



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2016 00025

(22) Data de depozit: 12/01/2016

(41) Data publicării cererii:
30/05/2016 BOPI nr. 5/2016

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE
TURBOMOTORE - COMOTI,
BD.IULIU MANIU NR.220 D, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• CARLANESCU RAZVAN,
STR. DRUMUL TABEREI NR. 14, BL. B3,
SC. 1, AP. 19, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B,
RO;
• PRISECARU TUDOR,
STR. RADU POPESCU NR. 17, BL. 24A,
SC. 2, AP. 63, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;

• SILIVESTRU VANENTIN,
STR. DORNEASA NR. 16, BL. P58, SC. 2,
ET. 3, AP. 59, SECTOR 5, BUCUREȘTI, B,
RO;
• PRISECARU MALINA MIHAELA,
STR. RADU POPESCU NR. 17, BL. 24A,
SC. 2, AP. 63, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B,
RO;
• SANDU CORNEL, BD.ION MIHALACHE
NR.164, BL.2 PRIM, SC.A, ET.6, AP.27,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• TECU VLAD, ALEEA MOINEȘTI NR. 7,
BL. I 22, SC. 5, AP. 73, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• CARLANESCU CRISTIAN,
BD. ȘTEFAN CEL MARE NR. 224, BL. 43,
SC. 1, ET. 5, AP. 14, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) CAMERĂ DE ARDERE CU PREAMESTEC ȘI TURBIONARE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o cameră de ardere cu preamestec și turbionare, folosită în domeniul turbomotoarelor cu gaze cu combustibili gazoși, în special în care gazele combustibile sunt amestecuri de gaze cu viteze de ardere ridicate, de exemplu, hidrogenul. Camera conform invenției este constituită dintr-un sistem (A) de injecție, care alimentează cu combustibilgazos un turbionator (B) format la exterior de niște palete (1) elicoidale, care sunt dispuse pe direcție axială de curgere, având o grosime (a) minimă, constantă pe înălțime, și care formează niște canale elicoidale evazate de curgere, având o lățime (b) mică la baza și o lățime (c) mare la vârf, care se îngustează monoton spre aval, formând niște ajutaje (d) convergente, cu secțiune plan paralelă având o lățime (e), formând la ieșire jeturi cu niște unghiuri (α) față de direcția axială, și formând niște jeturi (f) de turbionare, alimentarea cu gazele combustibile fiind realizată prin pătrunderea acestora printr-un canal (g) interior al turbionatorului (B) și, mai departe, în fluxul de aer, prin niște orificii (h), o altă parte din gazele combustibile fiind distribuite prin niște canale (i) practicate prin toate paletele (1) care comunică apoi cu alte orificii (j) înclinate în direcția și după unghiul (α) menționat, intersectându-se cu niște jeturi (l) de aer, pentru admisia unei alte părți a aerului în zona primară, fiind practicate niște orificii (m) alungite, aliniate după o axă înclinată în aceeași direcție și după același unghi (α).

Revendicări: 1
Figuri: 12

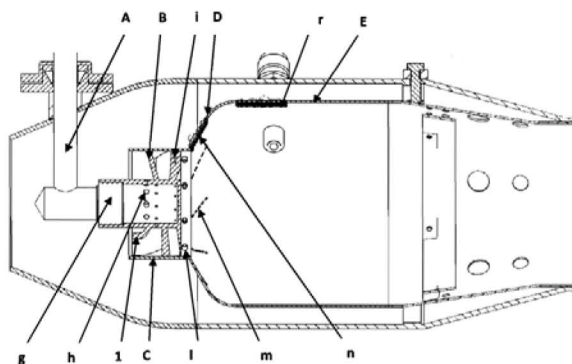
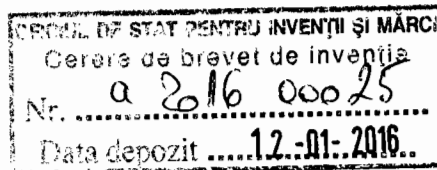


Fig. 2

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).



48



DESCRIEREA INVENȚIEI

Prezenta invenție se referă la o **camera de ardere cu preamestec și turbionare**, folosită în domeniul turbomotoarelor cu gaze cu combustibili gazoși, în special în care gazele combustibile sunt amestecuri de gaze cu viteze de ardere ridicate, de exemplu hidrogenul.

Sunt cunoscute camere de ardere cu stabilizare prin turbionare, cu turbionatoare clasice, cu secțiune inelara elicoidală constantă, în care jetul turbionat are caracteristica compactă, combustibilul fiind injectat în centrul jetului de aer turbionat, dezavantajul fiind că produce noxe relativ mari datorită amestecului ce se face gradual în zona primară a tubului de foc.

Sunt cunoscute de asemenea camere de ardere cu preamestec parțial cu turbionatoare clasice, în care o parte din combustibilul gazos se injectează în canalul de turbionare. Dezavantajul constă în secțiunile constante ale turbionatorului, și în cazul folosirii amestecurilor de combustibili gazoși cu viteză mare de ardere, de exemplu hidrogenul, existând posibilitatea de producere a returului de flacără, cu distrugere prin supraîncălzire și topire.

Sunt cunoscute și camere de ardere cu răcirea pereților tubului de foc prin metoda efuziei (orificii dese cu diametru foarte mic). Dezavantajul constă în faptul că, în zona primară a camerei de ardere, în cazul stabilizării clasice, zona răcită a pereților tubului de foc, ce se situează în acest caz practic în stratul limită, este spălată de gaze de ardere cu ardere incompletă, contactul cu zona rece înghețând reacția chimică, care produce prin consecința noxe.

Sunt cunoscute și sisteme de ardere cu preamestec, cu jeturi combinate aer gaze combustibile, în sistem pelicular, mai răspândite la postcombustie, aplicarea lor la camere de ardere necesită sisteme de stabilizare suplimentare, ceea ce reprezintă un dezavantaj.

Camera de ardere cu preamestec și turbionare, conform invenției, este formată dintr-o carcasa exterioară, un sistem de injecție, un sistem de aprindere

Președinte Director General
dr. ing. Valeriu SILIVESTRU



cu bujie si dintr-un tub de foc terminat in aval cu o zona secundara de diluție.

Sistemul de injecție alimentează cu combustibil gazos un turbionator care este ghidat de o piesa de centrare a turbionatorului. Piesa de centrare a turbionatorului face corp comun cu peretele frontal al zonei primare a camerei de ardere, ce se continua cu un perete cilindric al zonei primare a camerei de ardere. In continuare este zona secundara de diluție a camerei de ardere.

Turbionatorul este format la exterior de niște palete elicoidale care sunt dispuse pe direcție axiala de curgere, de grosime minima constanta pe înălțime si care formează niște canale elicoidale evazate de curgere, cu lățimea mica la baza si lățimea mare la vârf. Canale elicoidale se îngustează monoton spre aval formând niște ajutaje convergente cu secțiune plan paralela, formând la ieșire jeturi ce ies cu un unghi fata de direcția axiala formând niște jeturi de turbionare. Jeturile de turbionare produc stabilizarea flăcării prin recirculare de gaze. Ajutajele convergente nu permit returul de flacără, datorita secțiunii minime, in special când sunt folosite gaze combustibile cu viteze mari de ardere, cum ar fi hidrogenul. Secțiunile plan paralele ale ajutajelor permit separarea jeturilor de turbionare, la care prin spatiile dintre jeturile de turbionare este posibil aportul de aer, sau de amestec aer combustibil, fiind creata astfel posibilitatea de stabilizare in spatii mai mici si la temperaturi mai scăzute, deci cu reduceri de emisii poluante, in special NO_x.

Alimentarea cu gazele combustibile se face prin pătrunderea acestora printr-un canal interior al turbionatorului si mai departe in fluxul de aer prin niște orificii poziționate pe centru si la baza fiecărui canal de curgere, pe mai multe rânduri, secțiunea acestor orificii micșorându-se monoton in direcția de curgere dinspre amonte spre aval respectând legea: secțiunea următorului rând de găuri este la jumătate din secțiunea primului rând. Aceasta dispunere si aceasta lege fac posibila amestecarea optima a aerului cu gazele combustibile prin asigurarea penetrației jeturilor de combustibil, maxim in amonte si minim in aval.

O alta parte din gazele combustibile, in proporție de maxim 10% din total, sunt distribuite prin niște canale practicate prin toate paletele turbionatorului, canale ce comunica cu niște orificii inclinate in direcția si după unghiul jeturilor principale de gaze de amestec aer combustibil, intersectându-se apoi cu niște jeturi de aer ce

Președinte Director General

dr. ing. Valentin SILIVESTRU



pătrund prin canalizații practice la extremitatea aval a piesei de centrare a turbionatorului. Acest aport de amestec permite o alimentare parțială suplimentară a jeturilor de turbionare, ducând la îmbunătățirea caracteristicilor de stabilizare.

Pentru admisia unei alte părți ale aerului în zona primară a camerei de ardere, sunt practice, pe peretele frontal al zonei primare niște orificii alungite aliniate după o axa care începe la diametrul minim al peretelui frontal, de la jumătatea distanței între ajutajele convergente, axa fiind înclinată în aceeași direcție și după unghiul de ieșire al jeturilor de turbionare din ajutajele convergente. Acest aport de aer permite alimentarea parțială cu oxigen în stratul limită al jeturilor de turbionare, evitându-se formarea locală de amestecuri bogate.

O altă parte a aerului pătrunde prin niște orificii circulare mici, practice perpendicular pe suprafața peretelui frontal al zonei primare, raportul între diametrul orificiilor și grosimea peretelui frontal al zonei primare fiind cuprins între 0,25-0,5. Acest mod de perforare, de regulă executat prin găurire laser, are avantajul permiterii trecerii unui debit mic de aer, cu penetrare mică, pentru a asigura o ușoară răcire a peretelui și evitarea depunerilor carbonoase.

O altă parte a aerului pătrunde prin niște orificii circulare mici practice, pe peretele circular al zonei primare, acestea fiind înclinate, în secțiune transversală, cu unghiul cu care ies jeturile de turbionare din ajutajele convergente, dar curgerea se realizează în direcția opusă acestora, raportul între diametrul orificiilor și grosimea peretelui circular al zonei primare fiind cuprins între 0,25-1,0. Acest fel de dispunere și înclinare scoate răcirea prin efuzie din zona stratului limită, eliminând posibilitatea înghețării reacțiilor chimice. Efectul de răcire al pereților, mai mic în acest caz, este permis datorită posibilității de stabilizare de flacără la temperaturi mult mai mici decât în cazurile clasice în zona primară a tubului de foc.

Soluțiile constructive prezentate conduc la caracteristici superioare de funcționare, deoarece secțiunile axiale elicoidale de curgere prin turbionator formează ajutaje convergente, viteza la ieșire din aceste ajutaje fiind superioară vitezei de ardere, în toate regimurile de funcționare ale camerei de ardere, eliminându-se astfel riscul fenomenului de întoarcere de flacără. Amestecul aer combustibil gazos, cu dozaj sărac, este distribuit pe direcție axială, în canalele de curgere ale

Președinte Director General

dr. ing. Valentin SILIVESTRU



12-01-2016

turbionatorului, printr-o succesiune de orificii cu diametre monoton descrescătoare in direcția aval, dimensionarea lor fiind făcută astfel ca penetrația jeturilor de combustibil sa fie maxima in amonte si minima in aval. Acesta dispunere permite ca in secțiunea de ieșire din turbionator, amestecul aer combustibil gazos sa fie uniform, condițiile de ardere fiind îndeplinite, iar arderea are loc in jeturi omogene, ducând la scăderea cantității de noxe emise. Ajutajele convergente la ieșirea din turbionator produc jeturi de turbionare, inclinate radial si axial cu unghiuri care sa permită stabilizarea optima a flăcării. Aceste jeturi, de forma caracteristica a jeturilor de fante paralelogram alungite, sunt separate intre ele, permițând astfel, in procesul de turbionare sa primească prin efect de ejecție aport de aer si amestec aer combustibil, pentru optimizarea dozajului optim. Aceasta optimizare se produce prin aport de amestec aer combustibil și se produce prin amestecul de aer si combustibil produs de intersecția jeturilor de combustibil livrat de orificiile de combustibil inclinate la unghiul fantelor de ieșire din turbionator cu jeturile de aer radiale. Un aport suplimentar minim de aer se produce prin ejecție de aerul ce pătrunde prin porțiunea frontala a tubului de foc prin orificii perpendiculare pe peretele tubului de foc. Orificiile dese cu diametre mici au si rolul suplimentar de eliminare a unei zone de stagnare ce poate produce depuneri carbonoase si supraîncălziri. In zona cilindrica a zonei primare a tubului de foc, zona spălata de jeturile de turbionare, sunt practicate orificii dese cu diametre mici, inclinate radial la unghiul de ieșire din fantele turbionatorului. Acest fel de dispunere si inclinare scoate răcirea prin efuzie din zona stratului limita, eliminând posibilitatea înghețării reacțiilor chimice. Efectul de răcire al pereților, mai mic in acest caz, este permis, datorita posibilității de stabilizare de flacără la temperaturi mult mai mici decât in cazurile clasice in zona primara a tubului de foc. Combinația celor de mai sus permite funcționarea cu amestecuri de gaze combustibile cu viteze mari de ardere, rezultând emisii de noxe reduse, si permite micșorarea dimensiunilor tubului de foc. Soluția poate fi folosită în orice domeniu în care este nevoie de arderea combustibililor, sau amestecurilor de combustibili cu viteze mari de ardere, de exemplu hidrogen, în special în domeniul camerelor de ardere și postcombustie ale turbomotoarelor cu gaze industriale si aeroderivative.

Președinte Director General

dr. ing. Valeriu SILIVESTRU



Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1 - 12, care reprezintă:

- Fig.1, vedere 3D parțial secționată camera de ardere cu preamestec și turbionare ;
- Fig.2, secțiune longitudinală a camerei de ardere din fig.1;
- Fig.3, detaliu din fig 2 ;
- Fig.4, detaliu în vedere izometrică a reperului **B** din fig. 3 ;
- Fig.5, vedere laterală a reperului **B** din fig 4 ;
- Fig.6, vedere frontală pe direcția A din fig.5;
- Fig.7, vedere frontală izometrică pe direcția B din fig.5;
- Fig.8, secțiune după planul C-C din fig.7;
- Fig.9, secțiune, cu detalii nereprezentate, după planul D-D din fig.3 ;
- Fig.10, secțiune după planul D-D din fig.3;
- Fig.11, detaliul E din fig.10;
- Fig.12, detaliul F din fig.10;

Camera de ardere cu preamestec și turbionare este formată dintr-o carcasa exterioară, un sistem de injecție, un sistem de aprindere cu bujie și dintr-un tub de foc terminat în aval cu o zonă secundară de diluție. Sistemul de injecție **A**, alimentează cu combustibil gazos un turbionator **B** format la exterior de niște palete elicoidale **1**, care sunt dispuse pe direcție axială de curgere, de grosime minimă **a**, constantă pe înălțime și care formează niște canale elicoidale evazate de curgere, cu lățimea mică **b** la baza și lățimea mare **c** la vârf, care se îngustează monoton spre aval formând niște ajutaje convergente **d**, cu secțiune plan paralelă de lățime **e** formând la ieșire jeturi cu unghiuri α față de direcția axială și formând niște jeturi de turbionare **f**. Alimentarea cu gazele combustibile se face prin pătrunderea acestora printr-un canal interior **g** al turbionatorului **B** și mai departe în fluxul de aer prin niște orificii **h** poziționate pe centru și la baza fiecărui canal de curgere, pe mai multe rânduri **h₁**, **h₂**, **h_x**, secțiunea lor micșorându-se monoton în direcția de curgere dinspre amonte spre aval după legea: secțiunea $h_2 = 0,5 \times (\text{secțiunea } h_1)$, $h_x = 0,5 \times (\text{secțiunea } h_{(x-1)})$. O altă parte din gazele combustibile, în proporție de maxim 10% din total, sunt distribuite prin niște canale **i** practicate prin toate paletele **1** turbionatorului **B** care comunică cu niște orificii **j** înclinate în direcția și după unghiul α , jetul de amestec aer gaze combustibile, intersectându-se cu jeturi de aer ce pătrund prin niște canalizații **l** practicate la extremitatea aval a unei piese **C** de

Președinte Director General

dr. ing. Valeriu SILIVESTRU



centrare a turbionatorului **B**. Pentru admisia unei alte părți ale aerului în zona primară a camerei de ardere, sunt practicate, pe peretele frontal al zonei primare **D** niște orificii alungite **m** aliniate după o axă care începe la diametrul minim al peretelui frontal, de la jumătatea distanței între ajutajele convergente **d**, axa fiind înclinată în aceeași direcție și după unghiul α cu care ies jeturile de turbionare **f** din ajutajele convergente **d**. O altă parte a aerului pătrunde prin niște orificii circulare mici **n**, practicate perpendicular pe suprafața peretelui frontal al zonei primare **D**, raportul între diametrul **o** al orificiilor **n** și grosimea **p** a peretelui frontal al zonei primare fiind $o/p = 0,25-0,5$. O altă parte a aerului pătrunde prin niște orificii circulare mici **r** practicate pe peretele circular al zonei primare **E**, fiind înclinate, în secțiune transversală, cu unghiul α cu care ies jeturile de turbionare **e** din ajutajele convergente **f**, pe direcție opusă jeturilor de turbionare **f**, raportul între diametrul **s** al orificiilor **r** și grosimea **p** a peretelui circular al zonei primare fiind $s/r = 0,25-1,0$.

Președinte Director General



ing. Valentin SILIVESTRU

FIȘA BIBLIOGRAFICĂ

- CAMERA DE ARDERE CU PREAMESTEC PARTIAL – BREVET : 110090 B1
- SISTEM DE POSTCOMBUSTIE TURBOMOTOR, CU PREAMESTEC PARTIAL, IN COGENERARE – BREVET : 117395 B
- MULTI-HOLE FILM COOLED COMBUSTOR LINER WITH SLOTTED FILM STARTER - US 5279127 A
- LINER STRUCTURE FOR A GAS TURBINE COMBUSTION CHAMBER - EP 0 199 534 A1
- COMBUSTION CHAMBER FOR A GAS TURBINE - EP 0741849 B1
- THREE-DIMENSIONAL SWIRLER IN A GAS TURBINE COMBUSTOR - US 6502399 B2
- NATURAL DRAFT LOW SWIRL BURNER - US 20140230701 A1

Președinte Director General
dr. ing. Valentin SILIVESTRU



REVENDICARE

Camera de ardere cu preamestec si turbionare, formata dintr-o carcasa exterioara, un sistem de injectie, un sistem de aprindere cu bujie si dintr-un tub de foc terminat in aval cu o zona secundara de dilutie, **caracterizata prin aceea ca** sistemul de injectie **(A)**, alimenteaza cu combustibil gazos un turbionator **(B)** format la exterior de niste palete elicoidale **(1)**, care sunt dispuse pe directia axiala de curgere, de grosime minima **(a)**, constanta pe inaltime si care formeaza niste canale elicoidale evazate de curgere, cu lăţimea mica **(b)** la baza si lăţimea mare **(c)** la vârf, care se îngustează monoton spre aval formând niste ajutaje convergente **(d)** cu sectiune plan paralela de lăţime **(e)** formând la iesire jeturi cu unghiuri **(α)** fata de directia axiala si formând nişte jeturi de turbionare **(f)**, alimentarea cu gazele combustibile facondu-se prin pătrunderea acestora printr-un canal interior **(g)** al turbionatorului **(B)** si mai departe in fluxul de aer prin nişte orificii **(h)** pozitionate pe centru si la baza fiecărui canal de curgere, pe mai multe rânduri **(h₁), (h₂), (h_x)**, sectiunea lor micşorându-se monoton in directia de curgere dinspre amonte spre aval după legea sectiunea $h_2=0,5x(\text{sectiunea } h_1)$, $h_x=0,5x(\text{sectiunea } h_{(x-1)})$, o alta parte din gazele combustibile, in proportie de maxim 10% din total, fiind distribuite prin nişte canale **(i)** practicate prin toate paletele **(1)** turbionatorului **(B)** care comunica cu nişte orificii **(j)** inclinate in directia si după unghiul **(α)** jetul de amestec aer gaze combustibile, intersectandu-se cu jeturi de aer ce pătrund prin nişte canalizatii **(l)** practicate la extremitatea aval a unei piese **(C)** de centrare a turbionatorului **(B)**, pentru admisia unei alte parti ale aerului in zona primara a camerei de ardere fiind practicate pe peretele frontal al zonei primare **(D)** nişte orificii alungite **(m)** aliniat după o axa care începe la diametrul minim al peretelui frontal, de la jumătatea distantei intre ajutajele convergente **(d)**, axa fiind inclinata in aceeaşi directie si după unghiul **(α)** cu care ies jeturile de turbionare **(f)** din ajutajele convergente **(d)**, o alta parte a aerului pătrunzând prin nişte orificii circulare mici **(n)**, practicate perpendicular pe suprafata peretelui frontal al zonei primare **(D)**, raportul intre diametrul **(o)** al orificiilor **(n)** si grosimea **(p)** a peretelui frontal al zonei primare

Preşedinte Director General
dr. ing. Valentin SILIVESTRU



fiind $\alpha/p = 0,25-0,5$, o alta parte a aerului pătrunzând prin niște orificii circulare mici (**r**) practicate pe peretele circular al zonei primare (**E**), fiind inclinate, in secțiune transversala, cu unghiul (α) cu care ies jeturile de turbionare (**f**) din ajutajele convergente (**d**), pe direcție opusa jeturilor de turbionare (**f**), raportul intre diametrul (**s**) al orificiilor (**r**) si grosimea (**p**) a peretelui circular al zonei primare fiind $s/r = 0,25-1,0$.



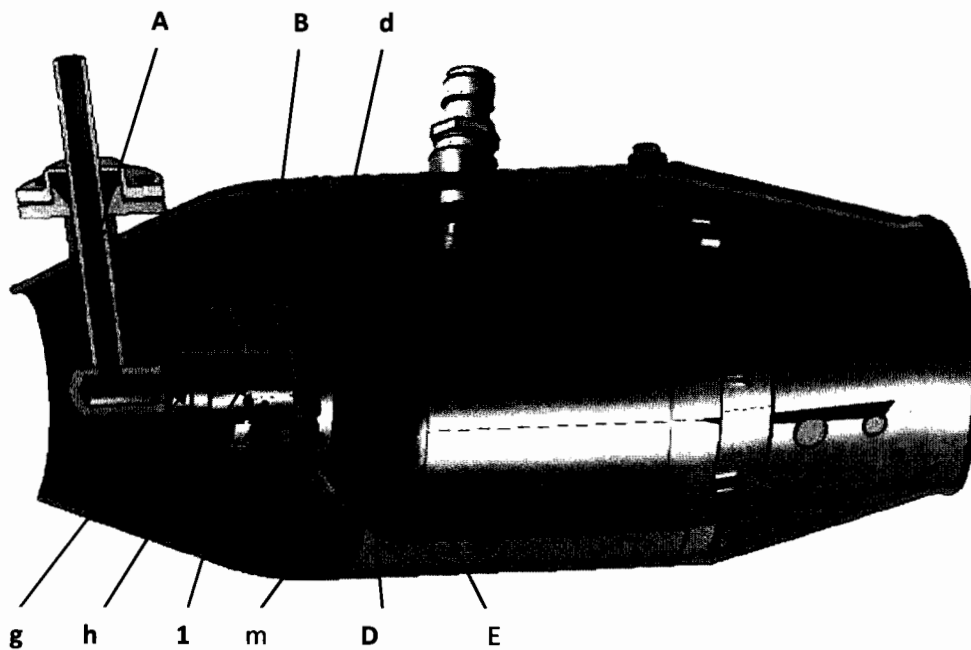


FIG.1

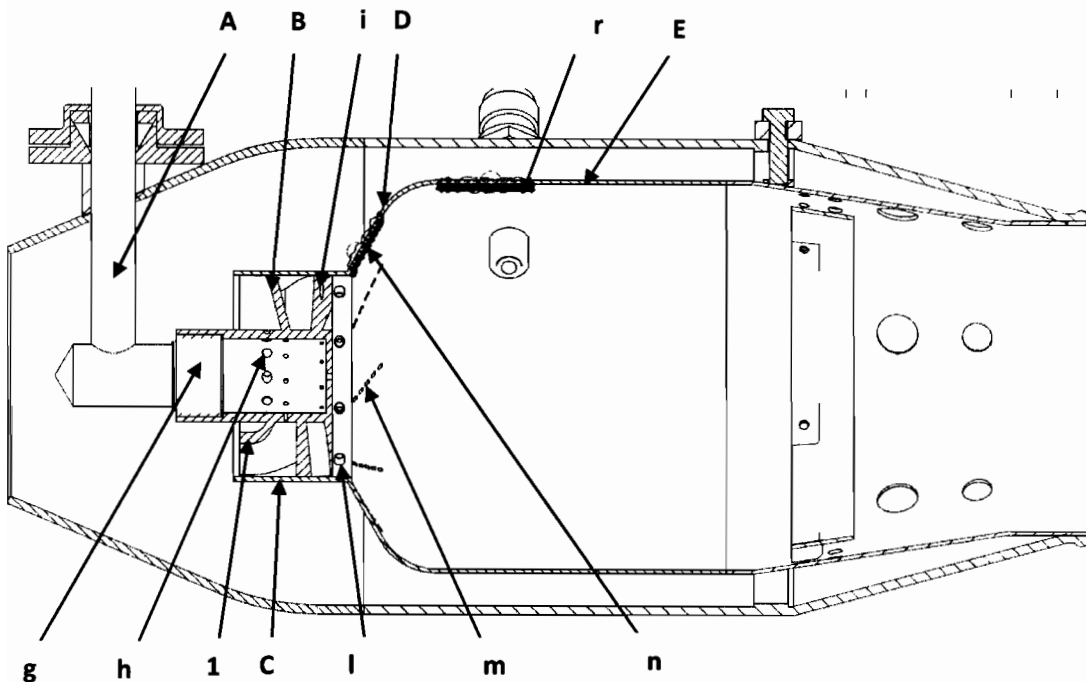


FIG.2

Președinte Director General



Valentin SILIVESTRU

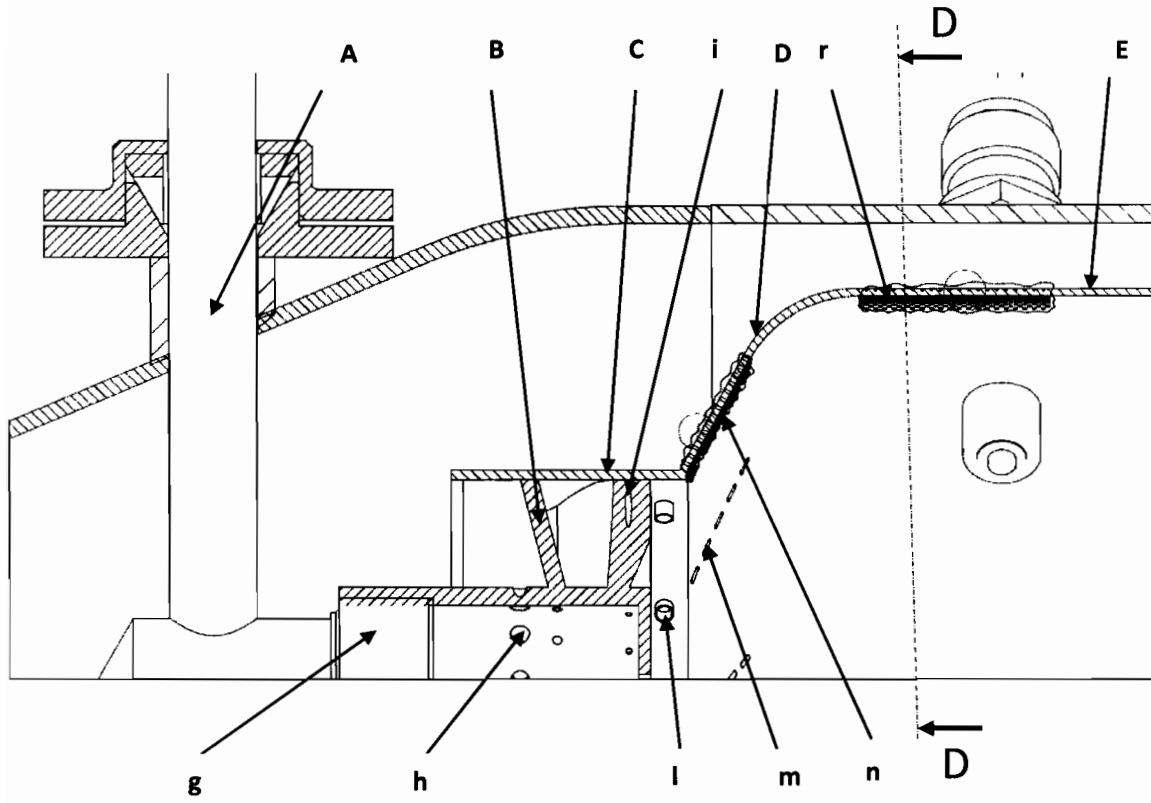


FIG.3

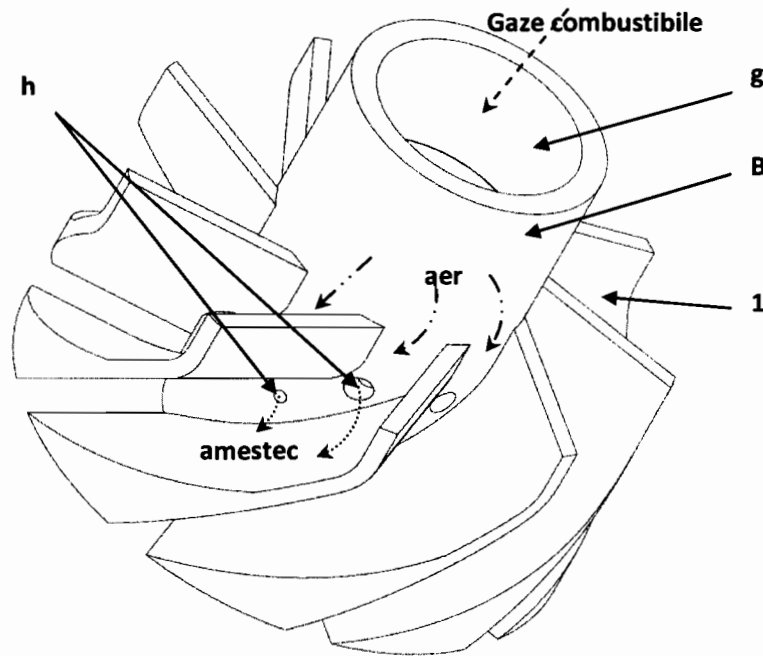


FIG.4

Președinte Director General
dr. Ing. Valentin SILIVESTRU



[Handwritten signature]

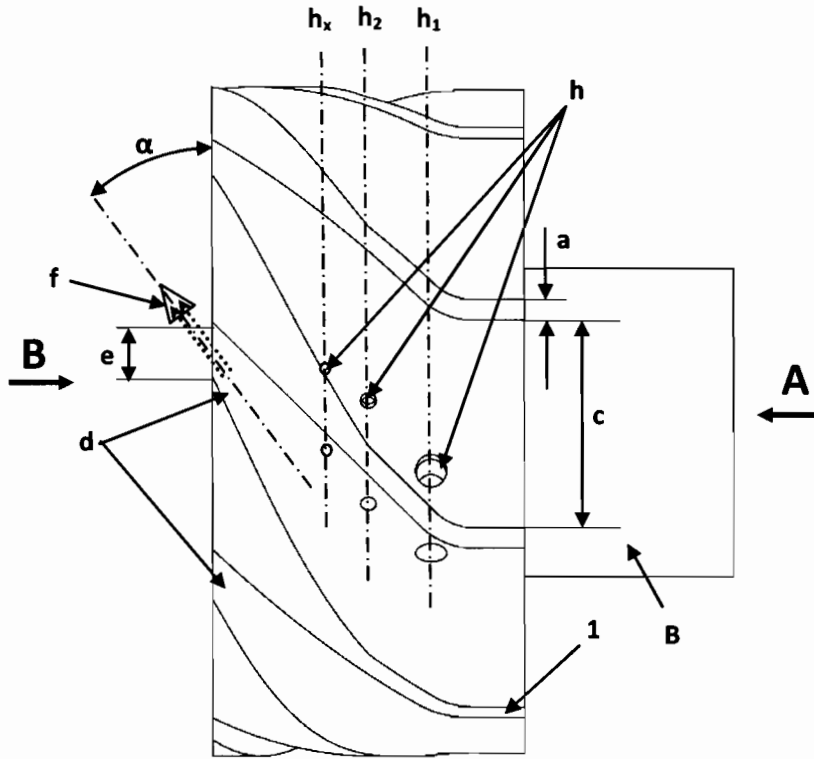


FIG.5

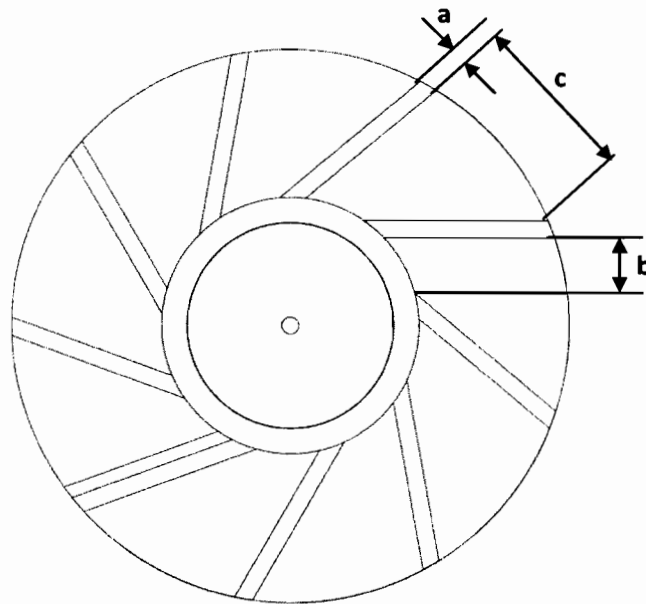


FIG.6

Președinte Director General
Ing. Valeriu SILIVESTRU



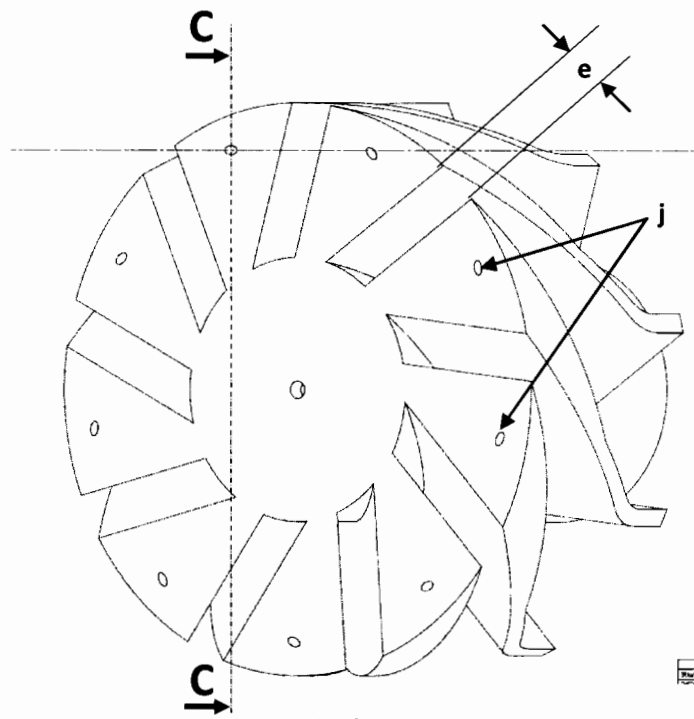


FIG.7

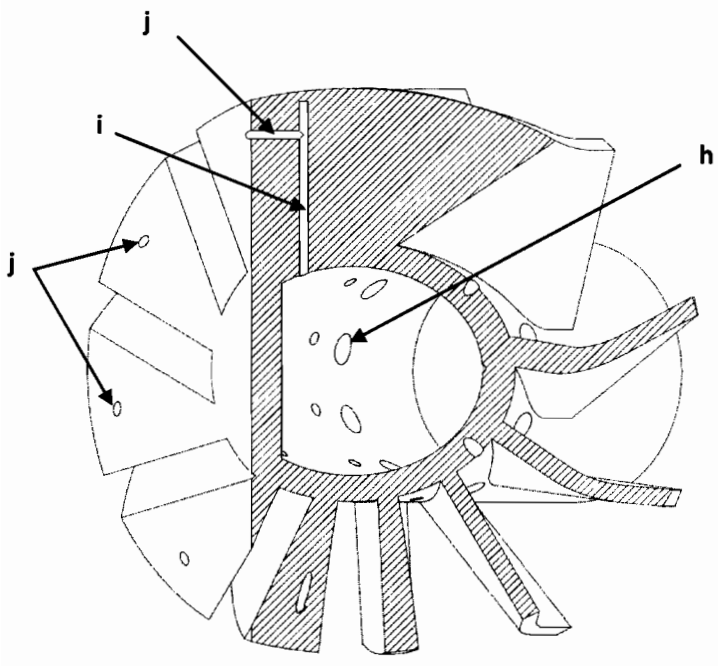


FIG.8

Președintele Director General



Ing. Valeriu SILIVESTRU

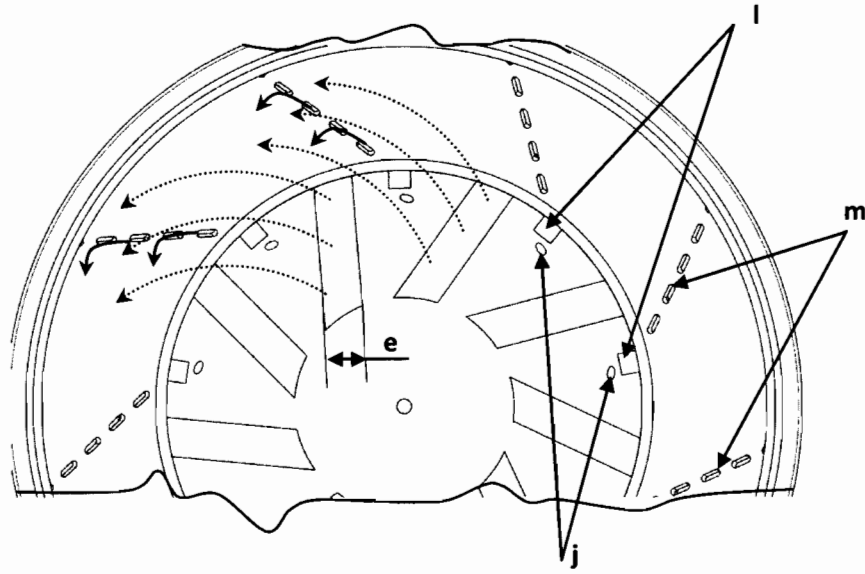


FIG.9

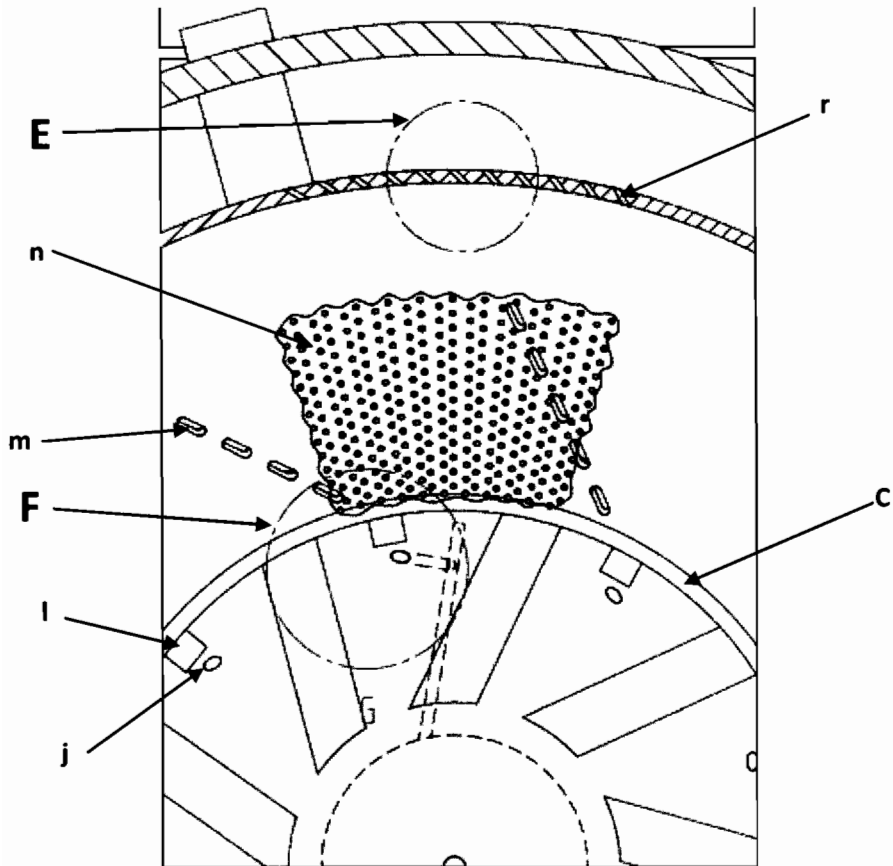


FIG.10

Președinte Director General
dr.ing. Valeriu SILIVESTRU



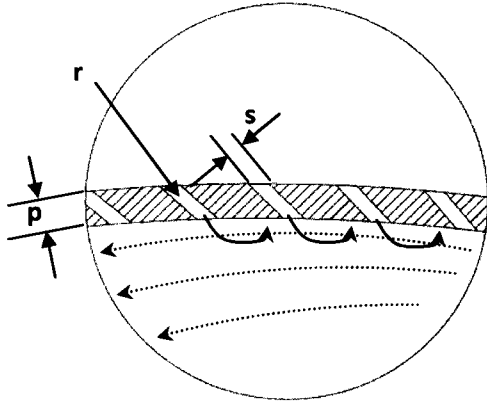


FIG.11

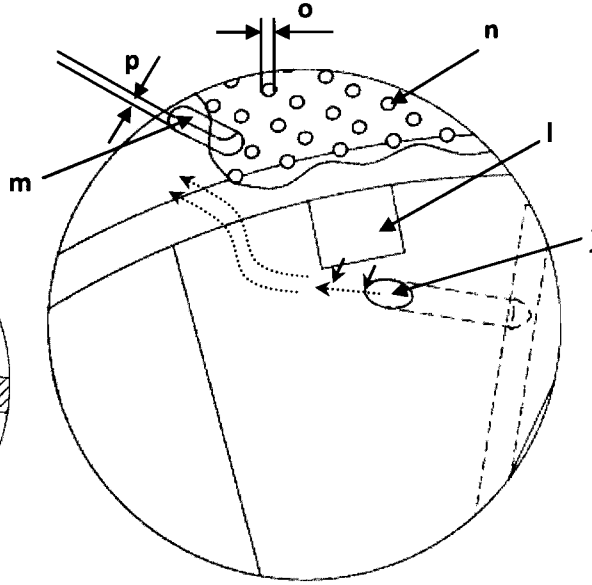


FIG.12

Președinte Director General

ing. Valentin SILIVESTRU

