



(12)

## BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2015 00901**

(22) Data de depozit: **26/11/2015**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28/12/2018** BOPI nr. **12/2018**

(41) Data publicării cererii:  
**29/04/2016** BOPI nr. **4/2016**

(73) Titular:  
• **RUGESCU DRAGOȘ RADU DAN,**  
**STR. PICTOR OCTAV BĂNCILĂ NR. 18,**  
**SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:  
• **RUGESCU DRAGOȘ RADU DAN,**  
**STR. PICTOR OCTAV BĂNCILĂ NR. 18,**  
**SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:  
**US 3230704; US 3151446;**  
**US 20130298523 A1; US 3094072**

(54) **MOTOR RACHETĂ CU AJUTAJ LIBER**



# RO 131056 B1

1           Invenția se referă la un motor rachetă din domeniul sistemelor de propulsie ce  
funcționează pe principiul propulsiei rachetă, adică al reacției directe, pentru utilizări spațiale,  
3           militare și civile comerciale.

5           În acest domeniu invenția revendică un motor rachetă cu durată medie de  
funcționare, de câteva minute, în timpul căreia realizează ascensiunea atmosferică a unui  
7           vehicul la înălțimi variabile, din atmosfera densă până în afara acesteia, la înălțimi foarte  
mari, funcționând cu propulsant lichid, solid sau combinat, și având capacitatea de auto-  
9           adaptare prin destinderea optimală a gazelor de ardere, până la presiunea atmosferei încon-  
jurătoare, grație ajutorului axial-simetric cu perete exterior fluid liber, și peretele interior pro-  
11          filat optim și, eventual, scurtat. Estimările numerice arată că ascensiunea extraatmosferică  
a unui vehicul propulsat cu un astfel de motor poate duce la economii de peste 5% ale masei  
13          de propulsant consumat, sau la un spor considerabil de viteză caracteristică pentru o  
aceeași masă de propulsant consumat. Aceste economii conduc la reducerea costului  
15          zborului spațial, militar sau comercial, obiectiv prioritar în prezenta cercetare științifică  
europeană și internațională. Diferența principală dintre construcția motorului rachetă în  
17          versiunile cu propulsant lichid și solid constă în amplasarea injectoarelor pe chiulase, pentru  
pulverizarea lichidului, și în utilizarea lichidului pentru răcirea învelișului motorului în primul  
19          caz, iar în invenție se revendică ambele tipuri de construcții.

21          Motoarele rachetă cu ajutaje inelare cunoscute, care lucrează cu propulsanți lichizi,  
au dezavantajul că sunt prevăzute cu camere de ardere, de asemenea, inelare, ce au  
23          volumul insuficient pentru combustia completă a componentelor propulsantului. Din acest  
motiv și din cauza altor dezavantaje ale motoarelor inelare cunoscute, acestea nu au fost  
25          niciodată construite pe scară industrială, iar versiunea cu propulsant solid, destinată testelor  
pe standul de probă, nu apare deloc menționată în publicațiile accesibile.

27          Din brevetul **US 6487844** se cunoaște un micro-motor rachetă de unică folosință, cu  
ajutaj denumit Aerospikes, plan neinelar, cu corp central plan neprofilat, propus pentru  
29          utilizare ca micropropulsor pentru crearea prin autodistrugere a unui microimpuls de  
comandă a atitudinii aparatelor spațiale. În acel brevet nu s-a căutat minimizarea masei  
31          motorului, astfel încât construcția este deosebit de ineficientă și, foarte important,  
nereutilizabilă. Astfel, pentru crearea repetată a microimpulsurilor de orientare este necesară  
33          amplasarea unui număr mare de astfel de micropropulsoare care se folosesc succesiv, după  
distrugerea fiecăruia, ceea ce duce la un consum sporit de masa pasivă a aparatului spațial,  
însoțit de costuri mari.

35          Din documentul **US 3230704** se cunoaște un motor de rachetă cu propulsanți lichizi,  
ce prezintă o cameră de combustie cu pereți dubli, pentru a putea fi răciți în contracurent,  
37          alimentată prin niște canalizații cu propulsantul A lichid, și terminată într-un ajutaj de Laval  
ce formează un ajutaj inelar cu o tijă centrală terminată cu un bulb conic la ieșire, de  
39          asemenea, cu pereți dubli. Interstițiul dintre pereții exteriori camerei de combustie este  
alimentat la baza acesteia, printr-o rampă, răcirea fiind făcută în contracurent cu componenta  
41          A lichidă a propulsantului. Propulsantul A trece prin niște injectoare montate la partea  
superioară a camerei de combustie. Prin tija centrală și coaxială camerei de combustie se  
43          debitează componenta B lichidă a propulsantului printr-o canalizație în legătură cu o rampă  
de alimentare și niște injectoare, sau direct prin niște injectoare, tot la partea superioară a  
45          camerei de combustie. După ardere, gazele părăsesc camera de combustie printr-un ajutaj  
inelar.

# RO 131056 B1

Din brevetul **US 3151446** se cunoaște un motor de rachetă cu propulsanți lichizi, care, într-o variantă constructivă, are în compunere o cameră de combustie situată central și coaxial chiar în ajutorul de expansiune, și care prezintă fiecare pereți dubli, prin care circulă cele două componente ale propulsantului, ambele în contracurent. Peretele exterior al camerei de combustie formează o buză circulară și, totodată, un ajutor inelar la baza ajutorului divergent. Peretele poate avea o formă cilindrică, de preferat tronconică, iar la capătul din spate al camerei sunt amplasate niște injectoare prin care sunt introduși propulsanții lichizi A și B în camera de ardere.

Din brevetul **US 20130298523 A1** se cunoaște un motor de rachetă cu forță de împingere constantă, așa-zis „aerospike”, ce are în compunere un perete lateral exterior, cu care formează o cameră de combustie inelară, situată central și coaxial cu un corp central, profilat și concentric cu peretele lateral cu care, prin deplasarea axială a corpului central profilat, formează o secțiune critică a ajutorului inelar ejector variabil.

Deplasarea axială este determinată ca funcție de poziția relativă dintre cele două elemente, pentru a produce o variație a secțiunii critice a ajutorului inelar.

Din brevetul **US 3094072** se cunoaște un motor de rachetă cu ajutor liber, care, într-o variantă, este constituit dintr-o cameră de ardere cilindrică, închisă la un capăt, iar la celălalt este montat culisant un sector inelar cu care formează un ajutor efuzor inelar de tip „spike”. În interiorul camerei de ardere se află un baton cilindric de combustibil solid, gazele arse plecând radial prin niște orificii laterale, prevăzute pe peretele exterior al camerei de ardere, într-o a doua cameră formată cu sectorul inelar, și mai departe, prin orificiul inelar al ajutorului efuzor de tip „spike”, a cărui secțiune critică variază prin culisarea în lungul axei camerei de ardere a sectorului inelar, sub acțiunea unor pistoane sau a unor sisteme cu arcuri tensionate cu niște șuruburi și piulițe dispuse echidistant pe exteriorul camerei de ardere.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în utilizarea unei camere de combustie cu volum mare, spre a permite combustia completă a propulsantului lichid, și a mări astfel randamentul termic al motorului, amenajarea ajutorului inelar liber într-o construcție cu pereți subțiri dubli, rigidizați prin nervuri longitudinale, ce reduce masa motorului și poate fi protejată termic prin răcire intensă regenerativă, ajutată prin acoperire cu material ceramic, rezemarea corpului central al ajutorului prin intermediul tijelor răcite sau protejate, răcirea corpului central fiind practică separat de răcirea camerei de ardere, prin circulația independentă a componentei minoritare a lichidului propulsant între pereții corpului central al ajutorului liber. În acest fel motorul propus este reutilizabil și foarte eficient ca impuls specific ridicat, și masa proprie redusă.

În versiunea cu propulsant lichid motorul rachetă cu ajutor liber are construcția de tip monobloc, nedemontabilă, realizată din repere lipite tare, și permite răcirea întregii suprafețe a pereților de rezistență, prin circulația forțată a celor două componente ale propulsantului lichid, înainte de introducerea acestuia prin injectoare în camera de combustie. Deoarece componentele lichide ale propulsantului se consumă în cantități diferite, pentru asigurarea combustiei optime în camera de ardere, una dintre componente este dominantă ca masă, și este utilizată pentru răcirea pereților camerei de combustie ce au o suprafață, de asemenea, dominantă, iar componenta a doua, minoritară, este utilizată pentru răcirea suprafeței corpului central al ajutorului liber, care este considerabil mai redusă, ceea ce de altfel explică masa mai redusă a acestui motor rachetă cu ajutor liber, față de cea a motoarelor rachetă convenționale, cu ajutor tubular tip Laval, a căror suprafață laterală este proporțională cu perimetrul și, astfel, de peste 5 ori mai mare.

În versiunea cu propulsant solid, motorul rachetă cu ajutor liber are construcția în cea mai mare parte demontabilă, și are suprafața interioară, a peretelui subțire al camerei și corpului central al ajutorului liber, protejată printr-un strat subțire de material ceramic refractar și slab conducător de căldură, construcția fiind deosebit de ușoară, și, în exemplul de

# RO 131056 B1

1 realizare, are ajutorul liber reglabil, cu secțiunea critică ce poate fi modificată prin avansul  
sau retragerea corpului central cu ajutorul unui șurub micrometric, acționat manual, la  
3 asamblarea motorului, sau electric, prin telecomandă. Motorul este destinat standului de  
probă.

5 Caracteristica eficientă de altitudine a motorului cu ajutoraj liber, care produce la toate  
altitudinile de zbor un impuls specific maxim posibil, prin destindere adaptată la presiunea  
7 atmosferică locală, este astfel exploatată cu deosebită eficacitate, printr-o construcție mai  
simplă decât a motoarelor rachetă convenționale.

9 Se dau în continuare trei exemple de realizare a motorului rachetă cu ajutoraj liber, în  
legătură cu fig. 1...5, care reprezintă:

11 - fig. 1, secțiune longitudinală prin exemplul de realizare a motorului rachetă cu ajutoraj  
liber, cu propulsant lichid bicomponent, cu corp central prevăzut cu a doua chiulasă cu  
13 injectoare în contracurent, cu tije de rezemare laterale și cu înveliș integral răcit;

15 - fig. 2, secțiune transversală prin camera de combustie a exemplului de realizare  
redat longitudinal în fig. 1, pe traseul marcat pentru secționare longitudinală;

17 - fig. 3, secțiune longitudinală prin exemplul de realizare a motorului rachetă cu ajutoraj  
liber, cu propulsant lichid bicomponent, cu corp central rezemat longitudinal și lateral, și cu  
înveliș integral răcit;

19 - fig. 4, învelișul prevăzut cu nervuri longitudinale de rigidizare, și canale longitudinale  
de răcire cu lichid;

21 - fig. 5, secțiune longitudinală prin motorul rachetă cu ajutoraj liber, cu propulsant solid  
și ajutoraj cu secțiune critică variabilă.

23 Într-un prim exemplu de realizare, din fig. 1, motorul rachetă cu ajutoraj liber  
funcționează cu două componente lichide **A** și **B**, la care ajutorajul motorului este inelar și liber,  
25 unde motorul este alcătuit dintr-o cameră de combustie **3** ce conține două chiulase, o  
chiulasă **1** situată pe un capăt al camerei, pentru componenta **A** cu niște injectoare **2**, și o  
27 a doua chiulasă **7** cu niște injectoare **8**, pentru componenta **B** situată pe un corp central **4**  
coaxial, rezemat prin niște țevi **6** montate rigid și oblic pe mantaua exterioară a camerei de  
29 combustie **3**, într-o zonă de evazare, corp central **4** care formează cu peretele exterior al  
camerei de combustie **3** ajutorajul inelar într-o secțiune critică, corp central **4** ce conduce  
31 fluidul de propulsie spre ieșire pe tronsonul subsonic, până la secțiunea critică, apoi pentru  
destindere pe tronsonul supersonic, numai pe peretele **5** deflector central, profilat, unde  
33 componenta lichidă **A** dominantă a propulsantului este adusă prin niște tije **9** de rezemare  
și alimentare, în legătură cu o manta exterioară ce dublează pereții camerei de combustie  
35 **3**, fiind canalizată în camera de ardere **3** prin injectoarele **2**, în vreme ce componenta lichidă  
**B** minoritară este adusă prin țevile **6**, canalizată în corpul central **4**, trece prin învelișul dublu  
37 de sub peretele **5** deflector, spre a doua chiulasă **7**, cu injectoare **8**, pulverizând-o în  
contracurent, toate componentele motorului fiind asamblate prin procedee nedemontabile,  
39 ca, de exemplu, brazare.

41 Într-un al doilea exemplu de realizare, din fig. 3, motorul rachetă cu ajutoraj liber  
funcționează cu două componente lichide **A** și **B**, iar ajutorajul motorului este inelar și liber,  
motorul fiind alcătuit dintr-o cameră de combustie **3** ce conține două chiulase, o chiulasă **1**  
43 situată pe un capăt al camerei, pentru componenta **A** cu niște injectoare **2**, și o a doua  
chiulasă **7** pentru componenta **B**, cu niște injectoare **8**, situată pe un corp central **4** coaxial  
45 rezemat prin niște țevi **6** montate rigid și oblic pe carcasa exterioară a camerei de combustie  
**3**, într-o zonă de evazare, și susținut longitudinal printr-o țeavă **6** cu pereți dubli, centrală,  
47 coaxială camerei de combustie **3**, unde componenta lichidă **A** dominantă a propulsantului  
este adusă prin niște tije tubulare **9** de rezemare și alimentare, printr-o manta exterioară ce  
49 dublează pereții camerei de combustie **3**, fiind canalizată în camera de ardere **3** prin  
injectoarele **2**, în vreme ce componenta lichidă **B** minoritară este adusă prin țeava **6**

# RO 131056 B1

centrală, este canalizată în corpul central **4**, trece prin învelișul dublu de sub peretele **5** deflector spre a doua chiulasă **7**, cu injectoare **8** pulverizând-o în contracurent, ambele componente **A** și **B** ale propulsantului lichid fiind inițial aduse spre motor prin niște conducte laterale, amplasate în reazemele **9'** laterale, de susținere a motorului pe structura rachetei pe care o propulsează. 1

Forța propulsivă este transmisă structurii vehiculului prin reazemele **9'** laterale sau **9''** posterioare, care, de asemenea, aduc prin interiorul lor, prin versiunea cu propulsant lichid, propulsantul în motor, în acest caz întreaga structură cu pereți dubli având încorporate nervurile de rigidizare longitudinale, ca cele reprezentate în fig. 4, toate componentele motorului fiind asamblate prin procedee nedemontabile, ca, de exemplu, brazare. 3 5

Într-un al treilea exemplu de realizare, din fig. 5, motorul rachetă cu ajutor liber și secțiune critică variabilă este alcătuit dintr-un corp **11** central, profilat concentric cu un perete **12** lateral exterior, cu care formează secțiunea critică a ajutorului ejector variabil, perete **12** lateral care presează cu o grilă **13** posterioară un calup de propulsant solid **14** tubular, într-o cameră **15** de combustie cilindrică, coaxială și închisă la capătul opus printr-o chiulasă **16**, coaxială la rândul ei cu o tijă de reglare **17** a corpului **11** central, care, la un capăt, este asamblată cu corpul central **11** printr-un filet, iar la celălalt capăt se centrează și se deplasează prin filet micrometric în chiulasa **16**, închisă printr-un sistem de etanșare cu o garnitură **18** și o presetupă **19**, tijă de reglare **17** pe care este solidarizată o rozetă **10** de acționare manuală a dispozitivului de reglaj. 7 9 11 13 15 17 19

Motorul rachetă este un propulsor cu reacție directă tip rachetă, de unde provine numele, ce expulzează controlat propria sa masă în mediul exterior, prin accelerarea acesteia graduală, la o foarte mare viteză relativă, fie în ajutoaje tubulare tip Laval, fie în ajutoaje inelare, ultimele impropriu denumite ajutoaje Aerospike (prescurtare de la Aerodynamic Spike), dat fiind că nu au nicio legătură cu aerodinamica, expulzare ce produce o forță reactivă inerțială, fără contact cu mediul exterior. Motorul rachetă poate fi utilizat nu numai pe vehicule rachetă, ci pe orice alt vehicul, de exemplu, pentru decolarea mai rapidă a avioanelor grele. 21 23 25 27

Ajutul liber denumește varietatea ajutoajelor inelare în care peretele exterior al zonei divergente supersonice are lungime mică sau zero, muchia sa terminală fiind muchie critică, în vreme ce în interior corpul central, ce constituie în acest caz întregul divergent al ajutorului-efuzor, este profilat optimal, spre a nu produce pierderi prin unde de compresiune sau de șoc, și are rolul de a înclina gradual direcția de curgere a gazelor propulsante, conducându-le până la o curgere aproape axială, indiferent de gradul de destindere a acestora, grad ce de altfel se autoreglează în funcție de presiunea atmosferică de la altitudinea de zbor. 29 31 33 35

Tije/nervurile de susținere sunt elemente ce fixează corpul central al ajutorului liber într-o poziție rigidă și simetrică, permițând astfel realizarea și menținerea stabilă a unei suprafețe critice inelare și constante de curgere a fluidului propulsant, cu o masă minimă de material consumat în construcția învelișului motorului rachetă cu ajutor liber. 37 39

Injectoarele de lichid propulsant sunt duze circulare ce asigură pulverizarea fină a propulsantului lichid în camera de ardere, prin consumarea suprapresiunii de injecție, de regulă, în sensul curentului general de curgere a gazelor de ardere, dar, pentru injectoarele în contracurent, împotriva curentului principal de gaze de ardere, ceea ce intensifică pulverizarea și gazificarea lichidului propulsant, ridicând astfel randamentul procesului de combustie din motor. 41 43 45

# RO 131056 B1

## Revendicări

1

3 1. Motor rachetă cu ajutor liber, compus dintr-un corp central, ce cuprinde o cameră  
5 de ardere a propulsantului, prevăzută cu cel puțin o chiulasă și un ajutor inelar liber,  
7 determinat de un perete exterior și un corp deflector central, fix sau mobil, cu care formează  
9 o secțiune critică a ajutorului ejector, **caracterizat prin aceea că** respectiva cameră de  
11 combustie (3) conține două chiulase, o chiulasă (1) situată pe un capăt al camerei pentru  
13 componenta (A) cu niște injectoare (2), și o a doua chiulasă (7) cu niște injectoare (8), pentru  
15 componenta (B) situată pe corpul central (4) coaxial, rezemat prin niște țevi (6) montate rigid  
17 și oblic pe mantaua exterioară a camerei de combustie (3), într-o zonă de evazare, corp  
19 central (4) care formează cu peretele exterior al camerei de combustie (3) ajutorul inelar cu  
o secțiune critică, și conduce fluidul de propulsie spre ieșire pe tronsonul subsonic, până la  
secțiunea critică, după destindere pe tronsonul supersonic, numai pe peretele (5) deflector  
central, profilat, iar componenta lichidă (A) dominantă a propulsantului este adusă prin niște  
tije (9'') de rezemare și alimentare în legătură cu o manta exterioară ce dublează pereții  
camerei de combustie (3), fiind canalizată în camera de ardere (3) prin injectoare (2), în  
vreme ce componenta lichidă (B) minoritară este adusă prin țevi (6) și canalizată în corpul  
central (4), trece prin învelișul dublu de sub peretele (5) deflector, spre a doua chiulasă (7)  
cu injectoare (8), fiind pulverizată în contracurent, forța reactivă fiind transmisă prin reazeme  
(9').

21 2. Motor rachetă cu ajutor liber, compus dintr-un corp central, ce cuprinde o cameră  
23 de ardere a propulsantului, prevăzută cu cel puțin o chiulasă și un ajutor inelar liber,  
25 determinat de un perete exterior și un corp deflector central, fix sau mobil, cu care formează  
27 o secțiune critică a ajutorului ejector, **caracterizat prin aceea că** respectiva cameră de  
29 combustie (3) conține două chiulase, o chiulasă (1) situată pe un capăt al camerei pentru  
31 componenta (A) cu niște injectoare (2), și o a doua chiulasă (7) pentru componenta (B) cu  
33 niște injectoare (8), situată pe un corp central (4) coaxial, rezemat prin niște țevi (6') montate  
35 rigid și oblic pe carcasa exterioară a camerei de combustie (3), într-o zonă de evazare, și  
37 susținut longitudinal printr-o țevă (6'') cu pereți dubli, centrală, coaxială camerei de  
combustie (3), iar componenta lichidă (A) dominantă a propulsantului este adusă prin niște  
tije tubulare (9'') de rezemare și alimentare, printr-o manta exterioară ce dublează pereții  
camerei de combustie (3), fiind canalizată în camera de ardere (3) prin injectoare (2), în timp  
ce componenta lichidă (B) minoritară este adusă prin țevă (6'') centrală, este canalizată în  
corpul central (4), trece prin învelișul dublu de sub peretele (5) deflector spre a doua chiulasă  
(7) cu injectoare (8), și pulverizată în contracurent, ambele componente (A și B) ale  
propulsantului lichid fiind inițial aduse spre motor prin niște conducte laterale, amplasate în  
reazeme (9').

39 3. Motor rachetă, conform revendicării 1 sau 2, **caracterizat prin aceea că** toate  
componentele motorului sunt asamblate prin procedee nedemontabile, ca, de exemplu,  
brazare.

41 4. Motor rachetă cu ajutor liber, compus dintr-un corp central ce cuprinde o cameră  
43 de ardere a propulsantului, prevăzută cu cel puțin o chiulasă și un ajutor inelar liber,  
45 determinat de un perete exterior și un corp deflector central, fix sau mobil, cu care formează  
47 o secțiune critică a ajutorului ejector, **caracterizat prin aceea că** peretele (12) cilindric  
49 exterior, aflat în continuarea camerei (15) de combustie cilindrică, presează axial cu o grilă  
51 (13) posterioară calupul de combustibil solid (14), tubular în camera (15) de combustie,  
coaxială și închisă la capătul opus prin chiulasă (16) coaxială la rândul ei cu o tijă de reglare  
(17) a corpului (11) central, care, la un capăt, este asamblată cu corpul central (11) printr-un  
filet, iar la celălalt capăt se centreează și se deplasează prin filet micrometric în chiulasa (16)  
închisă printr-un sistem de etanșare cu o garnitură (18) de etanșare și o presetupă (19), tijă  
de reglare (17) pe care este solidarizată o rozetă (10) pentru acționare.

(51) Int.Cl.

F02K 9/88 (2006.01);

F02K 9/64 (2006.01)

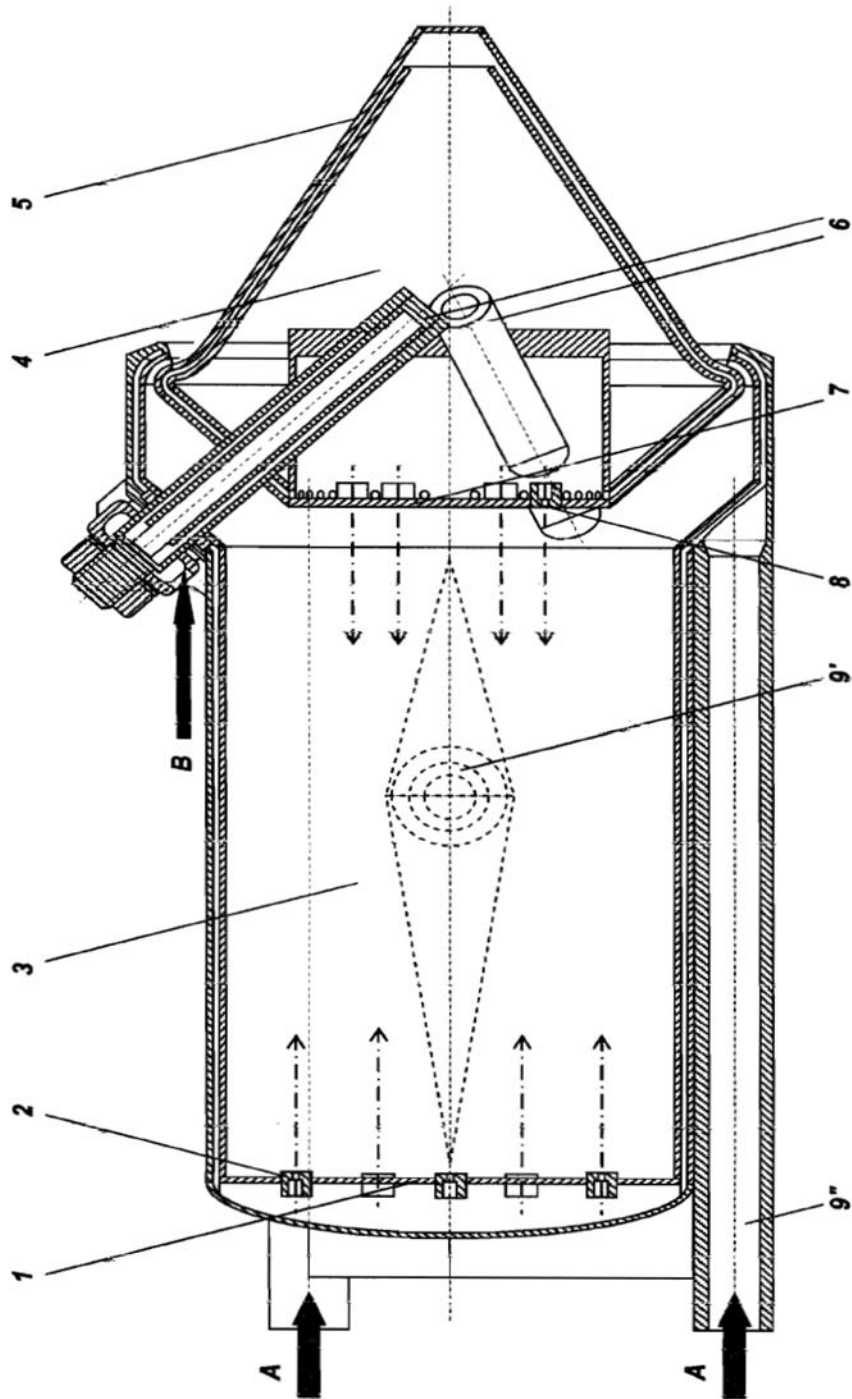


Fig. 1

(51) Int.Cl.

**F02K 9/88** (2006.01);

**F02K 9/64** (2006.01)

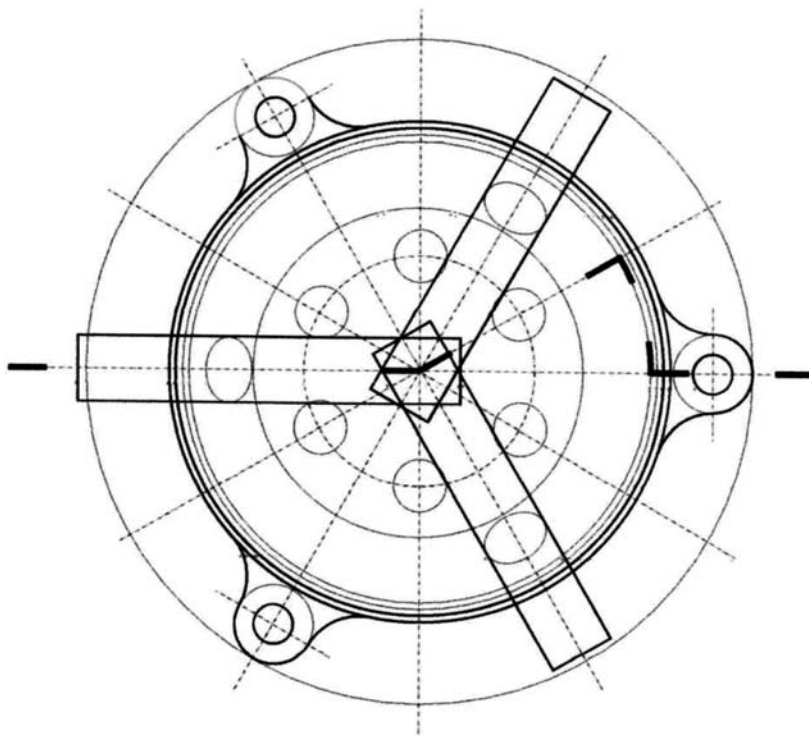


Fig. 2



(51) Int.Cl.  
F02K 9/88 (2006.01);  
F02K 9/64 (2006.01)

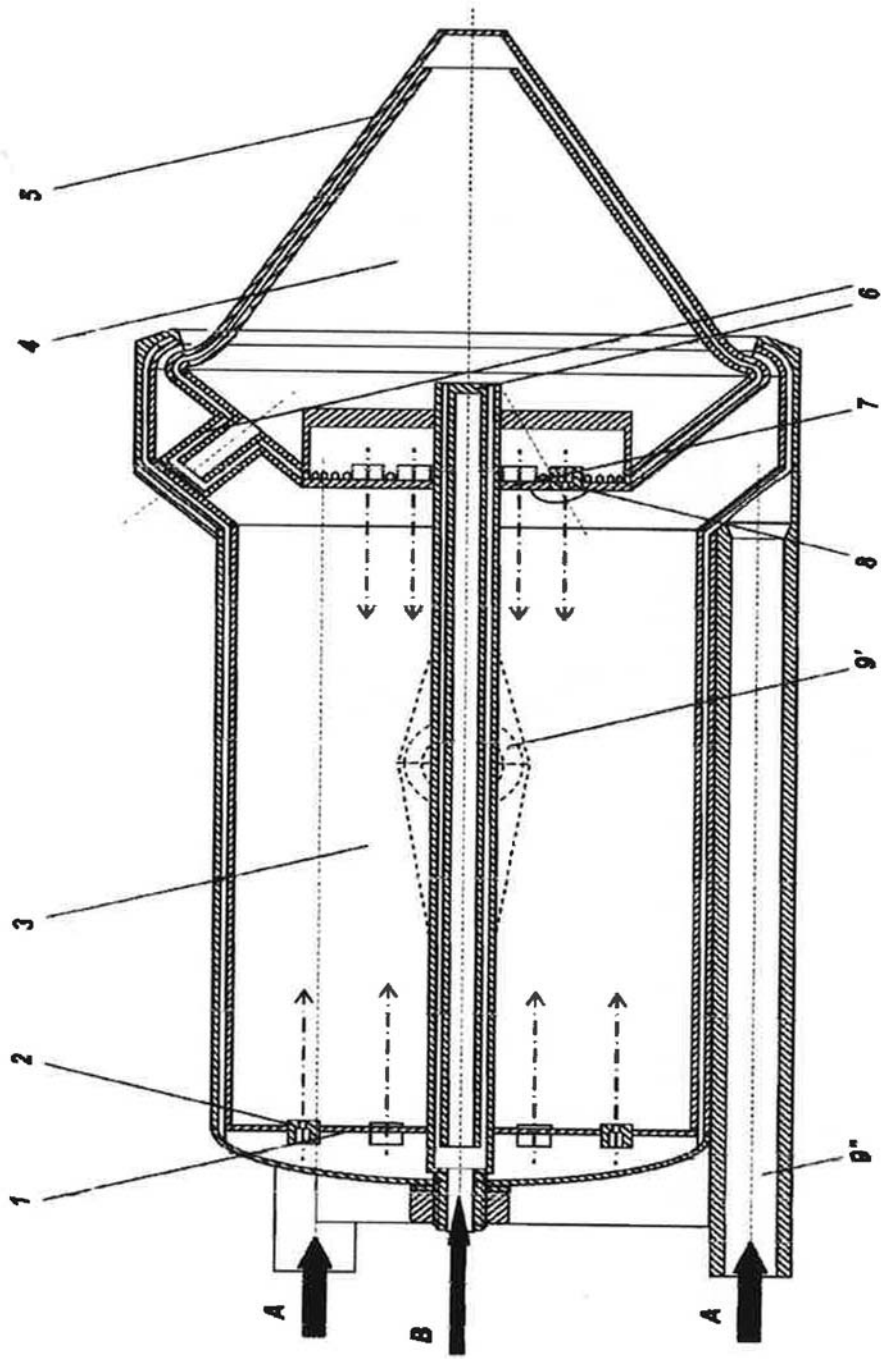
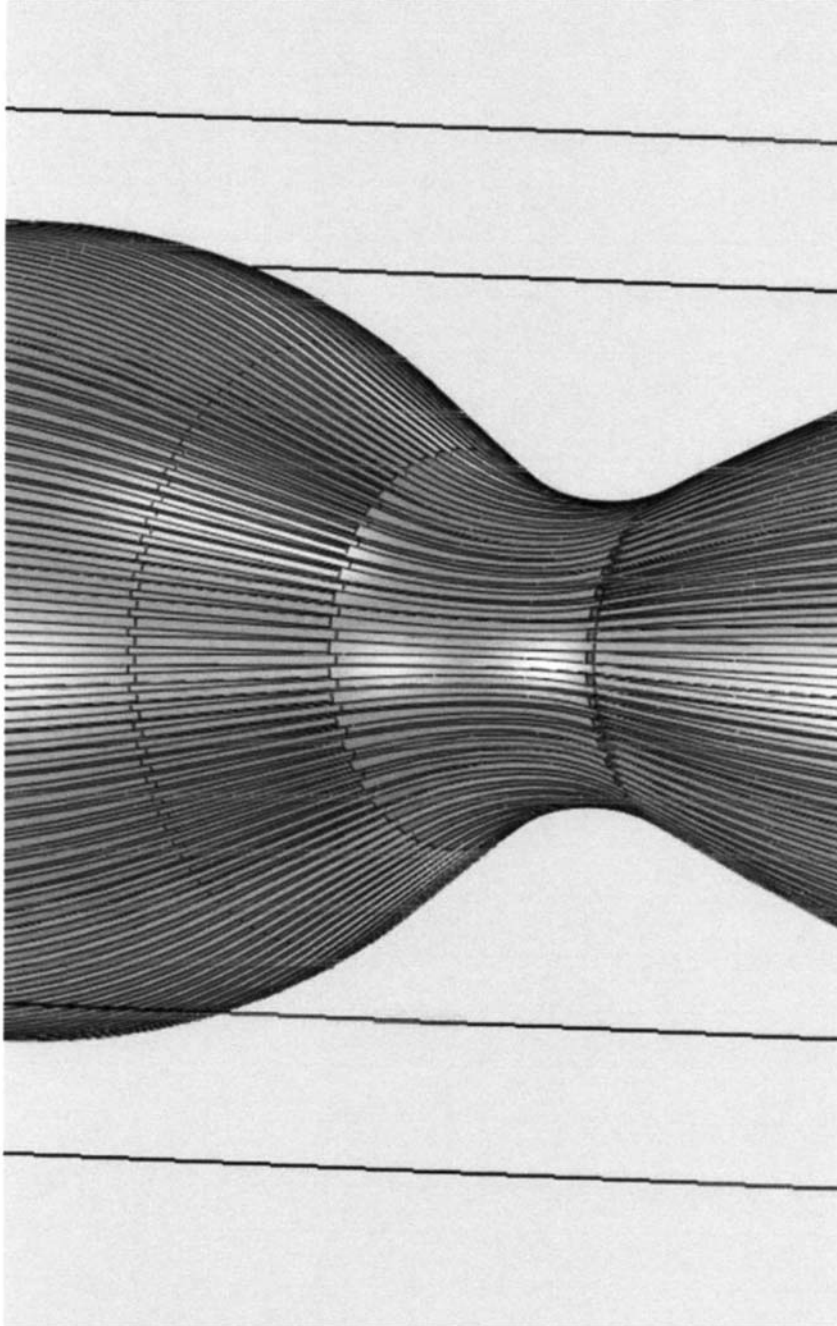


Fig. 3

(51) Int.Cl.

*F02K 9/88* (2006.01);

*F02K 9/64* (2006.01)



**Fig. 4**

(51) Int.Cl.

F02K 9/88 (2006.01);

F02K 9/64 (2006.01)

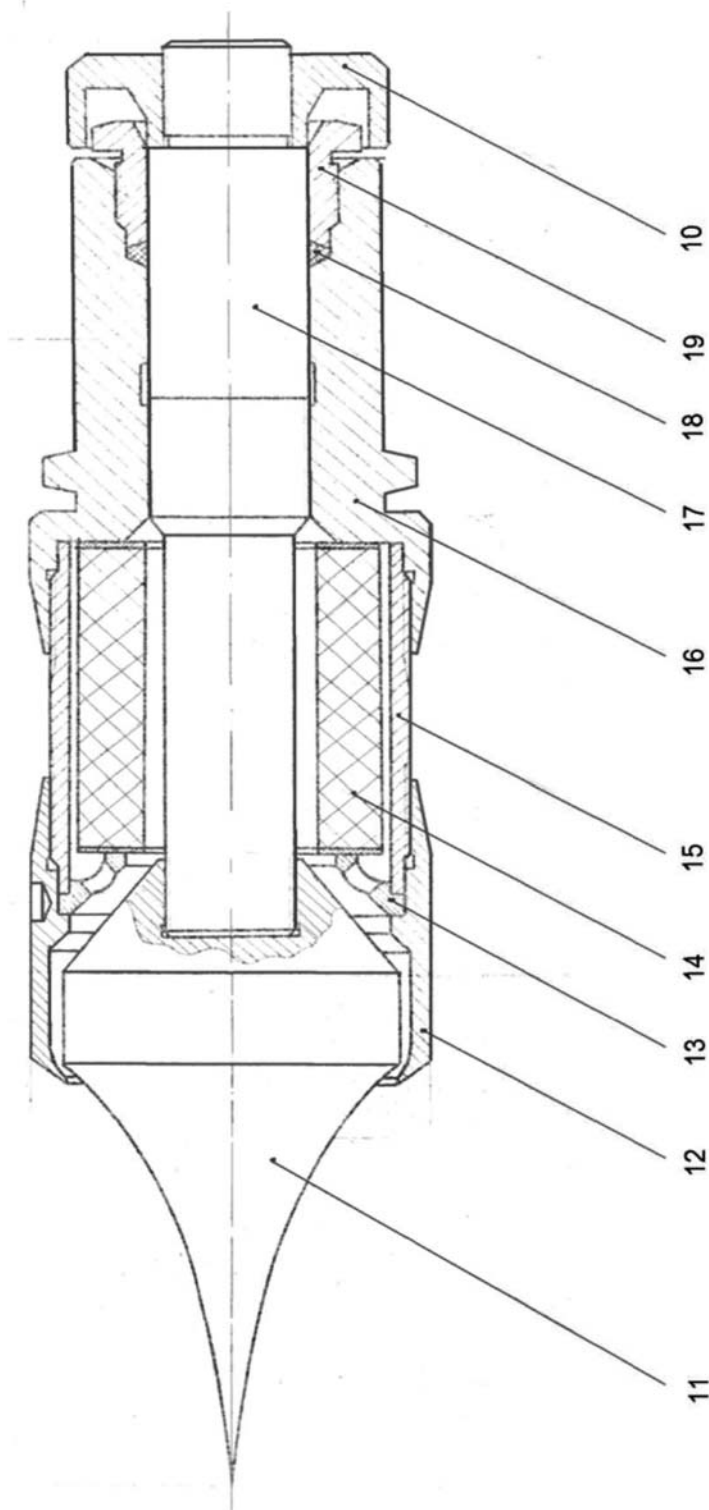


Fig. 5



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM  
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci  
sub comanda nr. 583/2018