

(19) OFICIUL DE STAT
PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
București

ROMÂNIA



(11) **RO 129380 B1**

(51) **Int.Cl.**

F02K 1/08 (2006.01),

B64G 1/26 (2006.01)

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2013 00640**

(22) Data de depozit: **26/08/2013**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/05/2017** BOPI nr. **5/2017**

(41) Data publicării cererii:
30/04/2014 BOPI nr. **4/2014**

(73) Titular:
• **ASOCIAȚIA DEDICATĂ DEZVOLTĂRII ÎN
ASTRONAUTICĂ.S.R.L.,**
*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 3178883; US 20030217547 A1;
US 5456425; US 8347602 B2

(54) **MICROPROPULSOR PENTRU ORIENTAREA APARATELOR
SPAȚIALE**

Examinator: ing. **PATRICHE CORNEL**



Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat,
la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în
termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de
acordare a acesteia

RO 129380 B1

RO 129380 B1

1 Invenția se referă la un micropropulsor rachetă ca dispozitiv efectuator pentru sistemele
de orientare în jurul propriului centru de masă al aparatelor spațiale, denumite sisteme de
3 control și comandă a atitudinii, pe durata zborului în derivă, denumit și pasiv sau balistic, în
afara atmosferei astrelor, la reintrarea în straturile rarefiate ale atmosferei acestora, sau în
5 preajma aterizării, când viteza este mică, condiții în care forțele aerodinamice ce acționează
asupra aparatului spațial sunt reduse.

7 Micropropulsorul conform invenției poate fi utilizat ca dispozitiv efectuator pentru controlul
atitudinii microaparatelor spațiale de foarte mici dimensiuni, incluzând, dar nefiind limitate la
9 capsule hipersonice recuperabile și microsateliți recuperabili, cu un coridor de zbor larg,
asigurat prin comanda incidenței aerodinamice a aparatelor, cu ajutorul forțelor reactive ale mai
11 multor astfel de micropropulsoare, instalate pe aparate, la distanță convenabilă față de centrul
de masă, asigurând astfel pilotarea aparatelor pentru aterizarea acestora la punct fix.

13 Sunt cunoscute construcții de micropropulsoare ce utilizează drept propulsant un gaz
rece, anterioare prezentei invenției, începând cu micropropulsoarele pentru comanda atitudinii
15 sondei interplanetare Mariner-II din anul 1962, ce a efectuat primul zbor funcțional spre planeta
Venus (brevetul **US 3178883 "Attitude Control for Spacecraft", 1961-1965**). Se cunosc și alte
17 propuneri de sisteme pentru comanda atitudinii aparatelor spațiale (**US 2974594 "Space
vehicle attitude control sistem", 1958-1961; US 3073490 "Fluid dispensing valve", 1959-
19 1963; US 4635885 "Space maneuvering vehicle control thrusters", 1984-1987; US 6986246
"Side thruster valve and side thruster device", 2002-2006; US 20100139239 "Gas-
21 Thruster", 2010**). Aceste propuneri au utilizat ca propulsant azotul gazos sau aerul comprimat,
gaze cu masa moleculară relativ ridicată, astfel producând impuls specific, cu valori reduse,
23 limitate la cel mult $I_{sp} = 667 \dots 686$ m/s, iar, datorită construcției complicate, toate prezintă o masă
specifică ridicată, deci păgubitoare. Astfel, unul dintre dezavantajele prezentate de toate
25 construcțiile de mai sus constă din plasarea exterioară, în afara camerei de liniștire continuată
cu ajutorul propulsorului, a solenoizilor de deschidere/închidere a admisiei de gaz, ceea ce
27 mărește inevitabil masa sistemului de propulsie.

29 Brevetul **US 3178883** se referă la un dispozitiv pentru controlul și comanda atitudinii
aparatelor spațiale, adaptat să execute mici emisii de aer sau alte gaze, pentru a le repune pe
traietorie sau a corecta anumite poziții ale acestora. Dispozitivul este compus dintr-un corp ce
31 prezintă, la un capăt, o chiulasă, iar, la celălalt capăt, este prevăzut cu o flanșă centrată și
asamblată printr-o piuliță inelară, într-un capac în formă de cupă, și etanșată cu o garnitură
33 rotundă. Între capac și corp este poziționată o membrană elastică, care susține rigid un
ansamblu central, printr-o bucsă coaxială cu corpul. Bucsă este prevăzută cu niște găuri, prin
35 care fluidul circulă spre o duză ajutor de evacuare. Longitudinal și coaxial, în bucsă este montat
un ventil plonjor, care stă în contact pe un scaun al valvei, montat într-un suport disc pentru
37 valvă. La celălalt capăt, în bucsă este montat un guler, conectat, printr-un gât, la o armătură de
solenoid, cu care este tras ventilul plonjor ori de câte ori solenoidul este acționat electric. Pentru
39 readucerea armăturii în poziție, s-a prevăzut un arc spiral, iar supapa formată de ventilul
plonjor/scaun valvă este închisă datorită presiunii exercitate de membrana elastică. Fluidul
41 pătrunde în corp printr-un alezaj lateral filetat, străbate un filtru cilindric, pătrunde în zona cen-
trală, traversează membrana elastică prin găurile din bucsă, ajunge în zona scaunului de valvă
43 pe lângă ventilul plonjor, și părăsește incinta în momentul deschiderii valvei, prin duza ajutoraj.

45 Brevetul **US 20030217547 A1** se referă la un dispozitiv ușor și compact, cu care se pot
emite jeturi laterale pentru controlul și comanda atitudinii unor aparate spațiale. Dispozitivul este
47 compus dintr-un corp ce prezintă, la un capăt, un ajutoraj tronconic pentru ieșirea gazelor, iar, la
celălalt capăt, este prevăzut cu un mecanism cu pârghie, care acționează un ventil plonjor,
colinier cu un scaun al ajutorajului cu care formează o valvă. Alimentarea cu gaze se face printr-o
49 canalizație laterală, prevăzută în corp. Mecanismul cu pârghie este format dintr-o pârghie
articulată central, prevăzută, pe capete, cu niște furci, una în contact cu un știft montat pe corpul

RO 129380 B1

ventilului plonjor, iar cealaltă în contact cu un știft montat pe o piuliță dintr-un mecanism cu șurub rotit de un servomotor. Prin acționarea electrică a servomotorului, este rotită pârghia care ridică ventilul plonjor de pe scaunul valvei, și gazele pătrund în ajutoraj. Prin acționarea în sens invers a servomotorului, se închide valva și se oprește jetul de gaze. 1 3

Pe lângă aceasta, analizând în continuare brevetele menționate mai sus, se observă că micropropulsorul din brevetul **US 3178883** încorporează un subansamblu al supapei prin care se izolează volume constante de gaz, ce sunt expulzate spre a crea impulsuri de mărime constantă, idee preluată din brevetul anterior **US 3073490**, aparent avantajoasă prin valoarea constantă a impulsului și curentul minim de acționare, dar antrenând o masă sporită a sistemului de micropropulsoare de bord, prin intercalarea camerei intermediare de acumulare a gazului, fără a se garanta că tranșele de gaz sunt menținute constante, în cazul unor diminuări ale etanșeității garniturilor. Curentul minim apare însă la oricare acționare impulsivă a solenoidului, nefiind necesară prezența camerei intermediare de acumulare. Probabil că această soluție a fost totuși adoptată deoarece, la nivelul anilor 1960, sistemele de control electromecanice nu au fost considerate a avea funcționarea suficient de reproductibilă și fiabilă pentru a permite deschiderea supapelor pentru o durată strict controlată de timp. 5 7 9 11 13 15

În brevetul **US 2974594**, sistemul mecanic pentru un set de mai multe propulsoare, sistem bazat pe transmisii cu roți dințate și cremaliere, pentru declarata minimizare a oscilațiilor comenzilor, destinat a acționa gradual și cu viteză mică, spre a asigura tracțiuni variabile, proporționale cu deplasarea ventilului plonjor în lungul ajutorajului, pe durate de asemenea variabile, a necesitat propunerea unei construcții mecanice complicate și masive, cu totul nerecomandată pentru aplicațiile spațiale, în care minimizarea masei inerte este crucială; iar cuplarea a două ventile pe aceeași tijă de acționare, pentru antrenarea simultană a două ajutoraje, în scopul producerii unor forțe de propulsie opuse, dar direct dependente una de cealaltă, duce, în același brevet, la un cuplaj dinamic, care anulează tocmai avantajele clamate ale controlabilității totale a impulsurilor de tracțiune produse de sistem. În afara masei ridicate a sistemului de acționare, acesta nu poate răspunde suficient de repede la cerințele de control rapid al atitudinii, datorită deplasării lente a angrenajelor cu demultiplicare propuse în acel brevet. 17 19 21 23 25 27

În brevetul **US 4635885**, se propune, de asemenea, o soluție constructivă cu masă din nou exagerată, datorită utilizării unor solenoizi separați, în afara propulsorului, și înseriați câte doi, prelungind inutil durata impulsurilor. 29 31

În brevetul **US 6986246**, soluția propusă implică din nou solenoizi montați în exteriorul propulsorului, ce transmit mișcarea de deschidere-închidere a gazului rece prin pârgii externe nesigure și grele. 33

În cererea de brevet **US 20100139239**, deși se propune un micropropulsor cu lichid monopropulsant, valvele de acționare sunt din nou plasate departe de propulsor, mărind neconvenabil masa acestuia. 35 37

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față constă în obținerea unui impuls specific ridicat, prin controlul riguros al timpului de închidere/deschidere a ferestrei prin care curge gazul reactiv la un micropropulsor. 39

Micropropulsorul conform invenției rezolvă problema tehnică propusă și constă într-un ajutoraj tubular cu profil optimal și un scaun în contact cu un ventil-plonjor acționat cu un ansamblu electromagnet, montat coaxial într-o cameră asamblată, la celălalt capăt, cu o chiulasă conectoare, cu rol de închidere etanșă a camerei și de niplu de alimentare; camera are montat în interior ansamblul electromagnet, format dintr-un mosor nemagnetic, pe care este bobinată o bobină, închisă la capete între o placă frontală și o placă opritoare, plăci distanțate și centrate printr-o carcasă, și solidarizate prin niște șuruburi de fixare, în număr de minimum două, închise cu niște piulițe și niște șaibe, iar, în interiorul mosorului, culisează ventilul-plonjor, apăsător pe scaunul ajutorajului tubular printr-un resort de revenire, și retras în bobină sub acțiunea 41 43 45 47 49

RO 129380 B1

1 câmpului magnetic realizat prin alimentarea bobinei prin niște conductori electrici, izolați și
amplasați în interiorul tubului de alimentare cu gaz, legați la un conector dedicat al instalației
3 electrice de comandă, aflat și acesta în interiorul incintei presurizate, iar întregul ansamblu
electromagnetic este reținut în cameră de chiulasa înșurubată pe cameră.

5 Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

7 - accelerarea gazului propulsant la viteze mai mari decât cele întâlnite la tipurile
cunoscute de micropropulsoare rachetă cu gaz rece;

9 - în consecință, livrarea unui impuls specific superior față de toate micropropulsoarele
rachetă cu gaz rece cunoscute;

11 - durata redusă a regimurilor tranzitorii de pornire/oprire, față de alte modele cunoscute
de micropropulsoare rachetă cu gaz rece;

13 - în consecință, posibilitatea asigurării unei frecvențe ridicate a impulsurilor de lucru ale
noului micropropulsor rachetă cu gaz rece;

15 - consum redus de propulsant la pornire/oprire, față de alte modele cunoscute de
micropropulsoare rachetă cu gaz rece;

17 - păstrarea stării gazoase a propulsantului, chiar și la cele mai scăzute temperaturi
posibile în spațiul liber, eliminându-se astfel riscul condensării și reducerii impulsului specific
datorită condensării;

19 - costuri de exploatare mai reduse față de cele antrenate de micropropulsoarele rachetă
cu gaz rece cunoscute.

21 Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig. 1...2, care
reprezintă :

23 - fig. 1, secțiune longitudinală cu vedere în micropropulsor;

25 - fig. 2, secțiune transversală după planul AA.

27 Micropropulsorul pentru orientarea aparatelor spațiale, conform invenției, este alcătuit
dintr-un ajutoraj **1** tubular, înșurubat, la un capăt, pe o cameră **3**, etanșat printr-o garnitură **2**
inelară, iar, la celălalt capăt, este închis cu o chiulasă **13** conectoare. Ajutorajul **1** tubular prezintă,
la interior, un col tip scaun, închis cu un ventil-plojor **4** realizat din material hipermagnetic, de
29 exemplu de tipul FeCo50V2 (GB Standard) sau similar, neremanent, dar cu permeabilitate
magnetică înaltă, presat de un resort **5** conic, realizat din oțel inoxidabil, rezemat pe o placă
31 frontală **6**, fabricată din material hipermagnetic, prevăzută pe un umăr circumferențial cu mai
multe orificii **17** pentru curgerea gazului propulsant și pentru trecerea unor șuruburi **9** de fixare.
33 Camera **3** prezintă, la interior, un ansamblu electromagnetic, format dintr-un mosor **8** nemag-
netic, pe care este bobinată o bobină **16**, închisă la capete între placa frontală **6** și o placă
35 opritoare **12**, plăci distanțate și centrate printr-o carcasă **7** și solidarizate prin șuruburile **9** de
fixare, în număr de minimum două, strânse cu niște piulițe **11** și niște șaibe **10** elastice, iar în
37 interiorul mosorului **8** culisează ventilul-plonjor **4**. Bobina **16** este alimentată din exterior prin
două conductoare electrice **14** cu manta izolantă. Chiulasa **13** filetată la ambele capete face
39 legătura dintre micropropulsor și aparatul spațial, celălalt capăt filetat închizând etanș corpul **3**
al micropropulsorului, iar, prin gaura axială, face alimentarea cu gaz, ce trece printr-un filtru **15**.
41 Gazul utilizat, denumit propulsant deoarece creează forța de propulsie, este, în exemplul
prezentat, hidrogenul molecular tehnic, rece sau încălzit într-un schimbător de căldură, prin
43 mijloace chimice, electrice și/sau optice, și are umiditatea și impurități, ca bioxidul de carbon,
reduse sub 0,001% procente masice.

45 Micropropulsorul conform invenției este destinat rotirii în zbor a aparatelor spațiale, în
jurul centrului propriu de masă, prin cuplul reactiv pe care îl produc prin accelerarea propul-
47 santului gazos în ajutorajul **1** supersonic reactiv, cu profil optimizat, spre a livra un impuls specific
maxim, pe direcția axei de simetrie longitudinale a micropropulsorului, necongruentă cu centrul
de masă și, pe cât posibil, la distanță mare față de acest centru, spre a produce brațul de
49 pârgie necesar cuplului.

RO 129380 B1

Micropropulsorul utilizează, pentru crearea forței reactive, energia internă a unui fluid de lucru gazos, stocat la temperatura de stagnare normală de circa 300 K, dar la presiune mare, într-un recipient de presiune independent, gaz ce curge numai la deschiderea ventilului-plonjor **4**, acționat electromagnetic prin bobina **16** acționată electric, și se destinde în ajutorul **1** de la temperatura de stagnare la presiunea statică de circa 0,05 atm, pe muchia de ieșire a ajutorului cu raportul mare al ariilor, în exemplul dat 1:10 (fig. 1). Bobina **16** este dimensionată spre a crea o forță magnetică egală cu dublul sumei forței de presiune și a forței resortului **5** de revenire, ce ține ventilul pe scaunul său, care este tocmai colul sonic al ajutorului, asigurând astfel deschiderea rapidă a canalului și producerea forței reactive. Cuplul ajutor-ventil alcătuiește astfel o supapă funcțională, de tipul denumit supapă cu ventil. În acest fel, dispozitivul din invenție este foarte compact, cuprinzând, într-un singur corp, atât micromotorul rachetă, cât și bobina-solenoid de acționare, plasată chiar în curentul de gaz propulsant, ceea ce constituie avantajul principal al invenției, având drept consecință reducerea masei agregatului, o răcire implicită a bobinei, simplificarea construcției, și astfel reducerea costului, precum și fiabilitate sporită. Deoarece are ca destinație inclusiv aparate spațiale reutilizabile, pentru întreținere, micropropulsorul a fost conceput demontabil, anularea pierderilor de gaz fiind asigurată prin inelul de etanșare **2** dintre ajutor și camera **3**, precum și prin filtrul **15** dintre chiulasă și cameră, cu același rol. Pe lângă rolul de asamblare, camera are și rolul de spațiu de liniștire a curentului de gaz propulsant, înainte de intrarea sa în ajutor. Mai departe, pentru a evita formarea unei perne de gaz în spatele ventilului-plonjor **4**, adică între acesta și placa opritoare **12**, care ar împieta asupra deschiderii rapide a supapei, știind că răspunsul rapid al acesteia este o condiție importantă în asigurarea stabilității automatului de navigație, în centrul plăcii opritoare este prevăzut un orificiu de aerisire. Circuitul magnetic al micropropulsorului se assemblează independent, într-un dispozitiv de montaj ce asigură poziționarea corectă a tijelor longitudinale **9** de fixare și, implicit, a orificiilor **17** de trecere a gazului. Centrarea relativă a plăcilor magnetice, frontală și opritoare, precum și a mosorului **8** al bobinei este asigurată, la montaj, prin carcasa **7** cilindrică exterioară, coaxială cu camera **3**. Resortul **5** de readucere pe scaun a ventilului **4** pentru reînchiderea supapei este conic, cu scopul evitării blocării spirelor sale la comprimare, cursa acestuia fiind mică. Filtrul frontal **15** are rolul de a reține eventualele impurități care ar împiedica închiderea corectă a ventilului-plonjor pe ajutorul scaun, dar servește și la etanșarea chiulasei **13** pe camera **3**. Conductorii electrici **14** de alimentare cu curent sunt amplasați în interiorul conductei de gaz, fiind prelungiți până într-o zonă convenabilă de acces, dar, pe parcurs, sunt fixați pe peretele lateral al conductei, pentru evitarea vibrațiilor.

Alegerea hidrogenului drept gaz propulsant în exemplul de realizare se datorează faptului că acesta este gazul cu masa moleculară cea mai mică, dar alegerea a presupus o analiză mai complexă. Impulsul specific realizabil depinde, în principal, de masa moleculară, dar la aceasta se adaugă efectul exponentului izentropic și astfel se constată că heliul este gazul ce poate fi accelerat termic la vitezele maxime posibile pentru gaze, producând un impuls specific w_e superior altor gaze, chiar și hidrogenului. Într-adevăr, cu ipotezele simplificatoare referitoare la gaze ideale, impulsul specific este redat prin formula [I]:

$$w_e = \sqrt{\frac{k-1}{2k} 1000 \frac{R_0}{\mu G} T_c \left[1 - \left(\frac{p_e}{p_c} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} \quad [I]$$

RO 129380 B1

unde κ este exponentul izentropic al gazului, R_0 este constanta universală a gazelor ideale, μ_G este masa moleculară aparentă a gazului propulsant exprimată în g/mol, T_c este temperatura absolută a gazului din cameră, p_c presiunea în cameră, iar p_e presiunea la ieșirea din ajutoraj. Temperatura evoluției izentropice la ieșire este dată chiar de raportul presiunilor exponențiale,

$$T_e = T_c \left(\frac{p_e}{p_c} \right)^{\frac{k-1}{k}} \quad \text{[II]}$$

Cu temperatura $T_c = 300$ K, cu $R_0 = 8,314472$ J/mol/K și realizând o destindere în presiuni de $p_e/p_c = 0,01$, rezultă impulsul specific teoretic w_e [m/s] al gazelor ce pot fi folosite în micropropulsor, consumul specific (inversul său $C_s = 1/w_e$), precum și temperatura la ieșire astfel:

Gaz	κ	$(\kappa-1)/\kappa$	μ_G	w_e [m/s]	C_s [s/km]	T_e
He	1,667	0,4	4,0031	512,03	1,9530	47,5
H ₂	1,405	0,28826	2,0196	361,68	2,7649	79,5
Ar	1,667	0,4	39,9480	162,09	6,1694	47,5
N ₂	1,405	0,28826	28,0130	97,11	10,2976	79,5
aer	1,405	0,28826	28,9700	95,49	10,4723	79,5

Este de înțeles de ce heliul este preferat în acționarea micropropulsoarelor cu gaz rece. Totuși, trebuie considerat impulsul total, unde intervine produsul *Debit* × *Impuls_specific*, cu debitul dat de relația [III] :

$$D = \Gamma(k) \frac{p_c A_{cr}}{\sqrt{1000 \frac{R}{\mu_G} T_c}}, \Gamma(k) = \sqrt{k \left(\frac{k+1}{2} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}} \quad \text{[III]}$$

și astfel impulsul total teoretic este relevat de formula [IV] și trebuie să aibă valori cât mai mari:

$$F(k) = p_c A_{cr} \sqrt{\frac{k-1}{2} \left(\frac{k+1}{2} \right)^{\frac{k+1}{k-1}} \left[1 - \left(\frac{p_e}{p_c} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right]} \quad \text{[IV]}$$

Rezultă că impulsul total produs de micropropulsor în unitatea de timp, în condiții date de presiuni și geometrie, $\tau(\kappa) = F(\kappa)/p_c / A_{cr}$, depinde, ca și temperatura de ieșire, numai de exponentul izentropic, iar, din acest punct de vedere, toate gazele convenabile au performanțe apropiate. Considerând mărimea masei de gaz necesare pentru a obține același impuls total, care trebuie să fie minimum posibilă, indicele de performanță devine $m_G \equiv \rho_G / \tau(\kappa)$, unde ρ_G este densitatea normală a gazului (în tabel, la 20°C),

Gaz	ρ_G	κ	w_e [m/s]	$\tau(\kappa)$	m_G
<i>Performanță:</i>			<i>maxim</i>	<i>maxim</i>	<i>minim</i>
He	166	1,667	<u>512,03</u>	<u>0,2979</u>	557
H ₂	85	1,405	361,68	0,2312	<u>368</u>
Ar	1661	1,667	162,09	<u>0,2979</u>	5576
N ₂	1165	1,405	97,11	0,2312	5039
aer	1205	1,405	95,49	0,2312	5212

RO 129380 B1

Hidrogenul și heliul ocupă primele locuri de performanță și justifică adoptarea hidrogenului ca fluid de lucru în prezentul exemplu de realizare.	1
Referitor la conexiunea electrică pentru alimentarea bobinei cu curent, în altă variantă de realizare, conductorul electric 14 , destinat alimentării bobinei 16 , este condus la exteriorul incintei presurizate a micropropulsorului, străbătând peretele metalic al camerei prin intermediul unei conexiuni electrice etanșe, sub forma unui contact punctiform etanș, realizat prin diferite mijloace tehnologice de fixare etanșă a unei plachete de dielectric în peretele metalic al micropropulsorului.	3 5 7
Pentru construcția corpului micropropulsorului, în variante de realizare alternative, învelișul gazodinamic presurizat, alcătuit din ajutorajul 1 , inelul de etanșare 2 , dintre ajutoraj și camera 3 , și chiulasa 13 , este fabricat din aliaje pe bază de aluminiu, sau pe bază de magneziu și, respectiv, pe bază de beriliu. În toate variantele, peretele gazodinamic interior profilat optimal al ajutorajului 1 poate fi acoperit cu un strat protector din politetrafluoretlenă sau alt polimer cu proprietăți reologice similare, cu grosime de minimum 0,1...0,5 mm, depus prin procedee de asigurare a bunei aderențe, începând din convergent și până în apropierea secțiunii de ieșire, astfel încât acul ventilului 4 se reazemă pe suprafața din politetrafluoretlenă.	9 11 13 15
În cazul grupării mai multor micropropulsoare într-un bloc comun, alimentarea cu gaz propulsant a fiecărui micropropulsor din mănunchi se realizează prin intermediul unui niplu comun de alimentare cu gaz comprimat, care servește și ca mijloc de fixare a ansamblului de micropropulsoare pe exteriorul structurii aparatului spațial, fără alte mijloace suplimentare de prindere. În aceste variante, niplul comun de fixare mecanică reciprocă a mănunchiului de micropropulsoare se amplasează la capătul posterior, dinspre ajutoraj, al camerei de liniștire 3 a micropropulsorului central, cât mai aproape de ajutorajul 1 al micropropulsorului central.	17 19 21 23
Soluția tehnică propusă prin invenție constă din amplasarea bobinei de acționare chiar în camera de liniștire a circuitului de gaz din corpul micropropulsorului, care scaldă permanent bobina de acționare, recuperând căldura degajată la acționarea acesteia, și, de asemenea, din utilizarea chiar a armăturii mobile a solenoidului drept ventil de închidere-deschidere și din folosirea drept scaun pentru ventil chiar a secțiunii minime a ajutorajului micropropulsorului, nefiind necesare transmisii ale mișcării sau articulații intermediare, ceea ce reduce numărul de piese și îmbinări, și induce o fiabilitate ridicată, precum și din fabricarea micropropulsorului din materialele cele mai ușoare cunoscute, ca beriliul dopat sau aliaje de magneziu, ceea ce reduce masa, iar, drept fluid de lucru, de preferință hidrogen sau heliu, cu masa moleculară minimum posibilă, producând astfel un impuls specific superior altor construcții, gaz ce străbate întregul volum liber al camerei de liniștire din corpul micropropulsorului, ce include solenoidul, la o presiune relativ mică, cuprinsă între 1 și 5 bar, suficientă pentru accelerarea supersonică, dar limitând astfel pierderile prin porozități, deschiderea ajutorajului reactiv pe o durată reproductibilă și foarte scurtă, impulsivă, riguros controlată prin controler și, astfel, reproductibilă, durata scurtă fiind asigurată de gabaritul și masa reduse ale armăturii mobile, deci cu inerție mică, acționată totuși de o forță magnetică puternică, obținută prin fabricarea circuitului magnetic din materiale hipermagnetice, de exemplu din aliaj de cobalt, Permendur sau un echivalent, care prezintă o permeabilitate magnetică de peste 10000 de ori mai mare decât oțelul magnetic, care, în același timp, reduce consumul de energie electric la un minim posibil, concept ce minimizează, prin aceste măsuri, următorii parametri: timpul de amorsare a curgerii supersonice la deschidere, pierderile de propulsant la închidere, forța electromagnetică de deschidere, și masa construcției micropropulsorului în ansamblu.	25 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45

RO 129380 B1

Revendicări

1
3
5
7
9
11
13
15
17
19
21
23
25
27
29
31
33
35
37

1. Micropropulsor pentru orientarea aparatelor spațiale, compus dintr-un ajutoraj (1) tubular cu un scaun în contact cu un ventil-plonjor (4) acționat cu un ansamblu electromagnetic, montat coaxial într-o cameră (3) asamblată, la celălalt capăt, cu o chiulasă (13) conectoare, cu rol de închidere etanșă a camerei (3) și de niplu de alimentare, **caracterizat prin aceea că** respectiva cameră (3) are fixat în interior ansamblul electromagnetic format dintr-un mosor (8) nemagnetic, pe care este înfășurată o bobină (16) închisă la capete între o placă frontală (6) și o placă opritoare (12), plăci distanțate și centrate printr-o carcasă (7) și solidarizate prin niște șuruburi (9) de fixare, în număr de minimum două, închise cu niște piulițe (11) și niște șaibe (10), iar în interiorul mosorului (8) culisează ventilul-plonjor (4), apăsat pe scaunul ajutorajului (1) tubular printr-un resort (5) de revenire și retras în bobină sub acțiunea câmpului magnetic realizat prin alimentarea bobinei (16) prin niște conductori (14) electrici izolați și amplasați în interiorul tubului de alimentare cu gaz, legați la un conector dedicat al instalației electrice de comandă, aflat și acesta în interiorul incintei presurizate, iar întregul ansamblu electromagnetic este reținut în cameră (3) de chiulasa (13) înșurubată pe cameră (3).

2. Micropropulsor pentru orientarea aparatelor spațiale, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, din colul ajutorajului (1) drept scaun și plonjorul (4) ca ventil, se formează o supapă, ce poate fi acționată prin impulsuri cu durata individuală predeterminată și constantă, sau pe durate variabile, ce se repetă, iar ansamblul electromagnetic de deschidere/închidere a curentului de gaz se află amplasat direct în interiorul camerei de liniștire (3), fiind spălat și răcit de gazul propulsant rece la deschiderea supapei.

3. Micropropulsor pentru orientarea aparatelor spațiale, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, în situația în care bobina (16) este activată, plonjorul (4) este retras complet din colul ajutorajului, până la oprirea pe placa opritoare (12), suficient de mult pentru ca profilul optimal al efuzorului să fie asigurat numai la exterior, prin conturul peretelui interior al ajutorajului tubular (1), realizând astfel un efuzor reactiv tubular.

4. Micropropulsor pentru orientarea aparatelor spațiale, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizat prin aceea că**, în situația în care bobina (16) este activată, plonjorul (4) este retras incomplet din colul ajutorajului, până la oprirea pe placa opritoare (12), astfel ca profilul optimal al efuzorului să fie asigurat împreună, atât de conturul acului plonjorului (4), la interior, cât și de conturul peretelui interior al ajutorajului tubular (1), la exterior, realizând astfel un efuzor reactiv inelar.

5. Micropropulsor pentru orientarea aparatelor spațiale, conform revendicărilor 1, 2, și 3 sau 4, **caracterizat prin aceea că** raportul dimensiunilor geometrice transversale ale efuzorului reactiv optimal, format din ajutorajul (1) tubular și plonjorul (4) ca ventil, considerând zona cu secțiune maximă de ieșire spre exterior și zona gâtului cu arie minimă, are raportul ariilor de minimum 50, și un profil optimizat gazodinamic.

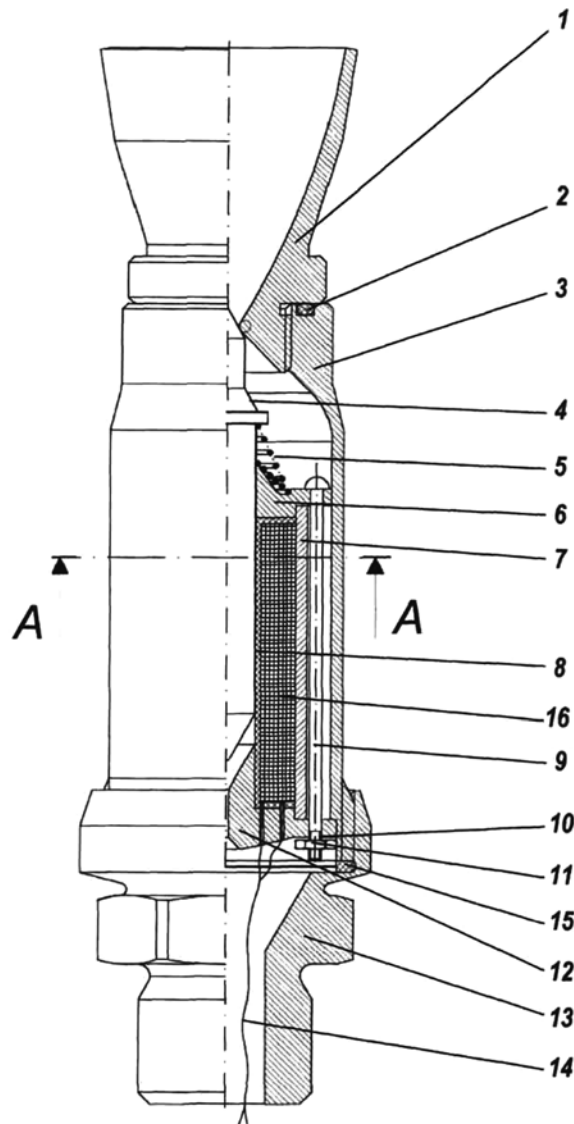


Fig. 1

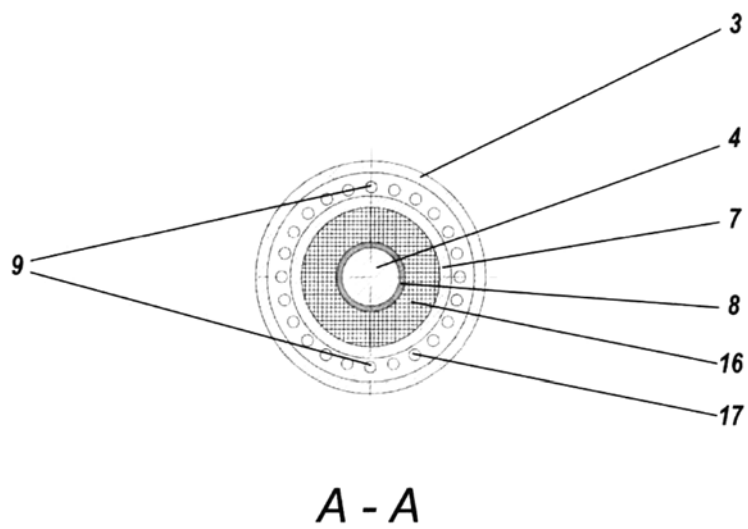


Fig. 2