

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00749

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

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

(71) Solicitant:
• 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

Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35 alin.
(2) din HG nr. 547/2008

(54) **UN NOU CONCEPT DE FABRICAȚIE PENTRU REALIZAREA ANVELOPELOR PENETRATOARE ALE PROIECTILELOR TERMOBARICE CALIBRU 73 MM PENTRU ARUNCĂTORUL DE GRENADE AG-9, CU PERFORMANȚE BALISTICE OPTIMIZATE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de fabricație a anvelopelor penetratoare ale proiectilelor perforante termobarice calibrul 73 mm pentru aruncătorul de grenade AG-9. Procedeu conform invenției are următoarele etape:

a) elaborarea în cuptor cu atmosferă controlată CIA + RAV a unui oțel 5Mn125 cu tratament în oală pentru desulfurare și defosfatare și turnarea acestuia în lingou, oțelul având următoarea compoziție exprimată în procente în greutate: C < 0,05%, 11...14% Mn, 1,7...2,0% Ni, 0,8...1,2% Mo, 0,8...1,2% Ti, 0,05...0,10% Si, S < 0,0035%, P < 0,001%, O < 0,022%, N < 0,001%, 0,2...0,3% Al, 0,05...0,1% V, 0,03...0,05% Nb și B < 0,003, oțel care prezintă o combinația favorabilă între două caracteristici metalurgice: efectul TRIP și efectul Maraging,

b) forjarea la cald a lingoului până la un diametru $\phi = 75$ mm urmată de călire, temperatura de încălzire fiind de 1100°C iar cea de final de transformare de 950°C,

c) debitarea mecanică a lingoului în șaibe cu dimensiunea de $\phi 75$ mm X 20 mm,

d) extrudarea inversă a șaibelor pentru obținerea unui semifabricat cu dimensiunea de $\phi 75$ mm X $\phi 62$ mm X 200 mm, temperatura de încălzire fiind de 1100°C iar răcirea în apă,

e) etapa de punere în soluție se realizează încălzind prefabricatul la o temperatură de 1040°C cu menținere timp de 1 oră și răcire în apă,

f) condiționarea TRIP adică transformarea austenitei în martensită are loc în două etape de matrițare și presare la rece pe o presă hidraulică de 400 tf,
g) tratamentul Maraging adică tratamentul termic de precipitare are loc la o temperatură de 480°C timp de 6 ore în aer și

h) obținerea cotelor finale ale proiectilului prin prelucrare mecanică urmat de controlul cu ultrasunete US al structurii materialului.

Revendicări inițiale: 3

Revendicări amendate: 3

Figuri: 4

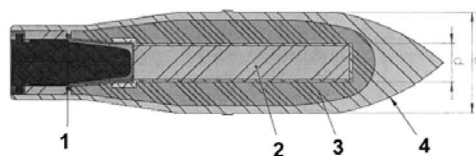
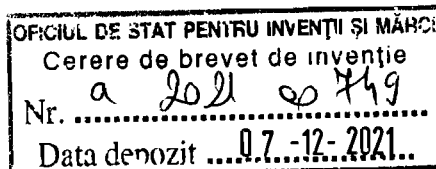


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





DESCRIEREA INVENȚIEI

1. Preambul

Prezenta invenție se referă realizarea corpului proiectilelor perforante termobarice printr-un nou concept tehnologic care constă în realizarea oțelurilor de înaltă rezistență > 1400 MPa asociate cu plasticitate ridicată: A:(15-22) %, prin combinarea a două efecte metalurgice:

- Efectul TRIP (Transformation Induced Plasticity) – care așa cum reiese din denumire, reprezintă transformarea de fază ce induce creșterea plasticității;
- Efectul de precipitare, care datorită precipitării elementelor de aliere conduce la îmbătrânirea martensitei;

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

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

2. Descrierea invenției

Invenția se referă la o nouă metodă de fabricare a corpului proiectilului perforant termobaric, calibru 73 mm, prin utilizarea în premieră a unui nou tip de oțel care să posede proprietăți tehnologice specifice proceselor TRIP (transformare structurală prin inducerea plasticității) și respectiv proceselor de precipitare în masa martensitică inițială și transformarea în austenită reziduală, prin deformare.

Un asemenea oțel are la bază elementul Mn – cu conținut de cca. 10-14% - care conferă stabilitate austenitei, precum și elemente de aliere Ni, Ti, Mo, în procente mici de aliere (cca. 1-2%) pentru durificarea prin precipitarea acestora (îmbătrânirea) a martensitei.

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 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.

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 WC-Co.

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

O explozie termobarică produce căldură, unde de presiune și fragmente de material. 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 cinetice mărite de cca. 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 asupra carcasei proiectilului fracturând-o și producând fragmente .

La materialele fragile sau mixte (fragil+ductil) fragmentarea este fină și neuniformă, fragmentele având o greutate cuprinsă între (0.2-0.5) grame. 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. Prezenta invenție cuprinde un oțel cu următoarea compoziție chimică:

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%;-denumit în continuare 5Mn125.

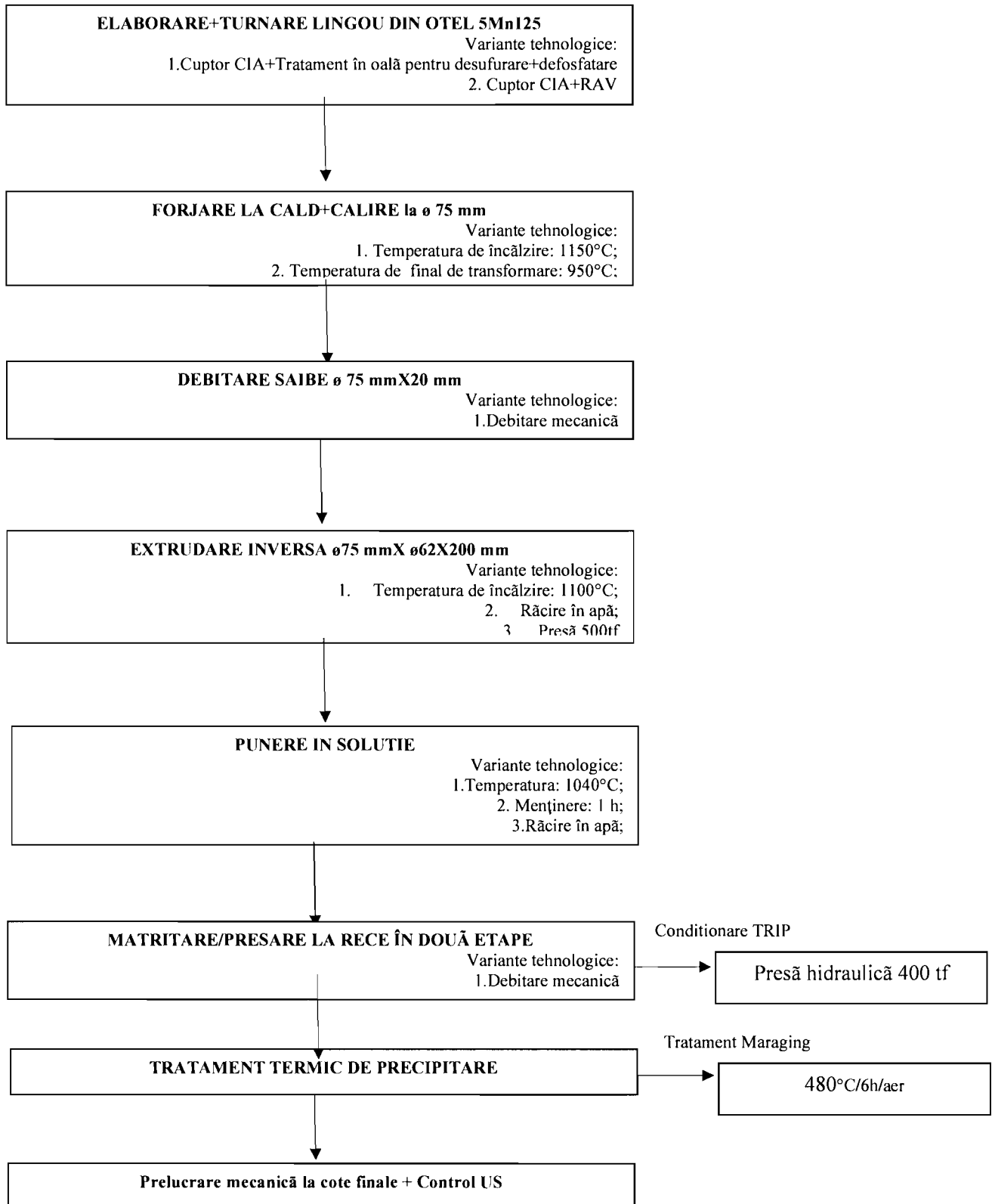
Acest oțel prezintă o combinație favorabilă între două caracteristici metalurgice: efectul TRIP și efectul Maraging.

Compoziția chimică a fost gândită astfel încât oțelul să aibă un preț de cost redus și o combinație excelentă între rezistență și plasticitate ($R_m > 1500$ MPa și alungirea $A > 20\%$).

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

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.

Astfel traseul tehnologic de fabricație al anvelopei proiectilului grenadei termobarice calibru 73 mm este următorul:



REVENDICARI

1. O noua tehnologie de fabricație integrată pentru realizarea corpului proiectil perforant termobaric. Tehnologia inovativă are la bază realizarea unui oțel bazat pe un nou concept metalurgic, și anume oțel bifazic de înaltă rezistență, durificarea fiind realizată prin efectul TRIP (transformation induced plasticity) și efectul precipitării compusilor intermetalici.

2. Proiectarea, elaborarea și definirea unui nou tip de oțel durificabil prin precipitare, microaliat cu Nb și B ce prezintă efectul TRIP, oțel cu $C < 0,05$ și $11,5\% \text{ Mn}$ care are compoziția de bază:

$C < 0,05\%$; $\text{Mn}: (11-14)\%$; $\text{Ni}: (1,7-2,0)\%$; $\text{Mo}: 0,8-1,2\%$; $\text{Ti}: (0,8-1,2)\%$;

$\text{Si}: (0,05-0,10)\%$; $\text{S} < 0,003\%$; $\text{P} < 0,001\%$; $\text{O} < 0,022\%$; $\text{N} < 0,001\%$;

$\text{Al}: (0,2-0,3)\%$; $\text{V}: (0,05-0,1)\%$; $\text{Nb}: (0,03-0,05)\%$; $\text{B} < 0,003\%$; -denumit în continuare 5Mn125.

3. Proiectarea unui sistem de scule matrițate la rece pentru deformarea simultană care va permite lărgirea diametrului interior și formarea ogivei penetratorului. Prin acest sistem de matrițare la rece se realizează efectul TRIP, transformarea austenitei reținute în martensita 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 germenilor).



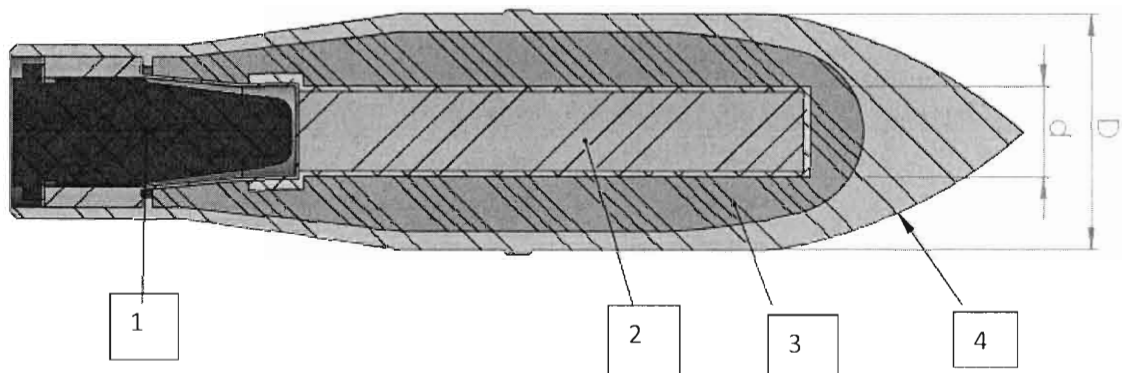


Fig.1. -Componentă de luptă perforant-termobarică (secțiune)

- 1 – focos de fund cu întârziere de tip MD-8*
- 2 – teacă cu exploziv de diseminare*
- 3 – amestec termobaric*
- 4- anvelopă perforantă*

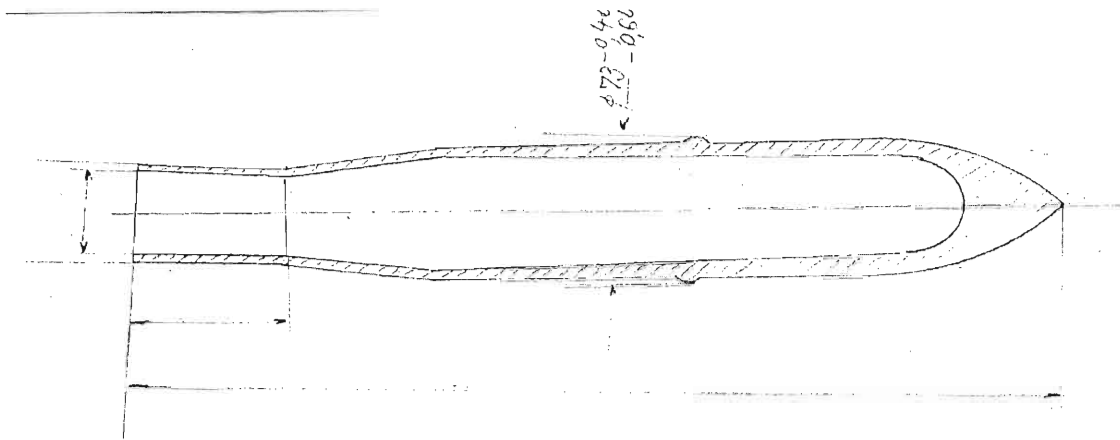


Fig.2. -Reprezentarea schematică a corpului (anvelopa) proiectilui perforant termobaric (poziția 4 din Fig.1)

gh

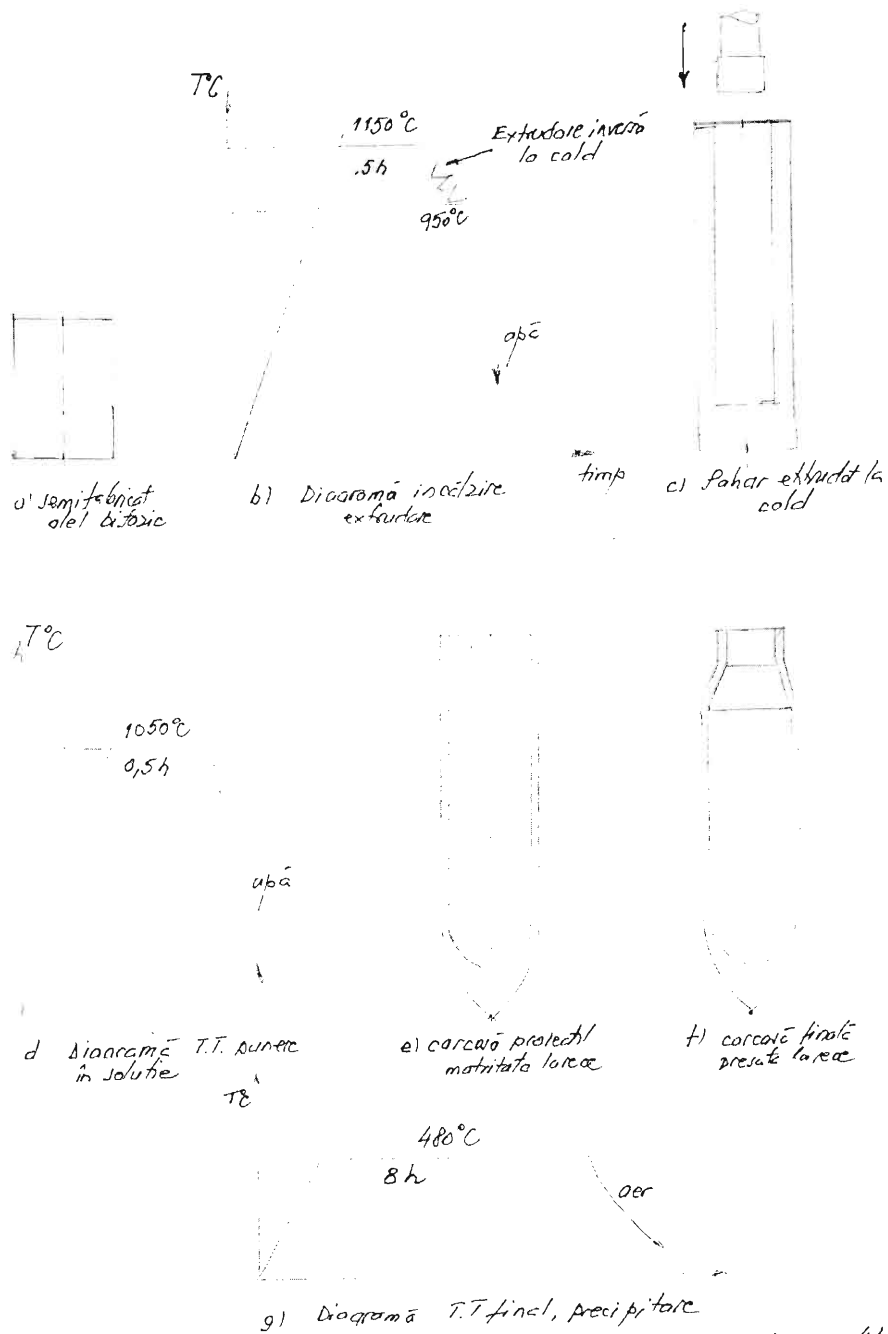


Fig. 3. Traseul tehnologic al fabricării corpului proiectil

Fig. 3 – Traseul tehnologic de fabricație al corpului proiectilului termobaric

[Handwritten signature]

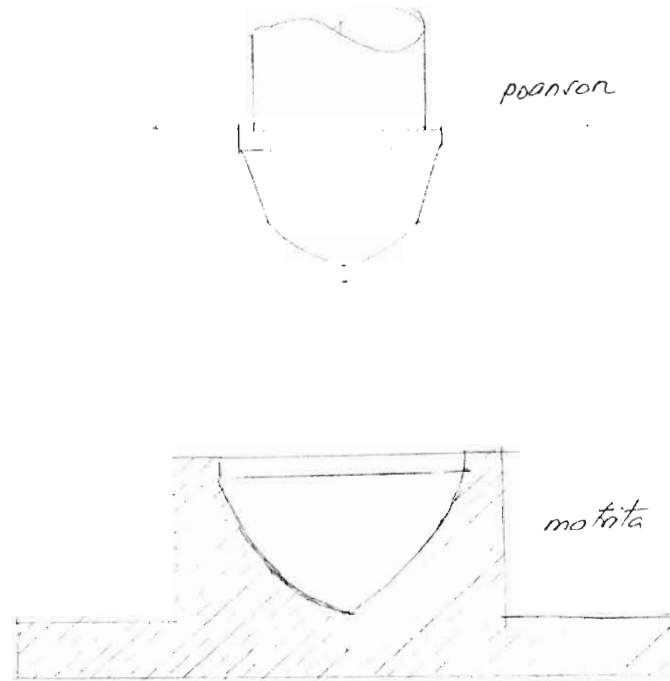


Fig 4. Ansamblu matita pentru
lărgirea diam. interior și
formarea vârfului ogival

Fig. 4 – Ansamblu matriță pentru lărgirea diametrului interior și formarea vârfului ogival

A handwritten signature or set of initials, possibly 'RZ', written in black ink.

DESCRIEREA INVENȚIEI

1. Preambul

Prezenta invenție se referă un nou procedeu de fabricatie a corpului proiectilului penetrator pentru loviturile termobarice calibru 73 mm pentru aruncătorul de grenade AG-9, printr-un nou proces tehnologic care constă în realizarea oțelurilor de înaltă rezistență > 1400 MPa asociate cu plasticitate ridicată: A:(15-22) %, prin combinarea a două efecte metalurgice:

- Efectul TRIP (Transformation Induced Plasticity) – care așa cum reiese din denumire, reprezintă transformarea de fază ce induce creșterea plasticității;
- Efectul de precipitare, care datorită precipitării elementelor de aliere conduce la îmbătrânirea martensitei;

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

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

2. Descrierea invenției

Invenția se referă la un nou procedeu de fabricare a corpului proiectilului perforant termobaric, calibru 73 mm, prin utilizarea în premieră a unui nou tip de oțel care să posede proprietăți tehnologice specifice proceselor TRIP (transformare structurală prin inducerea plasticității) și respectiv proceselor de precipitare în masa martensitică inițială și transformarea în austenită reziduală, prin deformare.

Un asemenea oțel are la bază elementul Mn – cu conținut de cca. 10-14% - care confera stabilitate austenitei, precum și elemente de aliere Ni, Ti, Mo, în procente mici de aliere (cca. 1-2%) pentru durificarea prin precipitarea acestora (îmbătrânirea) a martensitei.

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 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.

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 WC-Co.

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

O explozie termobarică produce căldură, unde de presiune și fragmente de material. 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 cinetice mărite de cca. 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 asupra carcasei proiectilului fracturând-o și producând fragmente .

La materialele fragile sau mixte (fragil+ductil) fragmentarea este fină și neuniformă, fragmentele având o greutate cuprinsă între (0.2-0.5) grame. 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. Prezenta invenție cuprinde un oțel cu următoarea compoziție chimică:

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%;-denumit în continuare 5Mn125.

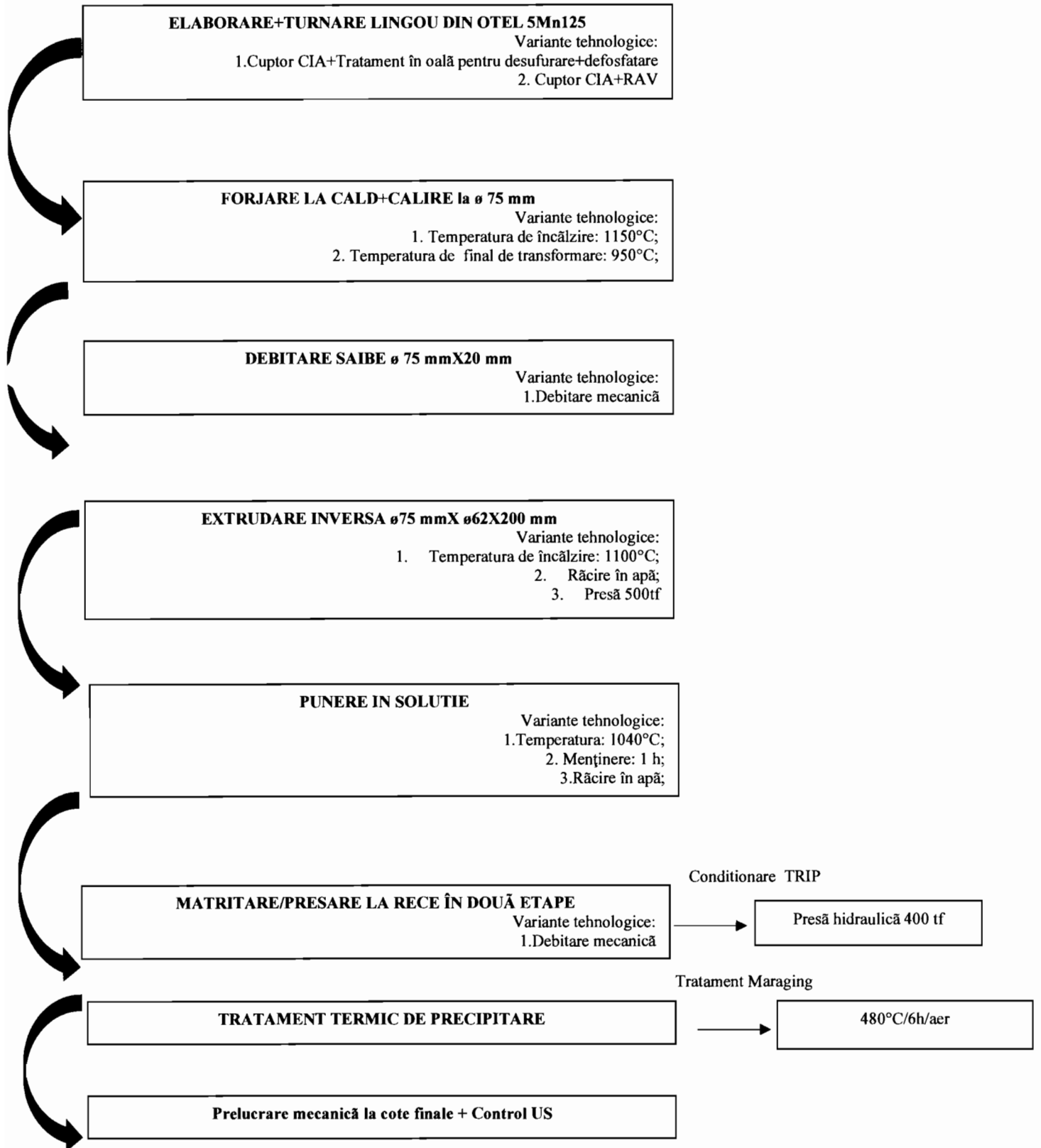
Acest oțel prezintă o combinație favorabilă între două caracteristici metalurgice: efectul TRIP și efectul Maraging.

Compoziția chimică a fost gândită astfel încât oțelul să aibă un preț de cost redus și o combinație excelentă între rezistență și plasticitate ($R_m > 1500$ MPa și alungirea $A > 20\%$).

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

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.

Astfel traseul tehnologic de fabricație al anvelopei proiectilului grenadei termobarice calibru 73 mm este următorul:



REVENDICĂRI

1. Realizarea produsului "corp proiectil perforant termobaric calibru 73 mm", 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 aceea că are următoarea compoziție de bază:*

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 compusilor intermetalici.

2. Procedeu de fabricație al anvelopelor penetratoare ale proiectilelor perforant termobarice, *caracterizat prin aceea că se va respecta următorul traseu/flux tehnologic:*

1) Elaborarea și turnare lingou din oțel 5Mn125 într-una dintre următoarele variante:

Var.1.: Cuptor CIA+Tratament în oală pentru desulfurare+defosfatare

Var.2: Cuptor CIA+RAV

2) Forjarea la cald și călirea oțelului la $\varnothing 75$ 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: apă.

3) Debitarea mecanică a șaibelor cu dimensiunea $\varnothing 75$ mmX20 mm;

4) Extrudare inversă a lingoului pe presa de 500 tf la dimensiunea $\varnothing 75$ mmX $\varnothing 62$ X200 mm, respectând următorii parametri: Temperatura de încălzire: 1100°C ; Timp de menținere pe palier: 30 min; Răcire: apă.

5) Punere în soluție: Temperatura de punere în soluție: 1040°C ; Timp de menținere: 60 min; Răcire în apă;

6) Matritare/presare la rece în două etape: debitare mecanică urmată de condiționare TRIP

7) Tratament termic de precipitare: Temperatura: 480°C ; Timp de menținere: 6h; Răcire: aer;

8) Prelucrare mecanică la cote finale și control ultrasonic;

3. Proiectarea unui sistem de scule matritate la rece pentru deformare *simultană caracterizat prin aceea că:*

1) Permite lărgirea diametrului interior și formarea ogivei penetratorului.

2) Sistemul de matritare la rece permite realizarea efectului TRIP, prin transformarea austenitei reținute în martensita 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 germenilor).

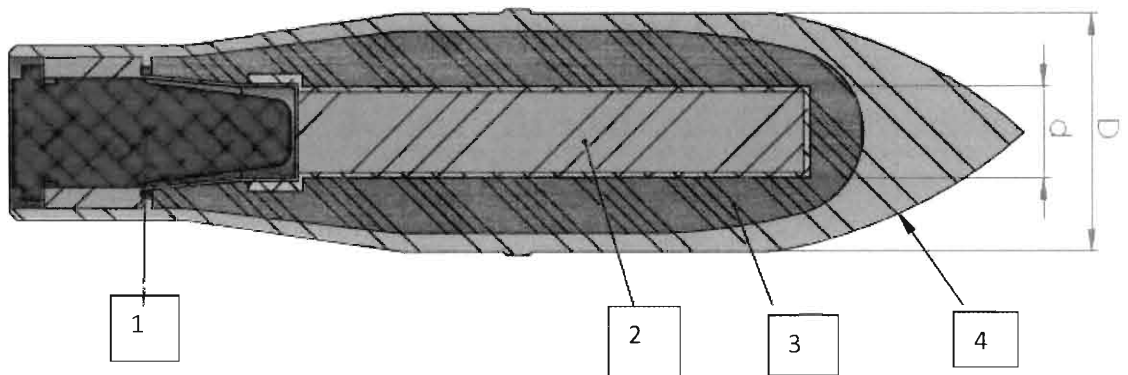


Fig.1. -Componentă de luptă perforant-termobarică (secțiune)

- 1 – focos de fund cu întârziere de tip MD-8*
- 2 – teacă cu exploziv de diseminare*
- 3 – amestec termobaric*
- 4- anvelopă perforantă*

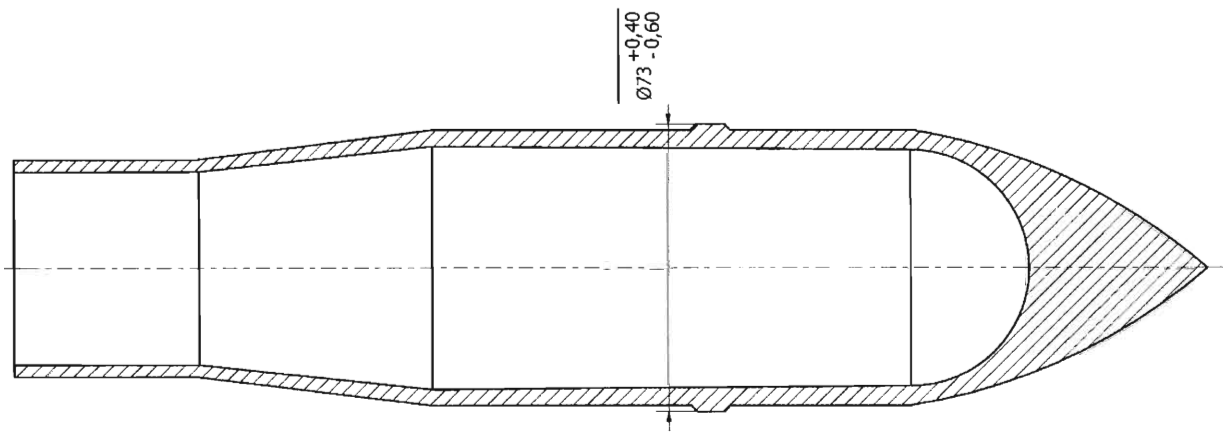


Fig.2. -Reprezentarea schematică a corpului (anvelopa) proiectilului perforant termobaric (poziția 4 din Fig.1)

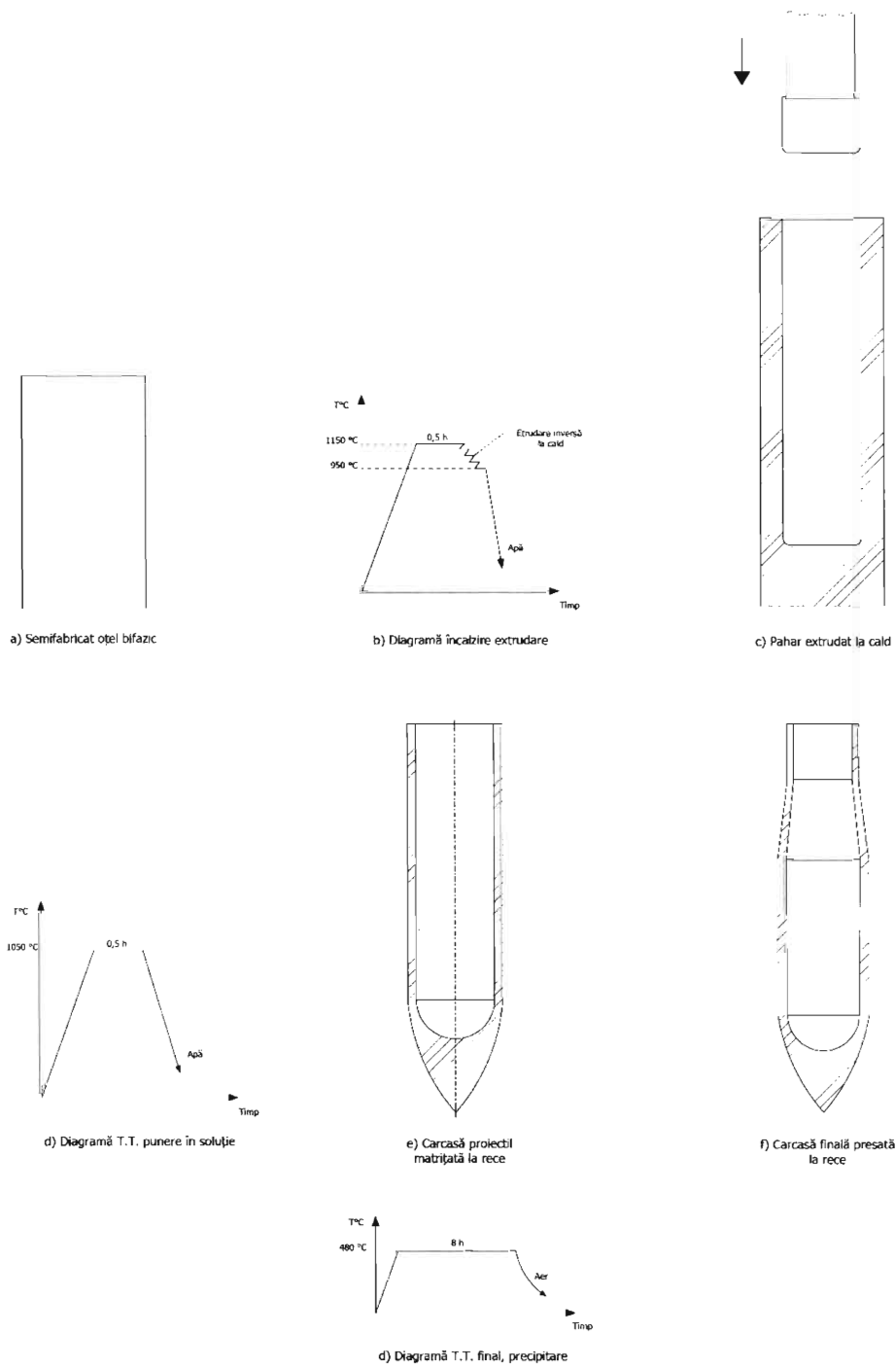


Fig. 3 – Traseul tehnologic de fabricație al corpului proiectilului termobaric

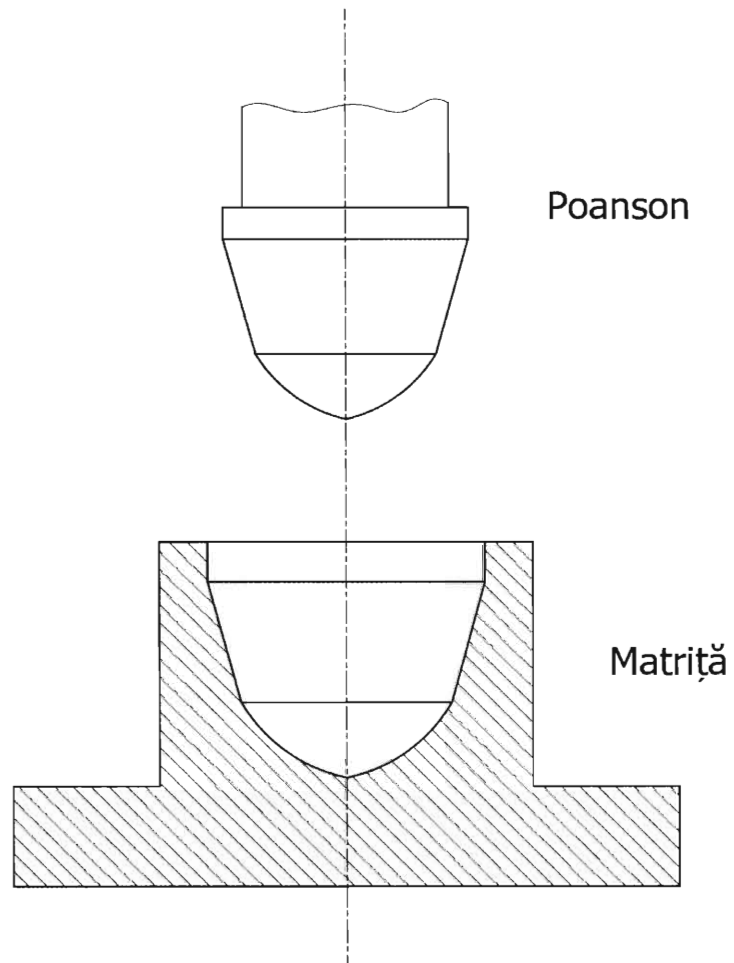


Fig. 4 – Ansamblu matriță pentru lărgirea diametrului interior și formarea vârfului ogival