



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00993**

(22) Data de depozit: **16/12/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/06/2019** BOPI nr. **6/2019**

(41) Data publicării cererii:
30/05/2014 BOPI nr. **5/2014**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
TIMIȘOARA, PIAȚA VICTORIEI NR.2,
TIMIȘOARA, TM, RO**

(72) Inventatori:
• **ICLANZAN TUDOR ALEXANDRU,
PIAȚA VICTORIEI NR. 5, SC. D, AP. 2,
TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **STAN DANIEL VOICU, STR. MĂGURA
NR. 8/B/04, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **TULCAN AUREL, STR. TIMIȘ NR.12,
BL.36, SC.D, AP.34, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **COSMA CRISTIAN, STR. ZARANDULUI
NR. 67, SAT NADAB, AR, RO;**

• **DUME ADRIAN ILIE,
ALEEA STUDENȚILOR NR. 2, BL. G25,
ET. 1, AP. 107, TIMIȘOARA, TM, RO;**
• **TULCAN LILIANA GEORGETA,
STR. TIMIȘ NR. 12, BL. 36, SC. D, ET. 9,
AP. 34, TIMIȘOARA, TM, RO**

(74) Mandatar:
**CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ TUDOR ICLĂNZAN,
PIAȚA VICTORIEI NR.5, SC.D, AP.2,
TIMIȘOARA, TM**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 122811 B1; EP 2471644 (A1)

(54) **MATRIȚĂ ȘI PROCEDEU DE INJECTARE A PIESELOR
MINIATURALE**



RO 129443 B1

1 Invenția se referă la domeniul fabricației pieselor miniaturale din materiale polimerice, prin procedeul de injectare în matriță, folosind activarea procesului cu ultrasunete.

3 Realizarea pieselor din materiale polimerice de dimensiuni mici și foarte mici, prin injectare în matrițe, este legată de o serie de dificultăți tehnologice care impun limite procedurii, respectiv, adoptarea unor soluții constructive și funcționale speciale și costisitoare. Dificultatea majoră în procesele de microinjectare este legată de condițiile dificile de curgere și umplere adecvată a cavităților unei matrițe (cuiburilor) de materialul polimeric topit, astfel ca să se poată asigura forma și dimensiunile piesei injectate. Cu cât spațiile de curgere a materialului polimeric sunt mai mici, cu atât viteza de solidificare a materialului polimeric topit, în contact cu pereții reci ai matriței, este mai mare, și poate să apară așa-zisa "sigilare" chiar înaintea umplerii corecte a cuiburilor. De asemenea, pentru piesele de dimensiuni foarte mici, există dificultăți în expulzarea lor din cavitățile de formare, dispozitivele cunoscute fiind în majoritatea cazurilor neaplicabile.

15 Piese miniaturale din materiale polimerice se regăsesc cu precădere în domenii ca tehnica medicală, biotehnologie sau componente plastice pasive, pentru rețele optice. Exemplele includ micromotoare și roți dințate, comutatoare optice, senzori ai glicemiei și ai tensiunii arteriale, precum și componente pentru chirurgia minimal invazivă.

17 Piese miniaturale, conform prezentei invenții, sunt din materiale polimerice termoplastice, care pot fi configurate la forme predominant 2D, cu dimensiuni maxime de 10 mm și grosimi până la 1 mm, sau la forme 3D, tridimensionale, cu dimensiuni maxime până la 21 5 mm, iar greutatea pieselor situându-se la maximum 5 g.

23 Ultrasunetele folosite în activarea procesului de injectare în matrița conform invenției sunt cele de joasă frecvență, cuprinse între 20 și 50 KHz, cu puteri pe transductor între 50 și 500 W, și densități de putere pe suprafețele active cuprinse între 5 și 100 W/cm². Pentru activarea cu ultrasunete a procesului de injectare sunt folosite convertoare ultrasonice alcătuite din transductoare prevăzute cu concentratoare adaptoare de undă, ansamblul lor fiind dimensionat pe direcția de propagare a ultrasunetelor, astfel încât să realizeze dimensiuni multiplu de $\lambda/2$, care sunt compatibile cu funcționarea în regim de rezonanță, cu materializarea la capetele ansamblului a unor ventre de vibrație, iar între acestea a unor noduri, care permit fixarea ansamblului de structura mecanică de activare. Concentratoarele adaptoare de undă sunt realizate din oțel, titan sau aliaje de aluminiu. Transductoarele de tip electrostrictiv sunt realizate din materiale piezoceramice (în special zirconat-titanat de plumb), iar cele de tip magnetostrictiv, din materiale feromagnetice (în special nichel).

31 Acțiunea ultrasunetelor asupra materialelor polimerice termoplastice se materializează într-o primă fază prin topirea materialului, iar în faza topită și de curgere a acestuia, prin efectul ultrasonic termopelicular, care constă în creșterea temperaturii în volumul materialului activat și, ca atare, reducerea viscozității acestuia, și prin reducerea coeficientului de frecare între materialul topit și suprafețele metalice în contact cu el în timpul curgerii [1], [2], 33 [3], [4].

35 Se cunosc mai multe matrițe de injectat piese din materiale polimerice, care folosesc energia ultrasunetelor pentru activarea procesului.

37 Invenția **RO 122811 B1/2010** descrie o matriță pentru injectarea pieselor de dimensiuni mici și foarte mici, în care un ansamblu ultrasonic, constituit din transductor și concentrator, are la capătul activ atașată placa portcuib, iar o piesă rezonantă, de lungime compatibilă cu ansamblul rezonant determinat de transductor și concentrator, are atașată, la capătul dinspre planul de separație, o placă purtând orificiul de injectare. Ansamblul determinat de transductor-concentrator și piesa rezonantă, cuprins în construcția unei matrițe de concepție clasică, asigură activarea ultrasonică în zona terminală de injectare, și în cuiburi

RO 129443 B1

a materialului polimeric topit, provenit de la duza mașinii de injectat. Activarea zonei active de formare în cuiburi împiedică solidificarea prematură a pieselor de dimensiuni mici, și asigură o mai bună fluiditate a materialului topit, prin spații de curgere de dimensiuni reduse. Dezavantajul soluției tehnice a invenției constă în faptul ca aceasta nu înlătură utilizarea mașinii de injectat, și impune injectarea laterală.

Invenția **US 6464485 B1/2002** descrie construcția unei matrițe destinată obținerii prin injectare a unor discuri optice de precizie, în care, pentru favorizarea curgerii materialului polimeric topit prin spațiile matriței, și asigurarea preciziei și calității discului optic injectat, folosește activarea cu ultrasunete și dimensiuni compatibile în $\lambda/2$ pe direcție longitudinală a elementelor constructive ale matriței. Dezavantajul soluției tehnice a invenției constă în faptul că aceasta nu înlătură utilizarea mașinii de injectat.

Invenția **RO 123400 B1/2012** descrie o matriță de injectat cu canale calde, în care un convertor ultrasonic transductor-concentrator este încorporat în construcția matriței, astfel încât realizează activarea ultrasonică a materialului polimeric în zona duzei finale, în vecinătatea imediată a cuiburilor. Dezavantajul soluției tehnice a invenției constă în faptul că ea nu înlătură utilizarea mașinii de injectat și necesitatea unui număr de convertoare egal cu numărul de cuiburi, ceea ce exclude practic utilizarea ei eficientă în cazul injectării pieselor miniaturale.

Invenția **EP 2471644 A1/2010** descrie o matriță în care sunt folosite două convertoare ultrasonice transductor-concentrator. Primul convertor utilizat la partea superioară are rolul de a debita semifabricatul polimeric din banda continuă și, după aceea, îl presează și-l topește, injectându-l într-un spațiu tehnologic din semimatrița superioară, pentru distribuție către cuiburile de formare a pieselor din semimatrița inferioară. Un al doilea convertor ultrasonic transductor-concentrator activează spațiul tehnologic de distribuție a polimerului topit din partea semimatriței inferioare, asigurând astfel o curgere eficientă către cuiburi. Matrița conform invenției elimină necesitatea mașinii de injectat, dar are dezavantajul că activarea ultrasonică suplimentară se produce în spațiul tehnologic de distribuție, și nu în zona cuiburilor, ceea ce afectează eficiența activării pe măsură ce piesele sunt mai miniaturale.

Problema pe care o rezolvă invenția este aceea de a realiza o matriță de injectare destinată fabricării de calitate a pieselor miniaturale, care să evite pericolul solidificării necontrolate a materialului în spațiile reduse de curgere, care să funcționeze fără utilizarea mașinilor pentru preparare și injectare a materialelor polimerice, și care să asigure un ciclu de injectare cât mai scurt.

Matrița și procedeul de injectare a pieselor miniaturale, conform invenției, înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că este alcătuită dintr-un subansamblu mobil superior, care include, prin fixare în zona nodală de oscilație, un corp rezonator în $\lambda/2$, și care la interior asigură, printr-un ajustaj alunecător, deplasarea ghidată a unui concentrator adaptor de undă în $\lambda/2$, atașat unui convertor ultrasonic deplasabil. Concentratorul adaptor de undă în $\lambda/2$ execută, în timpul deplasării spre interiorul matriței, decuparea unei porțiuni din materialul polimeric sub formă de bandă, ce este introdus pe lateral într-un spațiu creat sub concentrator, și la orificiul de intrare într-o pastilă atașată prin înșurubare la capătul corpului rezonator, și care poartă orificiul central de injectare în cuiburi. După decupare, sub acțiunea energiei ultrasonice, materialul polimeric se topește și este injectat către o pastilă inferioară care poartă cuiburile pieselor. Pastila inferioară, cu cavitățile cuiburilor, este atașată prin înșurubare pe extremitatea superioară a concentratorului unui al doilea convertor ultrasonic, fixat în zona nodală a concentratorului, în ansamblul inferior fix al matriței, similar cu soluția tehnică prezentată în **RO 122811 B1/2010**. Deplasarea ansamblului superior al matriței, în raport cu ansamblul inferior fix, este ghidată prin coloane de ghidare. Activarea ultrasonică

RO 129443 B1

1 a pastilei inferioare, care conține cuiburile, asigură energia necesară producerii efectului
ultrasonic termopelicular pe tot traseul de curgere, împiedicând solidificarea necontrolată,
3 și asigurând umplerea corectă a cavității cuiburilor, cu efecte benefice pentru omogenizarea
materialului, respectarea condițiilor de calitate și minimalizarea timpului de injectare. Pentru
5 funcționarea corectă în regim de rezonanță a corpurilor concentratoarelor activate ultrasonic,
acestea sunt dimensionate astfel încât să reproducă o structură longitudinală, de lungime
7 compatibilă cu frecvența oscilației de activare, adică de lungime egală cu un multiplu de $\lambda/2$,
și materializarea ventrului de oscilație în planul cuiburilor și al nodurilor în zonele de fixare
9 în matriță. Activarea ultrasonică a celor două convertoare este asigurată de un generator sau
de două generatoare de ultrasunete, astfel încât să se asigure condiții optime de curgere,
11 timp minim de umplere și îndesare, și, în final, evacuarea pieselor injectate din cuib, prin
vibrare. Astfel, activarea ultrasonică începe cu convertorul mobil superior, după care începe
13 activarea ultrasonică a convertorului ultrasonic inferior, perioadele de activare putând fi con-
secutive sau parțial suprapuse. După injectarea și umplerea cuiburilor, în perioada de răcire
15 și solidificare în matriță a pieselor, activarea ultrasonică este oprită, iar un sistem de răcire
cu circulație de lichid de răcire prin canale, în concentratorul convertorului inferior, asigură
17 solidificarea rapidă a materialului în cavitățile matriței. La finalul ciclului de injectare, în faza
de deschidere a matriței, se pornește din nou activarea ultrasonică a convertorului ultrasonic
19 inferior, pentru ca, prin vibrarea pastilei cu cuiburi, în poziția deschisă a matriței, să se
asigure expulzarea pieselor injectate (diagrama ciclului de injectare din fig. 4). Pastilele din
21 partea superioară și partea inferioară, atașate la capătul corpului rezonator, respectiv, la
capătul concentratorului convertorului ultrasonic inferior, au dimensiuni corelate cu corpul,
23 respectiv, concentratorul pe care se montează prin înșurubare, astfel ca, împreună cu
acestea, să îndeplinească o condiție de compatibilitate a lungimii ansamblului rezonator
25 (multiplu de $\lambda/2$), și pot fi configurate la interior astfel încât să asigure o injectare cu distribuție
radială în cuiburi (fig. 2), sau cu o distribuție centrală în cuiburi (fig. 3), similar soluției
27 prezentate în invenția **RO 122811 B1/2010**.

Matrița și procedeul de injectare a pieselor miniaturale, conform invenției, prezintă
29 următoarele avantaje:

- 31 - asigură injectarea pieselor miniaturale fără utilizarea mașinilor de injectat de con-
strucție clasică, sau adaptată microinjectărilor, care sunt costisitoare și voluminoase;
- 33 - asigură evitarea solidificării necontrolate a materialului injectat în matriță, la reali-
zarea pieselor miniaturale care se pot răci înainte de terminarea procesului de injectare, sau
la pauze între cicluri;
- 35 - asigură reducerea duratei ciclului de injectare și, deci, optimizarea procesului;
- 37 - asigură evacuarea ușoară a pieselor injectate din matriță, și respectarea condițiilor
de calitate și precizie impusă acestora.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu figurile ce
39 reprezintă:

- 41 - fig. 1, secțiune longitudinală prin matriță;
- 41 - fig. 2, secțiune detaliu în zona cuiburilor, variantă cu rețea de distribuție radială;
- 43 - fig. 3, secțiune detaliu în zona cuiburilor, variantă cu rețea de distribuție centrală;
- 43 - fig. 4, diagrama ciclului de injectare.

Matrița de injectare a pieselor miniaturale, conform invenției, este o construcție de
45 tip sandviș, clasică, fiind constituită dintr-un subansamblu pachet de plăci mobil superior **1**,
care se deplasează, pentru închidere și deschidere, în raport cu un subansamblu pachet de
47 plăci fix inferior **3**, ghidat fiind de niște coloane de ghidare **2**. Un ansamblu convertor ultra-
sonic **US1 4**, format din transductor și concentrator, alimentat de la un generator de ultra-
49 sunete, realizează activarea ultrasonică a unui concentrator adaptor de undă **6**, de tip

RO 129443 B1

cilindric în trepte, care se deplasează ghidat pe porțiunea nodală, într-un ajustaj alunecător în interiorul unui corp rezonator **5** de lungime $\lambda/2$, fixat în zona sa nodală de flanșă, în subansamblul pachet de plăci mobil superior **1** al matriței. Lungimea de $\lambda/2$ a corpului rezonator **5**, rezultată din dimensionarea pe frecvența ultrasonică de lucru, asigură menținerea ventrului de amplitudine pentru oscilațiile ultrasonice în zona planului de separație a matriței în poziția ei închisă. Pe partea laterală a corpului rezonator **5** se află un orificiu care asigură introducerea în interiorul corpului rezonator **5** și sub capătul concentratorului adaptor de undă **6** a materialului polimeric de injectat, sub forma unei benzi **7**. Capătul corpului rezonator **5** este constituit dintr-o pastilă superioară **9**, fixată prin înșurubare, și care conține în dreptul concentratorului adaptor de undă **6** o cavitate cilindrică prelungită cu una conică, ce asigură pe de o parte muchii tăietoare pentru capătul concentratorului adaptor de undă **6**, care va decupa o porțiune din banda polimerică **7**, iar pe de altă parte să dirijeze materialul polimeric prin duza conică, spre planul de separație și rețeaua de injectare în urma topirii acestuia sub acțiunea energiei ultrasonice emisă prin capătul concentratorului adaptor de undă **6**. În partea inferioară a planului de separație se găsește capătul activ al unui convertor ultrasonic **US2 8**, constituit dintr-o pastilă inferioară **10**, fixată prin înșurubare, și care poartă pe suprafața ei superioară rețeaua de distribuție și cavitățile cuiburilor în care este injectat materialul polimeric topit, și în care se configurează la solidificare, în timpul răcirii, piesele miniaturale. Convertorul ultrasonic **US2 8** este fixat în zonă nodală de flanșă a concentratorului, într-un subansamblu pachet de plăci fix **3**, care constituie partea inferioară a matriței, iar convertorul ultrasonic **US2 3** este alimentat de un generator de ultrasunete sau de același generator de ultrasunete ca și convertorul ultrasonic **US1 4**.

În poziție deschisă a matriței, ansamblul convertor ultrasonic **US1 4** este retras și neactivat ultrasonic, la fel fiind neactivat și ansamblul convertor ultrasonic **US2 8**. La începerea ciclului de injectare, subansamblul pachet de plăci mobil superior **1** se deplasează, închizând matrița la nivelul planului de separație prin presare pe subansamblul pachet de plăci inferior fix **3**, astfel încât concentratorul ansamblului convertor **8** cu pastila inferioară **10** să fie în contact și prelungire cu pastila superioară **9** și corpul rezonant **5**, astfel încât pe direcția longitudinală și de injectare să se reproducă un front de undă a vibrațiilor ultrasonice, care localizează ventrul de oscilație la nivelul rețelei și cuiburilor de injectare din pastila inferioară **10**, și nodurile de vibrație în zonele de fixare între plăci a convertorului ultrasonic **8** și a corpului rezonant **5**. În această fază se produce activarea ultrasonică a convertoarelor **4** și apoi **8**, convertorul **4**, fiind acționat, coboară, și prin acțiunea concentratorului adaptor de undă **6**, ghidat în interiorul corpului rezonant **5**, să se realizeze decuparea unei porțiuni de material din banda **7**, plastifierea ei sub acțiunea ultrasunetelor, și injectarea și îndesarea în cuiburile de formare a pieselor miniaturale, în condițiile unei activări ultrasonice bilaterale și independente una față de cealaltă. Activarea ultrasonică bilaterală este oprită la finalul umplerii cavităților, urmând ca lichidul de răcire care circulă prin canale practicate în concentratorul ansamblului convertor ultrasonic **8** și sub pastila inferioară **10** să asigure o solidificare rapidă a pieselor miniaturale în cuiburi. În momentul deschiderii matriței, prin retragerea subansamblului pachet superior mobil **1** și a convertorului ultrasonic **4**, se pornește din nou și pentru scurt timp, sub formă de impuls, activarea ultrasonică a convertorului ultrasonic **8**, ce va produce vibrarea necesară desprinderii pieselor miniaturale din cavitățile cuiburilor. Pentru configurația pastilelor **9** și **10**, care alcătuiesc zona de injectare și rețeaua de distribuție cu cuiburile aferente, se pot practica fie varianta injectării centrale, cu distribuție radială spre cuiburi (fig. 2), fie varianta injectării multipunct, pe verticală, direct în cuiburile matriței (fig. 3).

Revendicări

1

3 1. Matriță de injectare a pieselor miniaturale, formată dintr-un subansamblu pachet
superior mobil (1), care se deplasează ghidat prin niște coloane de ghidare (2) în raport cu
5 un subansamblu pachet inferior fix (3), niște ansambluri convertoare ultrasonice, formate din
7 transductoare și concentratoare cilindrice în trepte, fixate în zonele nodale ale concentra-
toarelor, în subansamblul pachet superior mobil (1) și, respectiv, în subansamblul pachet
9 inferior fix (3), un corp rezonator (5) fixat nodal în subansamblul pachet superior mobil (1)
11 al matriței având o lungime în $\lambda/2$ corespunzătoare frecvenței de vibrație a unui convertor
ultrasonic (US2) fix, o pastilă superioară (9), atașată prin înșurubare la capătul corpului rezo-
nator (5), prevăzută cu niște canalele de distribuție, și o pastilă inferioară (10), prevăzută cu
13 niște cuiburi, fixată la partea superioară a ansamblului convertor ultrasonic (US2), **caracteri-
zată prin aceea că**, la partea superioară, este prevăzută cu un concentrator adaptor de undă
(6) cilindric în trepte, activat ultrasonic de un convertor ultrasonic (US1), cu un concentrator
15 (4) în vederea deplasării prin corpul rezonator (5), pentru decuparea unei pastile dintr-o
bandă polimerică (7) pe care o plastificază și o injectează prin canalele de distribuție ale
17 pastilei superioare (9), în cuiburile pastilei inferioare (10).

19 2. Matriță de injectare a pieselor miniaturale, conform revendicării 1, **caracterizată
prin aceea că** zona activă de injectare este formată dintr-un canal central cilindric de decu-
pare, prelungit cu un canal conic de injectare centrală, dispus în zona de amplitudine maximă
21 a vibrațiilor ultrasonice.

23 3. Matriță de injectare a pieselor miniaturale, conform revendicării 1, **caracterizată
prin aceea că** zona activă de injectare este formată din niște canale de distribuție în cuiburi,
și cuiburile propriu-zise sunt dispuse în zona de amplitudine maximă a vibrațiilor ultrasonice.

25 4. Matriță de injectare a pieselor miniaturale, conform revendicării 1, **caracterizată
prin aceea că** ansamblul constituit din convertorul ultrasonic (US1), concentratorul (4) și
27 concentratorul adaptor de undă (6) execută o mișcare de deplasare de du-te-vino în lungul
axei matriței, prin acționare mecanică, iar injectarea propriu-zisă este realizată ca urmare a
29 unei mișcări independente, realizate de ansamblul convertor ultrasonic (US1), care, prin
intermediul concentratorului adaptor de undă (6), este ghidat în corpul rezonant (5) printr-un
31 ajustaj alunecător.

33 5. Procedeu de injectare a pieselor miniaturale cu matrița de la revendicarea 1,
caracterizat prin aceea că se desfășoară în următoarele etape:

35 - se închide matrița la nivelul planului de separație, prin deplasarea subansamblului
pachet superior mobil (1);

37 - se declanșează emisia ultrasunetelor în convertorul ultrasonic superior (US1), simul-
tan cu coborârea acestuia, astfel încât capătul inferior al concentratorului de undă (6) să
acționeze prin presare, pentru decuparea unui volum de material din banda (7) din material
39 polimeric;

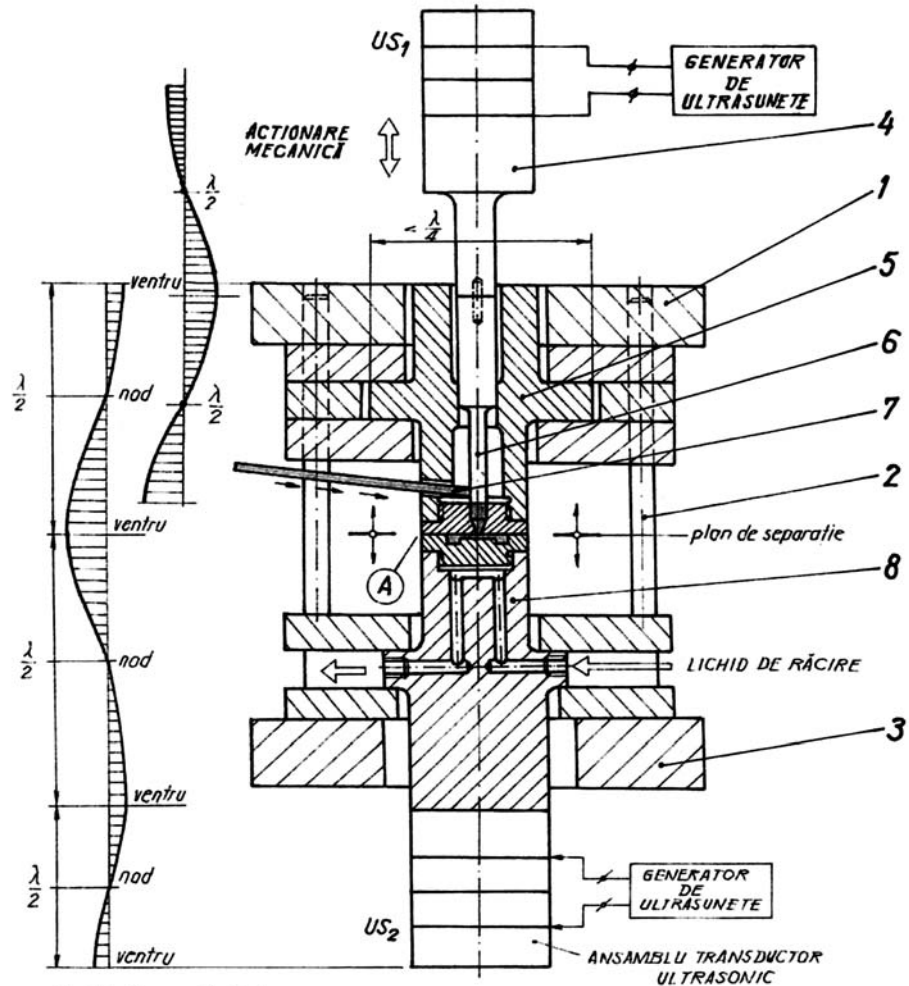
41 - se presează materialul decupat în spațiul cuibului de matriță format din pastila supe-
rioară (9) și pastila inferioară (10), simultan cu plastifierea materialului decupat sub acțiunea
ultrasunetelor;

43 - se declanșează emisia ultrasunetelor de către convertorul ultrasonic inferior (US2),
pentru activarea pastilei inferioare (10);

45 - se realizează injectarea, îndesarea și omogenizarea materialului polimeric sub
acțiunea combinată și simultană a activării ultrasonice a convertoarelor ultrasonice (US1 și
47 US2), care sunt funcțional corelate să realizeze un ventru de oscilație ultrasonică la nivelul
planului de separație a matriței;

RO 129443 B1

- se decuplează convertorul ultrasonic superior (**US1**) și apoi cel inferior (**US2**), la sfârșitul injectării și omogenizării; 1
- se realizează răcirea în matriță, răcire care este accelerată datorită unui lichid de răcire care circulă prin canale în concentratorul ansamblului convertor, la nivelul planului de separație al matriței, și la capătul concentratorului adaptor de undă (**6**); 3 5
- se deschide matrița prin retragerea subansamblului pachet mobil (**1**) și a convertorului ultrasonic superior (**US1**); 7
- se evacuează piesele din matriță cu ajutorul emisiei unui impuls de ultrasunete al convertorului ultrasonic inferior (**US2**). 9



Distributia amplitudinii
frantului de undă US

Fig. 1

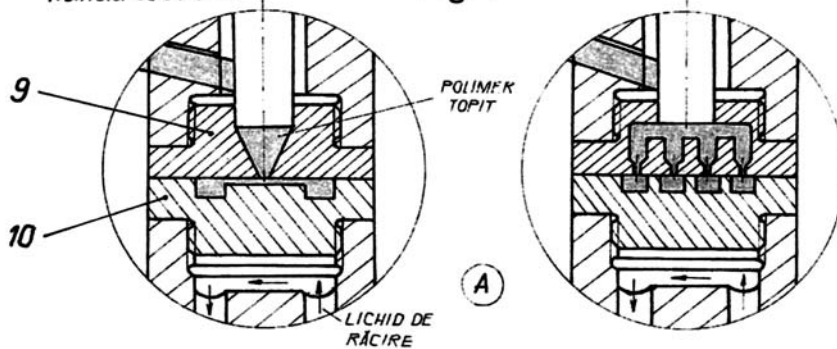


Fig. 2

Fig. 3

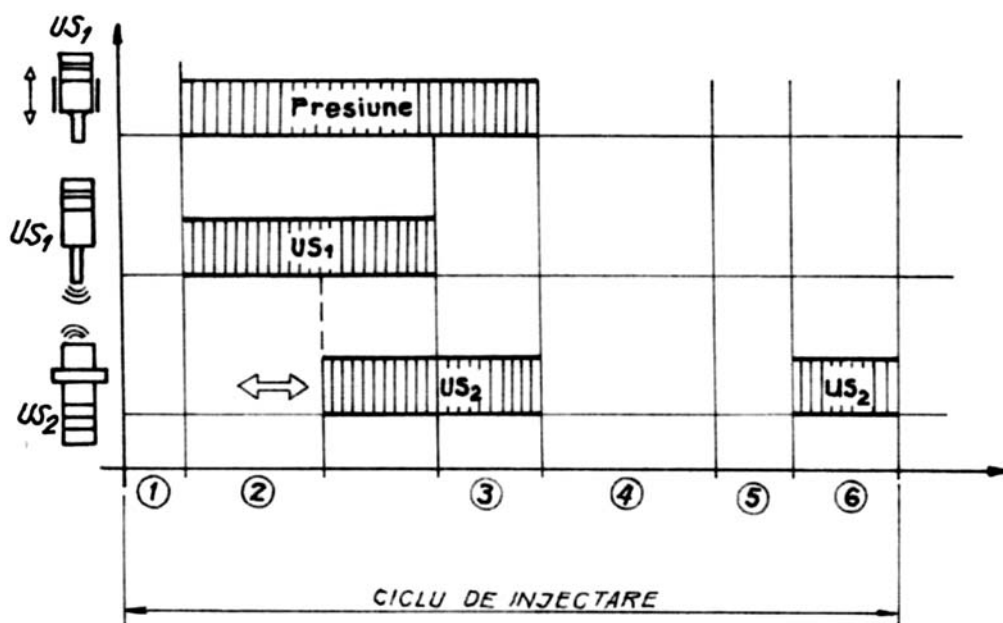


Fig. 4

