabil prin precipitare, care utilizează deformarea plastică severă SPD și dublă precipitare la 450°C cu menținere 4 ore și răcire în aer, pentru obținerea unei structuri omogene de martensită cu granulație extrafină de 1-2 μm cu dispersie uniformă de precipitate intermetalice nanometrice de tip Ni ₃ Mo, Ni ₃ Ti, Ni ₃ Al, Fe ₂ Mo, caracterizat prin aceea că, este realizat prin următoarele etape tehnologice:	7
a) Elaborare de lingou din oțel maraging prin dublă retopire în vid;	13
b) Laminare la cald sau forjare de obținere de electrod rotund ø50 mm, cu temperatura de final de deformare: T = 800°C și răcire în apă;	15
c) Tratament termic de înmuiere și punere în soluție la 830°C cu menținere 40 min și răcire cu apă;	17
d) Realizarea deformării plastice severe cu reducerea secțiunii de la ø50 mm la ø32 mm, cu o reducere pe secțiune $\xi = 60\%$, prin forjare radială la rece, cu schimbarea sensului de deformare în scopul apariției și dezvoltării efectului Bausinger, astfel:	19
- etapa I-a: deformare la rece: de la ø50 mm la ø42 mm și apoi la ø38 mm, cu reducere a secțiunii de 42%, cu schimbarea sensului de deformare, continuată cu:	21
- etapa a II-a de deformare la rece: de la ø38 mm la ø34 mm și apoi la ø32 mm, cu reducere a secțiunii de 30%;	23
e) Tratament termic de punere în soluție la 820° C cu menținere 15 min și răcire în apă;	25
f) Debitare de precizie la greutatea proiectilului cu calibrul 30mm cu toleranțe pozitive;	27
g) Formarea finală la rece a proiectilului prin forjare rotativă (swaging machine), cu scule profilate;	29
h) Degresare;	
i) Tratament termic final, de dublă precipitare la 450°C, cu menținere 4 ore și răcire în aer;	31
j) Control final, pentru dimensiuni, duritate pe secțiune, cu analiză metalografică a mărimii de grăunte.	33
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui corp de proiectil perforant termobaric de calibrul 73 mm prin alegerea adecvată a compoziției chimice și a structurii fizice a oțelului aliat de fabricare a corpului proiectilului care să confere acestuia atât rezistență înaltă cât și omogenitate a fragmentării corpului de proiectil la explozia acestuia.	35
Carcasa de proiectil perforant este fabricată conform invenției din oțel de înaltă rezistență care are la bază elementul Mn - cu conținut de circa 10-14% - care conferă stabilitate austenitei, precum și elemente de aliere Ni, Ti, Mo, în procente mici de aliere (circa 1-2%) pentru durificarea prin precipitarea acestora (îmbătrânirea) a martensitei.	37
Mai precis, carcasa proiectilului este formată conform invenției din un oțel cu următoarea compoziție chimică:	39
C < 0.05%; Mn: (11-14)%; Ni: (1.7-2.0)%; Mo: 0.8-1.2)%; Ti: (0.8-1.2)%;	41
Si: (0.05-0.10)%; S < 0.003%; P < 0.001%; O < 0.022%; N < 0.001%;	43
A1: (0.2-0.3)%; V:(0.05-0.1)%; Nb: (0.03-0.05)%; B < 0.003%; - denumit în continuare 5Mn125.	45
	47
	49

RO 135748 B1

1 Acest oțel prezintă o combinație favorabilă între două caracteristici metalurgice:
efectul TRIP și efectul Maraging.

3 Procentul de Mn cuprins între (11-14)% ajută la realizarea unei structuri mixte după
punerea în soluție și anume: martensită+austenită reversibilă (circa 20%), fază responsabilă
5 de efectul TRIP.

7 Procedeu de fabricare a corpului de proiectil perforant termobaric, calibru 73 mm,
conform invenției, utilizează un oțel de înaltă rezistență care combină două efecte meta-
lurgice:

9 - efectul TRIP (Transformation Induced Plasticity) - care așa cum reiese din
denumire, reprezintă transformarea de fază ce induce creșterea plasticității, și:

11 - efectul de precipitare, care datorită precipitării elementelor de aliere conduce la
îmbătrânirea martensitei prin utilizarea în premieră a unui nou tip de oțel care să posede pro-
13 prietăți tehnologice specifice proceselor TRIP (transformare structurală prin inducerea
plasticității) și respectiv proceselor de precipitare în masa martensitică inițială și transfor-
15 marea în austenită reziduală, prin deformare. Etapele procedurii sunt:

17 a) elaborarea unui oțel durificabil și prin precipitare de compuși chimici, într-un cuptor
cu atmosferă controlată (CIA) și turnare în lingou;

19 b) forjare la cald a lingoului până la un diametru adecvat, cu temperatura de final de
transformare sub 1000°C, menținere și răcire în apă;

21 c) debitare și deformare plastică la cald a segmentelor de lingou, cu răcire în apă;

23 d) tratament de punere în soluție a semifabricatului rezultat;

25 e) formatare a semifabricatului prin debitare și deformare plastică la rece;

27 f) tratament termic de precipitare;

29 g) prelucrare mecanică la cote finale și control ultrasonic,

și au următoarele particularități conforme invenției revendicate:

31 - oțelul lingoului de realizare a corpului de proiectil perforant este obținut în cuptor tip
CIA + RAV sau tip CIA + tratament în oală pentru desulfurare + defosfatere și are, în
33 procente de greutate, sub 0,05% C, Ni: (1.7-2.0)%, Mo: 0.8-1.2)%, Ti: (0.8-1.2)%,
29 Al: (0.2-0.3)%, V: (0.05-0.1)%, Nb: (0.03-0.05)%, B < 0.003%, N < 0.001%, S < 0.003%,
P < 0.001%, O < 0.022%;

31 - forjarea la cald a lingoului se realizează până la un diametru D = 75 mm cu încălzire
până la 1150°C, temperatura de final de transformare: 950°C și cu menținere pe palier
33 30 min;

35 - deformarea plastică la cald a segmentelor de lingou tip șaibe cu dimensiunile
D75 mm x 20 mm obținute prin debitare este realizată prin extrudare inversă pe presă de
500 tf. la temperatura de încălzire de 1100°C, cu menținere 30 min, cu obținerea unui
37 semifabricat cu dimensiunile D 75 mm x d 62 mm x 200 mm;

39 - punerea în soluție este realizată prin încălzire la 1040°C cu menținere de o oră și
răcire în apă;

41 - formatarea semifabricatului este realizată prin condiționare TRIP după debitare;

43 - tratamentul termic de precipitare este realizat cu încălzire la 480°C, menținere
6 ore și răcire în aer.

45 Invenția prezintă următoarele avantaje:

- compoziția chimică a oțelului este aleasă astfel încât oțelul să aibă un preț de cost
redus și o combinație excelentă între rezistență și plasticitate (Rm > 1500 MPa și alungirea
A > 20%);

RO 135748 B1

- procedeul conform invenției folosește efectul TRIP, prin transformarea austenitei reziduale în martensită de deformare și crearea condițiilor termodinamice din rețeaua martensitică de accelerare a precipitării, (viteza de germinare trebuind să fie mai mare decât viteza de creștere a germeilor).	1 3
Invenția este prezentată pe larg în continuare în legătură și cu fig. 1...5, care reprezintă:	5
- fig. 1, secțiune longitudinală printr-un proiectil de luptă perforant-termobaric, (1-focos de fund cu întârziere de tip MD8; 2-teacă cu exploziv de diseminare; 3- amestec termobaric; anvelopă perforantă);	7 9
- fig. 2, reprezentare schematică a corpului (anvelopei) proiectilului perforant termobaric, (poz. 4 din fig.1);	11
- fig. 3, traseul tehnologic de fabricație al corpului proiectilului termobaric;	
- fig. 4, ansamblu cu matriță pentru lărgirea diametrului interior și formarea vârfului ogival;	13
- fig. 5, etapele procedurii de producere a carcasei de proiectil perforant.	15
Conform invenției, corpul de proiectil perforant termobaric de calibru 73 mm, pentru aruncătorul de grenade AG9 este realizat utilizând un oțel bifazic de înaltă rezistență, mai precis un oțel durificabil prin precipitare, microaliat cu Nb și B (C < 0,05, 11,5% Mn), denumit 5Mn125 ce prezintă efectul TRIP, caracterizat prin următoarea compoziție chimică de bază:	17 19
C < 0.05%; Mn: (11-14)%; Ni: (1.7-2.0)%; Mo: 0.8-1.2)%; Ti: (0.8-1.2)%; Si: (0.05-0.10)%; S < 0.003%; P < 0.001%; O < 0.022%; N < 0.001%; Al: (0.2-0.3)%; V: (0.05-0.1)%; Nb (0.03-0.05)%; B < 0.003%, iar efectul de durificare se realizează atât prin efect TRIP (transformation induced plasticity) cât și prin efectul precipitării compușilor intermetalici.	21 23
La prelucrarea prin deformare plastică și prelucrare mecanică este foarte importantă realizarea grosimii de perete uniformă pe toate secțiunile transversale ale corpului (anvelopei) proiectilului. Excentricitatea trebuie să fie mai mică decât toleranțele grosimii de perete.	25 27
Astfel traseul tehnologic de fabricație al anvelopei proiectilului grenadei termobarice calibru 73 mm este următorul:	29
a) Elaborarea și turnare lingou din oțel 5Mn125 într-una dintre următoarele variante: V1: Cuptor CIA + tratament în oală pentru desulfurare+defosfatare; V2: Cuptor CIA + RAV;	31
b) Forjarea la cald și călirea oțelului la $\Phi 75$ mm, respectându-se următorii parametri tehnologici: temperatura de încălzire: 1150°C; temperatura de final de transformare: 950°C; timp de menținere pe palier: 30 min; răcire: în apă;	33 35
c) Debitarea mecanică a șaburilor cu dimensiunea $\Phi 75$ mm x 20 mm și extrudare inversă a segmentelor de lingou pe presa de 500 tf la dimensiunea $\Phi 75$ mm x $\Phi 62$ x 200mm, respectând următorii parametri: temperatura de încălzire: 1100°C; timp de menținere pe palier: 30 min; răcire: în apă;	37 39
d) Punere în soluție: temperatura de punere în soluție: 1040°C; timp de menținere: 60 min; răcire- în apă;	41
e) Matrițare/presare la rece în două etape: debitare mecanică și condiționare TRIP;	
f) Tratament termic de precipitare: temperatura: 480°C cu timp de menținere: 6h; răcire: în aer;	43
g) Prelucrare mecanică la cote finale și control ultrasonic.	45

RO 135748 B1

- 1 Sistemul de scule matrițate la rece pentru deformare simultană, utilizat pentru
producerea carcasi de proiectil perforant din oțelul conform invenției, este caracterizat de
3 următoarele particularități:
- 1) Permite lărgirea diametrului interior și formarea ogivei penetratorului;
 - 5 2) Sistemul de matrițare la rece permite realizarea efectului TRIP, prin transformarea
austenitei reținute în martensita de deformare și crearea condițiilor termodinamice din
7 rețeaua martensitică de accelerare a precipitării (viteza de germinare trebuind să fie mai
mare decât viteza de creștere a germenilor).

RO 135748 B1

Revendicări

1. Corp de proiectil perforant termobaric de calibru 73 mm pentru aruncătorul de grenade AG9, realizat din oțel de înaltă rezistență cu 11-14% Mn, 0,03-0,05% Nb, 0,05-0,1% Si, Ni, Mo, Ti, Al, cantități mici de V, Nb, B, N, S, P, O, și în rest Fe, și cu duritatea dată de structură martensitică rezultată prin transformarea austenitei la răcire și de compuși intermetalici formați prin precipitare în intervalul 400-700°C, **caracterizat prin aceea că**, oțelul de realizare a corpului de proiectil perforant are sub 0,05% C, și are elemente Ni, Mo, Ti, Al, V, Nb, B, N, S, P, O, conținute în următoarele procente de greutate: Ni: (1.7-2.0)%; Mo: (0.8-1.2)%; Ti: (0.8-1.2)%; Al: (0.2-0.3)%; V: (0.05-0.1)%; Nb: (0.03-0.05)%; B < 0.003%; N < 0.001%; S < 0.003%; P < 0.001%; O < 0.022%, cu duritate obținută și prin efectul TRIP, de transformare indusă prin deformare plastică. 3 5 7 9 11
2. Procedeu de realizare a unui corp de proiectil perforant termobaric de calibru 73 mm pentru aruncătorul de grenade AG9, obținut din oțel de înaltă rezistență durificabil conform revendicării 1, cuprinzând etapele de: 13 15
- a) elaborare a unui oțel durificabil prin deformare plastică și prin precipitare de compuși chimici, într-un cuptor cu atmosferă controlată (CIA) și turnare în lingou a oțelului; 17
 - b) forjare la cald a lingoului până la un diametru adecvat, cu temperatura de final de transformare sub 1000°C, menținere pe palierul termic și răcire în apă; 19
 - c) debitare și deformare plastică la cald a segmentelor de lingou, cu răcire în apă; 21
 - d) tratament de punere în soluție a semifabricatului rezultat; 21
 - e) formatare a semifabricatului prin debitare și deformare plastică la rece; 23
 - f) tratament termic de precipitare; 23
 - g) prelucrare mecanică la cote finale și control ultrasonic, **caracterizat prin aceea că**, -oțelul lingoului de realizare a corpului de proiectil perforant este obținut în cuptor tip CIA + RAV sau tip CIA + tratament în oală pentru desulfurare + defosfatare și are, în procente de greutate, sub 0,05% C, Ni: (1.7-2.0)%, Mo: (0.8-1.2)%, Ti: (0.8-1.2)%, Al: (0.2-0.3)%, V: (0.05-0.1)%, Nb: (0.03-0.05)%, B < 0.003%, N < 0.001%, S < 0.003%, P < 0.001%, O < 0.022%; -forjarea la cald a lingoului se realizează până la un diametru D = 75 mm cu încălzire până la 1150°C, temperatura de final de transformare: 950°C și cu menținere pe palier 30 min; -deformarea plastică la cald a segmentelor de lingou tip șaibe cu dimensiunile D75 mm x 20mm obținute prin debitare este realizată prin extrudare inversă pe presă de 500 tf. la temperatura de încălzire de 1100°C, cu menținere 30 min, cu obținerea unui semifabricat cu dimensiunile D75 mm x d62 mm x 200 mm; -punerea în soluție este realizată prin încălzire la 1040°C cu menținere de o oră și răcire în apă; -formatarea semifabricatului este realizată prin condiționare TRIP după debitare, iar tratamentul termic de precipitare este realizat cu încălzire la 480°C, menținere 6 ore și răcire în aer. 25 27 29 31 33 35 37

(51) Int.Cl.

F42B 12/08 (2006.01);

C22C 38/04 (2006.01);

C22C 22/00 (2006.01)

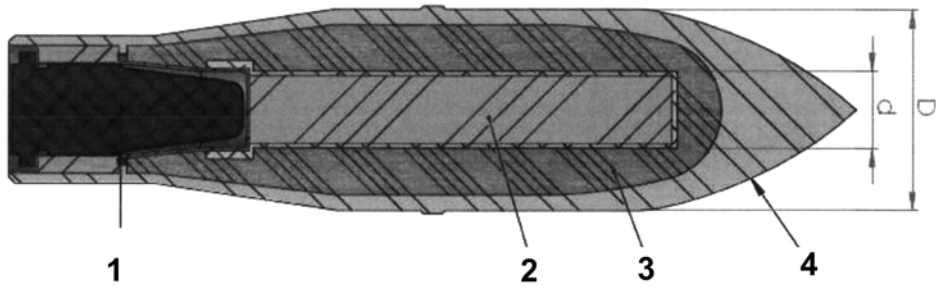


Fig. 1

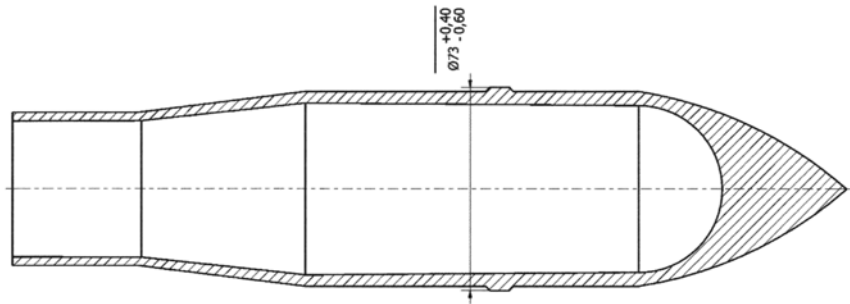


Fig. 2

(51) Int.Cl.

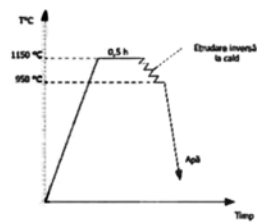
F42B 12/08 (2006.01);

C22C 38/04 (2006.01);

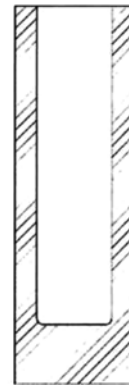
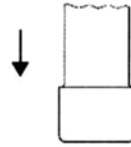
C22C 22/00 (2006.01)



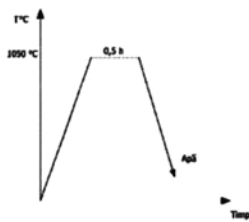
a) Semifabricat oțel bifazic



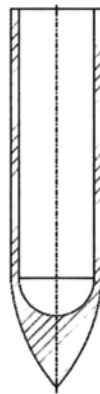
b) Diagramă încălzire extrudare



c) Pahar extrudat la cald



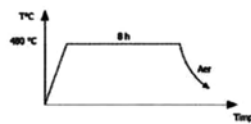
d) Diagramă T.T. punere în soluție



e) Carcasă proiectil matrițată la rece



f) Carcasă finală presată la rece



d) Diagramă T.T. final, precipitare

Fig. 3

(51) Int.Cl.

F42B 12/08 (2006.01);

C22C 38/04 (2006.01);

C22C 22/00 (2006.01)

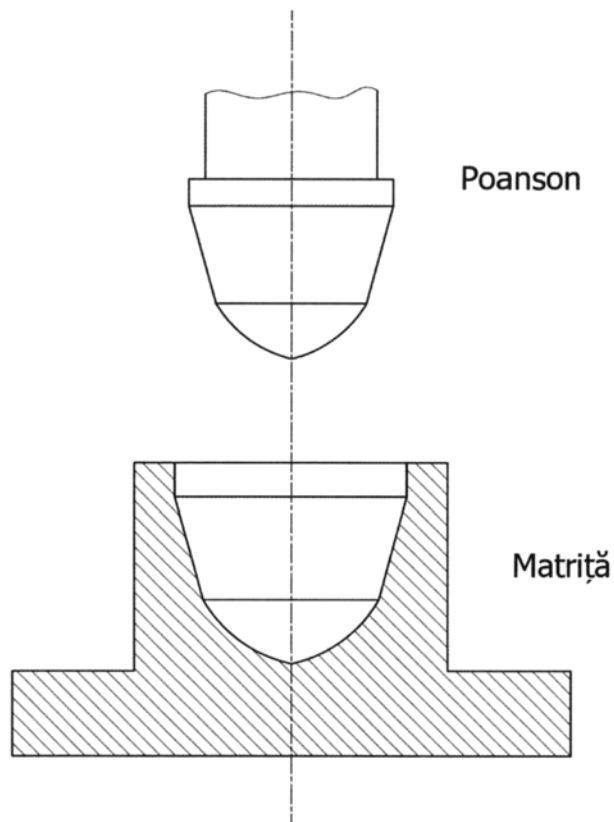


Fig. 4

(51) Int.Cl.

F42B 12/08 (2006.01);

C22C 38/04 (2006.01);

C22C 22/00 (2006.01)

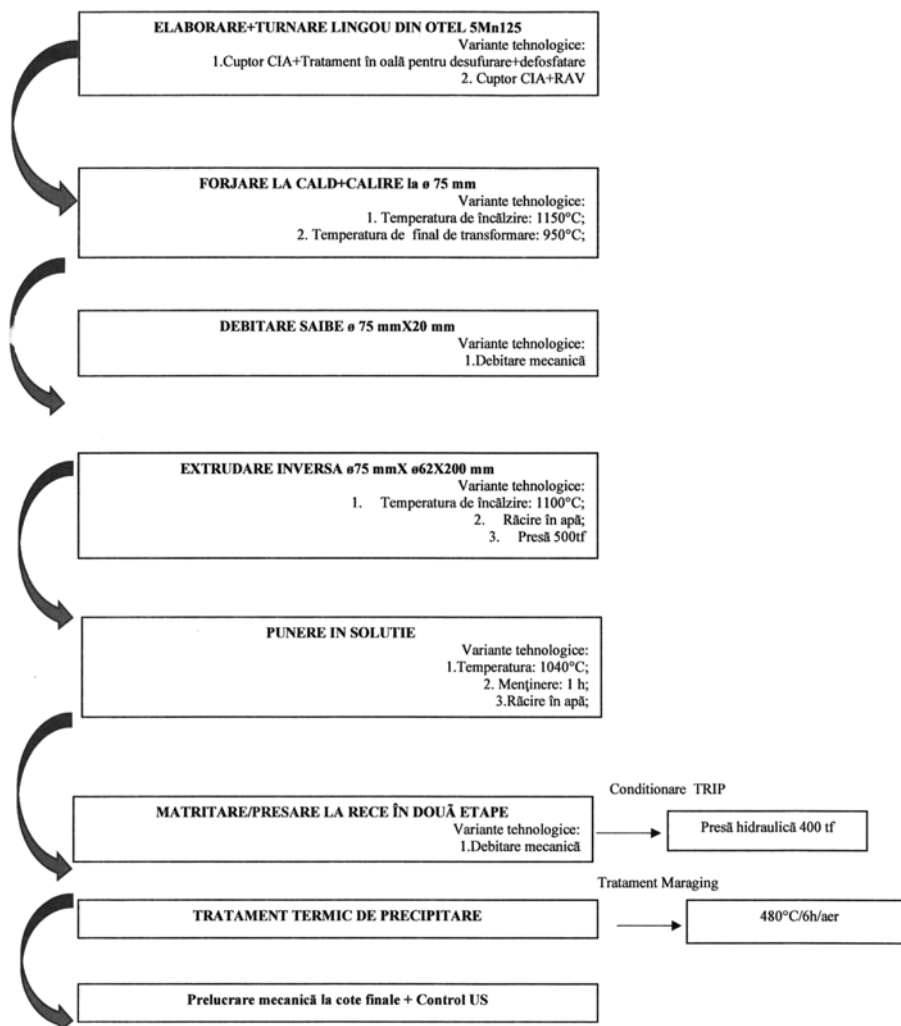


Fig. 5

