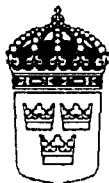


SVERIGE

(12) **PATENTSKRIFT**(13) **C2**(11) **520 242**

(19) SE

(51) Internationell klass 7  
**F02K 9/64, 9/97**
**PATENT- OCH  
REGISTRERINGSVERKET**

(45) Patent meddelat **2003-06-17**  
 (41) Ansökan allmänt tillgänglig **2002-07-12**  
 (22) Patentansökan inkom **2001-01-11**  
 (24) Löpdag **2001-01-11**  
 (62) Stamansökans nummer  
 (86) Internationell ingivningsdag  
 (86) Ingivningsdag för ansökan  
 om europeisk patent  
 (83) Deposition av mikroorganism

(21) Patentansöknings-  
nummer **0100075-1**

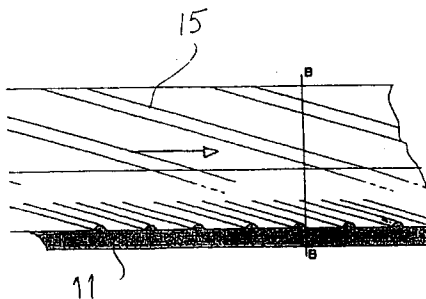
Ansökan inkommen som:

- svensk patentansökan  
 fullföljd internationell patentansökan  
 med nummer  
 omvandlad europeisk patentansökan  
 med nummer

(30) Prioritetsuppgifter  
- -

- (73) **PATENTHAVARE** Volvo Aero Corp, 461 81 Trollhättan SE  
 (72) **UPPFINNARE** Jan Häggander, Trollhättan SE  
 (74) **OMBUD** Volvo Technology Corp  
 (54) **BENÄMNING** Del till en raketmotor för flytande bränsle samt förfarande  
 för framställning av en del till en raketmotor  
 (56) **ANFÖRDA PUBLIKATIONER:**  
 EP 530 721, GB 904 887  
 Derwent's abstract no. 97-098746/09, RU 2061890  
 (57) **SAMMANDRAG:**

Uppfinningen avser en del (10) till en raketmotor för flytande bränsle. Raketmotordelen har en lastbärande väggstruktur (11,14) innefattande ett flertal kylkanaler (11) för ledning av ett kylflöde. Varje kylkanal (11) är försedd med en flödesstyrande yta (15,17) som sträcker sig med en vinkel relativt kylkanalens axel för att tillföra det axiella flödet en flödeskomponent i radiell riktning.



## SAMMANDRAG

Uppfinningen avser en del (10) till en raketmotor för flytande bränsle. Raketmotordelen har en lastbärande väggstruktur (11,14) innefattande ett flertal kylkanaler (11) för ledning av ett kylflöde. Varje kylkanal (11) är försedd med en flödesstyrande yta (15,17) som sträcker sig med en vinkel relativt kylkanalens axel för att tillföra det axiella flödet en flödeskomponent i radiell riktning.

10

(Fig. 2)

5

## TEKNISKT OMRÅDE

Föreliggande uppfinning avser en del till en raketmotor för flytande bränsle, vilken raketmotordel har en lastbärande väggstruktur innefattande ett flertal kylkanaler för ledning av ett kylflöde. Uppfinningen avser också ett förfarande för framställning av raketmotordelen.

## UPPFINNINGENS BAKGRUND

Under drift är värmebelastningen mycket intensiv inuti en rakets brännkammare. Brännkammarens väggar måste kylas effektivt för att de inte skall smälta eller att strukturen på något annat sätt skall förstöras. Det vanligaste sättet att kyla kammarväggen är via konvektion. Det kalla flödet och även ett oxidermedel används för kylning.

Kamrarnas livslängd är ofta ett problem. Man måste vara mycket varsam för att säkerställa korrekt funktion. Inspektion och reparation är kostsamt under utveckling och i användning av motorerna. Livslängden beror mycket på temperaturnivån hos väggstrukturen närmast flammen. Temperaturgradienten över kylkanalerna genererar termiska spänningar. De höga temperaturerna degraderar materialegenskaperna. Därför beror livslängden mycket kraftigt av temperaturen. En reduktion av temperaturen med 100°K leder till en ungefär trefaldig ökning av livslängden och en tiofaldig ökning av krypningsmotståndet.

Den intensiva värmebelastningen leder till en skiktning av kylmedlet. Kylmedlet som föreligger närmast den heta väggen värms upp, vilket resulterar i en  
5 temperaturökning. Kylmedlets viskositet sänks, vilket leder till en ökad flödes hastighet närmast den uppvärmda väggen. Sålunda skiktas kylmedlet med skarpa temperaturgradienter. En stor del av kylmedlet värms enbart upp till en låg temperaturnivå, vilket reducerar  
10 kylsystemets effekt. Temperaturskillnaden i kylmedlet kan vara i storleksordningen 600-700°K. Vid utsidan av kylkanalen, nära dess utloppsände, kan kylmedlet fortfarande ha inloppstemperaturen 60°K.

15 Det har föreslagits att öka kylväggens kylyta, exempelvis genom att anordna långsträckta fenor utmed kanalernas insidor. Fenorna måste emellertid ha en viss höjd för att penetrera det termiska gränsskiktet. Kylmedlets flödes hastighet kommer att sjunka i gapet  
20 mellan fenorna i det fall de görs höga och anordnas tätt ihop. Därför är ökningen i värmeöverföring begränsad med denna åtgärd. Dessutom måste fenornas nedre delar vara spetsiga för att skapa utrymme åt ett stort antal fenor. Den spetsiga nedre delen sträcker sig vinkelrätt mot den  
25 första huvudspänningen. Kanalens botten representerar en viktig spänningskoncentration. Framställningen av fenorna är en känslig operation. Kanalernas bredd är i midjeområdet i storleksordningen 1.0 mm, vilket innebär att den maximala bredden på en av tre fenor är 0.3 mm  
30 och fenans topp blir oändligt tunn.

Dessutom har det föreslagits att göra värmeöverföringen mer effektiv genom att öka kanalväggens ytgrovhet för att generera turbulens i kylflödet. Ytgrovheten ökar

3

virvelbildningen vid väggen, men effekten är liten med ett flödesmedel med en mycket låg viskositet, såsom väte.

5 I JP 60048127 beskrivs användning av ett vridet stålband inuti en horisontell kylkanal för att tvinga ett sekundärt flöde att undvika att skiktas. Detta förfarande föreslås för applikation i kärnkrafts-  
10 mellanliggande pump, värmväxlare och inloppsmunstycke hos en ånggenerator. Stålbandet kan leda till varma punkter på den varma sidan och överhettning av materialet på grund av ett reducerat kylmedelsflöde i kanalen.

15

#### SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Ett syfte med den föreliggande uppfinningen är därför att förse en raketmotordel med en reducerad skiktning av kylmedlet inuti kylkanalerna.

20

Detta syfte uppnås med delen enligt uppfinningen, vilken är kännetecknad av att varje kylkanal är försedd med en flödesstyrande yta som sträcker sig med en vinkel relativt kylkanalens axel för att tillföra det axiella  
25 flödet en flödeskomponent i radiell riktning. Den flödesstyrande ytan tvingar kylmedlet att rotera då det flödar genom kanalen så att skiktning undviks.

Förfarandet enligt uppfinningen kännetecknas av stegen  
30 att bearbeta ytan hos en platta av metalliskt material så att ytan uppvisar en flödesstyrande yta, vikning av metallplattan till kylkanaler, och fastgöring av kylkanalerna vid väggstrukturen.

Fördelaktiga utföringsformer hos uppfinningen framgår av de följande beroendekraven.

#### KORT BESKRIVNING AV FIGURER

- 5 Uppfinningen skall beskrivas närmare i det följande på ett icke-begränsande sätt med hänvisning till de bifogade ritningarna, i vilka:
- FIG 1 är ett schematiskt längsgående tvärsnitt genom en raketmotorbrännkammare enligt uppfinningen,
- 10 FIG 2 visar ett längsgående tvärsnitt i en större skala av en kylkanal hos brännkammaren som visas i figur 1, enligt en första utföringsform av uppfinningen,
- FIG 3 är ett tvärsnitt utmed linjen B-B i figur 2,
- 15 FIG 4 är ett tvärsnitt utmed linjen A-A i figur 3,
- FIG 5 är ett tvärsnitt svarande mot figur 2, enligt en andra utföringsform av uppfinningen, och
- FIG 6 är ett tvärsnitt utmed linjen C-C i figur 5.

#### 20 DETALJERAD BESKRIVNING AV UPPFINNINGEN

- I Fig 1 visas en schematisk och något förenklad vy sidovy av en raketmotorbrännkammare 10 som har framställts enligt den föreliggande uppfinningen. Brännkammaren är avsedd för användning i raketmotorer av
- 25 den typ som använder flytande bränsle, exempelvis flytande väte. Arbetssättet för en sådan raketmotor är känd sedan tidigare och beskrivs därför inte i detalj här. Brännkammaren 10 kyls med hjälp av ett kylmedel som företrädesvis också används som bränsle i i den
- 30 specifika raketmotorn. Uppfinningen är emellertid inte begränsad till brännkammare av denna typ.

Brännkammaren 10 framställs med en yttre form som bildar en rotationssymmetrisk kropp med en centrumaxel och ett tvärsnitt som varierar i diameter utmed nämnda axel.

5 Brännkammareväggen utgörs av en struktur som innefattar ett flertal inbördes närliggande kylkanaler 11, vilka sträcker sig väsentligen parallellt med brännkammarens 10 längsgående axel från ett samlingsrör vid brännkammarens inlopp 12 till ett samlingsrör vid 10 brännkammarens utlopp 13. Strukturens utsida innefattar en tryckmantel 14 i ett stycke. De U-formiga kylkanalerna 11 kröks i deras längsriktning så att de anpassas till mantelns kontur och de är axiellt orienterade utmed väggen och i denna position förbinds 15 de med mantelns metalliska vägg genom lödning.

I utföringsformen enligt figurerna 2-4 har varje kylkanal 11 en inre flödesstyrande yta som innefattar ett flertal utskjutande ribbor 15, vilka sträcker sig 20 med en vinkel relativt kylkanalens axel. Vinkeln på ribborna kommer att tvinga kylmedlet att rotera inuti kanalen då kylmedlet flödar utmed kanalen. På detta sätt kommer uppvärmt kylmedel att transporteras från kanalens utsida till insidan och uppvärmt kylmedel 25 kommer att transporteras från kanalens insida till utsidan.

Det blir möjligt att reducera brännkammarens temperatur med 100 °K genom att man ersätter ungefär 15% av det 30 redan uppvärmda kylmedlet med uppvärmt kylmedel. Den radiella flödes hastigheten hos kylmedlet bör i så fall vara ungefär 15% av dess axiella hastighet. Detta representerar en vinkel på 9 grader från den axiella

6

hastighetsvektorn. Denna lilla vinkel medför enbart en liten tryckminskning hos kylflödet.

Den ribbade kanalytan ökar de små virvlarna och friktionen på den varma sidan, vilket också bidrar till en ökad värmeöverföring. Istället för den ribbade ytan enligt figurerna 2-4 kan ytan förses med spår i kanalväggen. Topologin bör vara relativt jämn vid den varma sidan av kanalen, vilket är det livslängdsbegränsande området, i syfte att reducera spänningskoncentrationerna.

Figurerna 5 och 6 visar en andra utföringsform av uppfinningen, varvid de flödesstyrande ytorna är anordnade i kanalen i form av en separat insatsstruktur 16, som har yttre gängade partier 17. Strukturen 16 är anpassad att vara fast anordnad i kanalen. Eftersom det inte finns några gängade partier 17 vid kanalväggens insida så blockerar inte insatsen kylmedlet från tillgång till den varma väggen. Som ett alternativ till insatsen 16 som visas i figurerna 5 och 6, så kan insatsen utgöras av en skruvlinjeformig spiral utan en central kärna.

Kanalerna 11 kan ha ett mindre tvärsnitt vid samlingsröret vid inloppet 12 än vid samlingsröret vid utloppet 13. Företrädesvis är varje separat kylkanalelement präglat för att uppvisa den önskade ytstrukturen med ribbor eller spår. Dessa element viks till den önskade avsmalnande bredden på kanalen. Slutligen monteras de separata kanalerna i en rotationssymmetrisk kammare och löds fast. Framställningen av manteln och samlingsrören är sålunda förenklad.

Som ett alternativ kan ytstrukturen appliceras på/i  
kanaler med parallella sidor. Detta kan utföras genom  
avlägsnande av material, exempelvis genom bearbetning  
5 med hjälp av elektriska urladdningar.

Uppfinningen skall inte anses vara begränsad till de  
ovan beskrivna utföringsformerna, utan ett flertal  
modifikationer är möjliga inom ramen för efterföljande  
10 patentkrav. Exempelvis kan den beträffande kylning  
förbättrade väggstrukturen även appliceras vid yttre  
expansionsraketmotorer såsom runda och linjära så  
kallade "aero-spike"-motorer. Den flödesstyrande ytan  
behöver inte sträcka sig utmed hela kylkanalens längd.  
15 Med andra ord kan den flödesstyrande ytan appliceras på  
enbart en del av kylkanalen, vilken del är utsatt för  
den högsta termiska belastningen, exempelvis  
midjeregionen.

## PATENTKRAV

1. Del (10) till en raketmotor för flytande bränsle,  
5 vilken raketmotordel har en lastbärande väggstruktur  
(11,14) innefattande en yttre mantel (14) och ett  
flertal kylkanaler (11) för ledning av ett kylflöde  
k ä n n e t e c k n a d av,  
att ett kylkanalelement, som är förbundet med manteln,  
10 bildar en av nämnda kylkanaler, och att varje kylkanal  
(11) är försedd med en flödesstyrande yta (15,17) som  
sträcker sig med en vinkel relativt kylkanalens axel för  
att tillföra det axiella flödet en flödeskomponent i  
radiell riktning.
- 15
2. Del enligt krav 1,  
k ä n n e t e c k n a d av,  
att den flödesstyrande ytan (15) ingår i kanalväggen  
(18).
- 20
3. Del enligt krav 2,  
k ä n n e t e c k n a d av,  
att den flödesstyrande ytan innefattar ett flertal spår  
i kanalväggen (18).
- 25
4. Del enligt krav 2 eller 3,  
k ä n n e t e c k n a d av,  
att den flödesstyrande ytan innefattar ett flertal  
ribbor (15) utskjutande från kanalväggen (18).
- 30
5. Del enligt något av kraven 1-4,  
k ä n n e t e c k n a d av,  
att den flödesstyrande ytan innefattar en separat  
struktur (16) inuti kylkanalen (11).

6. Del enligt krav 5,  
k ä n n e t e c k n a d av,  
att strukturen innefattar en skruvlinjeformig spiral.  
5
7. Del enligt krav 5,  
k ä n n e t e c k n a d av,  
att strukturen innefattar en gängad skruv (16,17).
- 10 8. Förfarande för framställning av en del (10) till en  
raketmotor för flytande bränsle, vilken raketmotordel  
har en lastbärande väggstruktur (11,14) innefattande en  
yttre mantel (14) och ett flertal kylkanaler (11) för  
ledning av ett kylflöde  
15 k ä n n e t e c k n a t av stegen att  
bearbeta ytan hos en platta av metalliskt material  
så att ytan uppvisar en flödesstyrande yta (15),  
vika metallplattan till åtminstone ett  
kylkanalelement, och  
20 fastgöra nämnda kylkanalelement vid manteln (14)  
hos väggstrukturen så att nämnda kylkanaler bildas.
9. Förfarande enligt krav 8,  
k ä n n e t e c k n a t av att metallplattans yta  
25 bearbetas genom att man präglar spår in i ytan.
10. Förfarande enligt krav 8,  
k ä n n e t e c k n a t av att metallplattans yta  
bearbetas genom prägling för att utforma utskjutande  
30 ribbor (15) från ytan.

Fig. 1

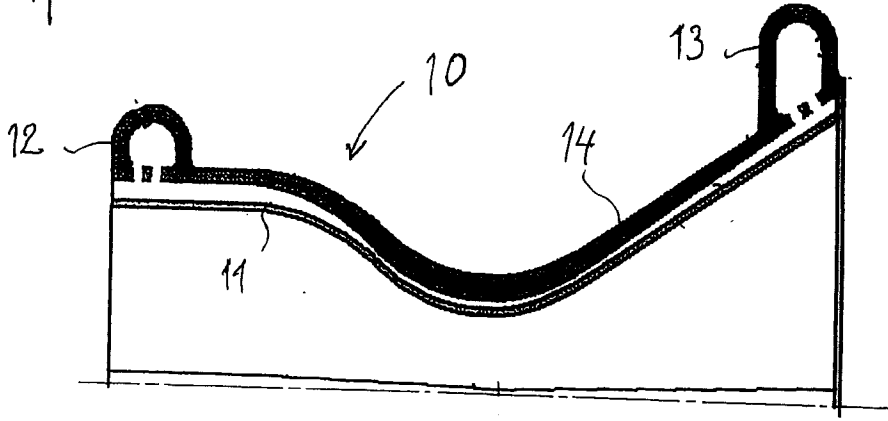


Fig. 2

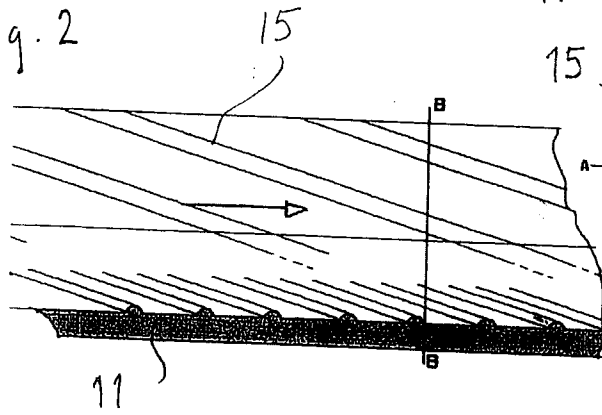


Fig. 4

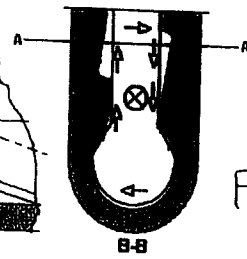
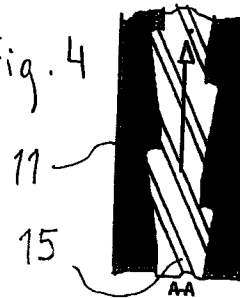


Fig. 3

Fig. 5

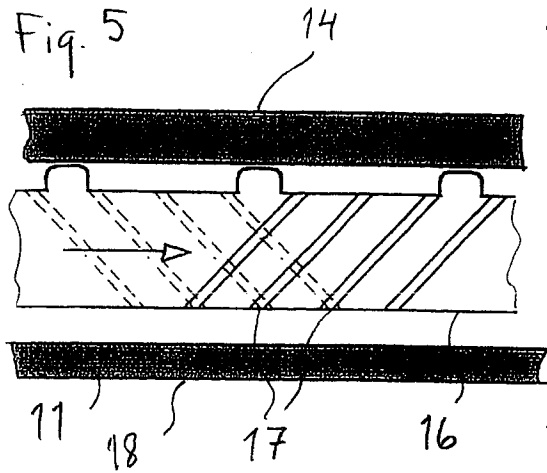


Fig. 6

