

(19) DANMARK



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT (11) 149511 B



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN

- (21) Patentansøgning nr.: 5138/79
(22) Indleveringsdag: 03 dec 1979
(41) Alm. tilgængelig: 05 jun 1980
(44) Fremlagt: 07 jul 1986
(86) International ansøgning nr.: -
(30) Prioritet: 04 dec 1978 US 965815

(51) Int.Cl.⁴: F 02 C 7/052
B 01 D 50/00
F 02 M 35/024

- (71) Ansøger: *PALL CORPORATION; Glen Cove, US.
(72) Opfinder: Charles J. *Roach; US.

(74) Fuldmægtig: Ingeniørfirmaet Budde, Schou & Co

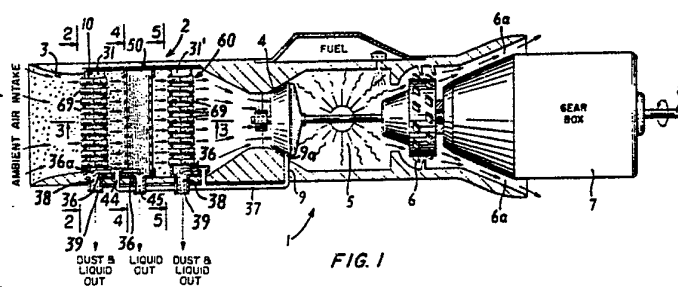
(54) Luftrensere- og fugteliminatorenhed til luftindsugning for gasturbine til et marinefartøj

(57) Sammendrag:

I gasturbiner til brug i marinefartøjer har det hidtil ikke været muligt at kombinere filtre og luftrensere på en sådan måde, at man inden for rimelige værdier af turbinens tværsnit i luftindløb og filtre og hastigheder af luften kan fjerne såvel grove og store som fine og små flydende og faste partikler.

Dette opnås ved, at der i rækkefølge i strømningsretningen er anbragt et første aggregat (10) af hvirvelluftrensere (69) til fjernelse af grove og tunge væskedråber og faste smudspartikler, et andet aggregat (50) af trådmateriale til at fjerne og samle lette og godt spredte flydende smudsdråber og partikler svævende i den delvis rensede luft fra hvirvelluftrensereaggregatet (10) og et tredje aggregat (60) af hvirvelluftrensere (69) med samme eller fortrinsvis større tæthed og gennemstrømningskapacitet pr. enhed af fri indløbsflade end det første aggregat (10) og indrettet til at fjerne yderligere lutte og godt spredte sammenløbne væskedråber og faste smudspartikler fra luften.

5138-79



DK 149511 B

0

Den foreliggende opfindelse angår en luftrensere- og fugteliminatorenhed til fuldstændig fjernelse af luftbåret vand og anden luftbåret væske og faste smuds- partikler indsuget af en gasturbine til brug i marine- fartøjer, hvilken enhed består af en kombination af et 5 hus med et indløb og et udløb anbragt til strømning derigennem af luft, som medfører tungere og lettere smuds- partikler og aerosolbårne partikler, og i huset på tværs af luftstrømmens linie fra indløbet i rækkefølge anbrag- te aggregater, nemlig et første aggregat til fjernelse af 10 tunge flydende og faste smudspartikler og bestående af et antal hvirvelluftrenserer, som hver består af et lige rør- formet luftrenserelegeme, som har en cylindrisk central pas- sage med et indløb og et udløb ved modsatte ender, og et 15 afbøjningsorgan nær indløbet til frembringelse af en hvirvelstrøm i den indstrømmende luft for at koncentrere smudspartikler ved passagens periferi og danne en kerne af luft i passagens midte indeholdende lette og aerosolbårne smudspartikler, og et udløbsorgan med en central passage 20 for luftkernen stående i forbindelse med det rørformede legemes cylindriske centrale passage og anbragt inden i passagen ved udløbet, og hvor udløbsorganets ydervæg be- grænser en generelt ringformet smudsudskylningspassage i det rørformede legemes cylindriske centrale passage, gennem 25 hvilken smudspartiklerne passerer, medens kerneluften i passagens midte går gennem udløbsorganets centrale kerne- luftpassage, og et andet aggregat til samling og fjernelse af lette og aerosolbårne flydende og faste smudspartikler og bestående af et antal på hinanden anbragte plader af 30 trådmateriale til dannelse af passager derigennem fra side til side af aggregatet og anbragt i strømningsfor- bindelse med kerneluftpassagerne i udløbsorganerne i hvirvelluftrensere i det første aggregat, hvilke plader består af monofilamenter med en diameter i området fra 35 omkring 12,7 til omkring 889 mikrometer og over hovedsage- lig hele deres fladeareal holdes sammentrykket til en

0 maksimal porediameter mindre end ca. 5 mm under et tryk
liggende i området fra omkring 6,9 til omkring 690 KPa,
således at trykfaldet over 0,15 kvadratmeter af aggregatet
ved en standard luftstrøm på $83 \text{ m}^3/\text{min.}$ ved $25 \text{ }^\circ\text{C}$ ligger
5 indenfor omkring 0,13 til omkring 0,75 KPa, og trådene ved
mellemlagen mellem de indre lag overalt er i trykberøring
med hinanden ved denne komprimering.

En luftrenser- og fugtelimnatorenhed af denne art
kendes fra svensk fremlæggeskrift nr. 428.700. Den deri
10 omhandlede enhed er beregnet som luftrenser til en gas-
turbinemotor i en flyvemaskine, der anvendes til sprøjt-
ning af store eller vanskeligt tilgængelige landområder, og
formålet med denne luftrenser er at forhindre, at gas-
turbinen indsuger større mængder forureninger såsom ud-
15 sprøjtet herbicid og jordpartikler, og at disse forureninger
forårsager slitage på motoren. Denne enhed er imidlertid
uegnet, når det drejer sig om at fraskille større mængder
af væskepartikler i den indsugede luft.

Formålet for opfindelsen er at tilvejebringe en
20 enhed af den indledningsvis anførte art, der er egnet til
brug i et maritimt fartøj såsom et luftpudefartøj, hvor
driften af fartøjet bevirker, at det hvirvler en vandtåge,
f.eks. en saltvandståge, op omkring sig, og hvor den til
motoren indsugede luft derfor indeholder vandpartikler i
25 stor mængde, samt en enhed med en minimal strømningsmod-
stand for luften.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved, at der er et
tredie aggregat til fjernelse af yderligere flydende og
faste smudspartikler herunder sammenløbne væskedråber og
30 bestående af et antal hvirvelluftrensere arrangeret med
samme eller større tæthed og gennemstrømningskapacitet pr.
enhed af indløbets åbne flade som det første aggregat,
og hvori hvirvelluftrensere består af et lige rørformet
luftrenserlegeme med en cylindrisk central passage med
et indløb og et udløb ved modsatte ender og et afbøjnings-
35 organ nær indløbet til frembringelse af en hvirvelstrøm

0

i den indstrømmende luft for at koncentrere smudspartikler i luften ved passagens periferi og danne en kerne af luft i passagens midte indeholdende lette og aerosolbårne smudspartikler, og et udløbsorgan med en central kerneluftpassage stående i forbindelse med det rørformede legemes cylindriske centrale passage og anbragt i passagen ved udløbet, hvorhos udløbsorganets ydervæg begrænser en generelt ringformet smudsudskylningspassage inden i det rørformede legemes cylindriske centrale passage, gennem hvilken smudspartikler passerer, medens kerneluft i passagens midte passerer gennem udløbsorganets centrale kerneluftpassage.

Det har overraskende vist sig, at vandpartikler, der trænger igennem enhedens andet aggregat til samling og fjernelse af lette og aerosolbårne flydende og faste partikler, ikke foreligger i form af meget små aerosolbårne vandpartikler men i form af større vanddråber, som løsriveres fra aggregatets monofilamenter, og som derfor i hovedsagen kan fjernes fra indsugningsluften i det tredie af hvirvelluftrensere bestående aggregat, der ikke giver anledning til nogen væsentlig yderligere strømningsmodstand over enheden. Herved kan man i høj grad hindre, at der indtages væsentlige mængder af vand i gasturbinen, hvilket dels ville nedsætte dennes ydeevne, dels kunne forårsage saltaflejninger i denne og korrosion af vitale dele deri.

Yderligere udførelsesformer for og træk hos luftrensere- og fugteliminatorenheden ifølge opfindelsen er angivet i de uselvstændige krav.

En foretrukken udførelsesform for luftrensere- og fugteliminatorenheden ifølge opfindelsen skal i det følgende beskrives nærmere, idet der henvises til tegningen, på hvilken

35

0

fig. 1 viser et længdesnit gennem en gasturbine og visende placeringen af luftrenseren og fugteliminatoren ifølge opfindelsen ved turbinens luftindløb foran kompressoren,

fig. 2 et snit efter linien 2-2 i fig. 1 og visende
5 et planbillede af gasindløbssiden af det første aggregat af hvirvelluftrenserer, idet visse dele er borttaget,

fig. 3 et længdesnit gennem det i fig. 2 viste aggregat af hvirvelluftrenserer og visende enkelte luftrenserer og også det knyttede trådvæv i fugteliminatoren anbragt efter aggregatet af hvirvelluftrenserer regnet i strømretningen,
10

fig. 4 i snit efter linien 4-4 i fig. 1 et planbillede af gasindløbssiden af det i fig. 1 viste trådvæv,

fig. 5 i snit efter linien 5-5 i fig. 1 gasindløbssiden af det andet i fig. 1 viste aggregat af hvirvelluftrenserer, og
15

fig. 6 set fra oven og forfra et luftpudefartøj eller marinefartøj af Hovercraft-typen, hvori der er anbragt en luftrenser- og fugteliminatorenhed som vist i fig. 1-5.

Den i fig. 1 viste turbine 1 er af konventionel konstruktion til brug i et marinefartøj som f.eks. vist i fig. 6
20 med undtagelse af luftrenseraggregatet 2 ifølge opfindelsen. Maskineriet indeholder set i rækkefølge i strømretningen et luftindløb eller indtag 3, en kompressor 4, en brænder 5, en turbine 6 og eventuelt en gearkasse 7 eller et andet organ til reduktion af hastighed og drift af en eventuelt drivaksel 8.
25 En ren jetmotor til flyvemaskiner vil ikke indbefatte nogen gearkasse eller noget andet organ til reduktion af fremdrivningskraften, men en motor til marinefartøjer kan have det. En udstødskanal 6a lader forbrændingsprodukterne udstrømme til det fri, efter at de har passeret turbinen 6. Et luftudslip 9 på
30 kompressoren 4 leder komprimeret luft til maskinens reguleringsorganer og luftregulering i førerkabinen samt til andet hjælpeudstyr.

Luftindløbet 3 foran kompressoren har tilstrækkelig stort tværsnitsareal til at tilføre de store luftmængder, der kræves

35

0

for maskinen. Anbragt på tværs af luftstrømmen fra luftindløbet 3 til kompressoren 4 er der en luftrenser- og fugteliminatorenhed 2 ifølge opfindelsen.

Luftrenser- og fugteliminatorenheden ifølge opfindelsen indbefatter som bedst vist i fig. 2 til 5 et første aggregat 10 af hvirvelluftrensere og et andet aggregat af plader af trådmaterialer, som danner en fugtelimator 50, og et tredje aggregat 60 af hvirvelluftrensere.

Hvirvelluftrensere i aggregaterne 10 og 60 er af konventionel og meget ensartet konstruktion, idet de kun er forskellige ved antallet af hvirvelluftrensere 69 pr. enhed gennemstrømningsareal. Hvert aggregat består af et antal hvirvelluftrensere 69 anbragt i rækker og gribende tæt ind mellem hinanden, og de understøttes i luftrenseraggregatets hus 11, som også indeholder fugteliminatoren 50 mellem de to aggregater, og bestående af en hvirvelgeneratorplade 12 og en udløbsrørplade 13 til lukning af den åbne ende af en omsluttende skal 14. Hvirvelgenerator- og udløbspladerne 12 og 13 er ved deres periferi bukket 90° og fastholdes til skallen 14 ved hjælp af nitter 15. De indre plader er monteret stødsikkert på luftrenserhuset 16 gennem lufttætte kautsjukpakninger 17 og bolte 18, og adgang hertil er tilvejebragt ved hjælp af åbninger 18a og udtagelige propper 18b i pladen 12.

Hvirvelfrembringer- og udløbsrørpladerne 12 og 13 er udformet med et antal åbninger 20 og 21. Åbningerne 20 optager og understøtter hvirvelgeneratorrørene 22. Hvert hvirvelgeneratorrør 22 består af et rørformet hus 23, som har en central passage 33, et indløb 24 og et udløb 28. En hvirvelgenerator 26 er anbragt i den centrale passage 33 i nærheden af indløbet 24. Huset 23 er af metal eller fiberfyldt polypropylen.

Hvirvelgeneratorerne 26 er af glasfiberfyldt polypropylen med kønrøg tilsat for at give ultraviolet modstandsdygtighed, og de trykkes på plads, og indløbene bertles til formindskelse af indløbets tryktab. Skovlene 29 er skrueformede.

35

0

Åbningerne 21 optager og understøtter de generelt tilspidsende rørformede udløbsrør 27, som er anbragt med den ene ende strækkende sig ind i udløbet 28 i passagen 33. Udløbsrørene har en tilspidsende central åben passage 32 derigennem for udstrømning af en central luftkerne i passagen 33. Udløbsrørene begrænser et ringformet rum 30 mellem hvirvelgeneratorhuset 23 og den ydre periferi af udløbsrøret 27 til modtagelse af den perifere ring af luft i passagen 33 med smudspartikler.

10

Åbningerne 20 i hvirvelgeneratorpladen 12 har en omløbende rille 19 omkring indløbet 24 i hvert hvirvelgeneratorrør 23 i hver generator 22. Åbningerne 21 i udløbsrørpladen 13 har en omløbende rille 25 på hvert udløbsrør 27. Rummet 31 mellem understøtningspladerne 12 og 13 (som begrænser det indre af luftrenserhuset 11) står i forbindelse med den ringformede passage 30 i hver generator og udgør et skyllekammer. Kanalen 27 (se fig. 1 og 2) danner forbindelse mellem skyllekammeret 31 og luftudligningsledningen 9a fra maskinens kompressor 4. Kerneluften passerer gennem den centrale passage 32 i udløbsrørene 27 uden at komme ind i skyllekammeret 31 med smudspartiklerne.

15

20

En sammenligning mellem fig. 2 og 5 vil vise, at selv om husenes rumfang er ens, er der to eller flere rækker hvirvelluftrensere 69 i det tredje aggregat 60 end i det første aggregat 10, og skyllekammerets rumfang er reduceret i samme grad. Derved formindskes trykfaldet i det tredje aggregat, fordi man ikke behøver det store skyllerumfang som i det første aggregat, idet det meste af smudspartiklerne allerede er blevet fjernet.

25

30

Under ideelle betingelser er det gennemsnitlige trykfald gennem hvert rør i det første og det tredje aggregat 10 og 60 ved en gennemstrømmende luftmængde på 63,8 kubikmeter pr. minut tilnærmelsesvis 0,5 KPa fra indløbet 24 i hvert hvirvelgeneratorrør 22 til kerneluftens udløb 35 i udløbsrøret 27.

35

Det første hvirvelluftrenseraggregat 10 fjerner store faste partikler og også store væskedråber såvel som væske og faste partikler, som er væsentligt tungere end luft, uafhængigt af størrelsen. Dette materiale samles i skyllekammeret

0

31 og kastes overbord. Til dette formål er der et udkastnings-
system, hvori der anvendes luft under tryk fra kompressorens
luftudløbsledning 9, og denne luft under tryk tilføres gennem
ledningen 37 direkte til en udstødskasse 36, hvis mundstykker
5 36a udmunder i udstødsmundinger 38. Den fra mundstykkerne 36a
med stor hastighed i mundingerne 38 udstrømmende luft suger
luft og med denne flydende og faste smudspartikler fra skylle-
kammeret 31 og kaster materialet overbord gennem udløbsporte 39.
I det foreliggende tilfælde har hver halvdel af skyllekammeret
10 31 som udkastningssystem et aggregat af tre udstødningsrør
i to grupper, i alt seks, men ethvert arrangement og antal
udstødningsrør kan givetvis bruges, alt efter kammerets
størrelse og den luftmængde, der skal kastes overbord. Et
stort antal eller en stor størrelse eller begge kan være
15 nødvendig, dersom maskinens luftstrøm er større, og omvendt
ved mindre luftstrøm i maskinen.

Luftstrømmen fra det første hvirvelluftrenseraggregat
10 har fjernet det meste af de store og tunge faste og fly-
dende smudspartikler, medens findelte faste partikler, som
20 er for lette eller for spredte i luften til at udskilles,
føres videre tillige med de så findelte væskedråber, der er
til stede som stabile aerosoler eller tåger. Sådant materiale
fjernes i realiteten som en samlet mængde eller forenet som
store dråber i fugteliminatoren 50.

25 Fugteliminatoren består af et aggregat af sytten olie-
dækkede knyttede trådvævsplader 51, som har et åbent areal på
98,7% og holdes under et tryk på omkring 6,9 KPa inden for
en ramme 52 mellem faste maskevæv 53 på 2,5 x 2,5 cm og af
tråde af rustfrit stål med tykkelse 0,16 cm. I det foreliggen-
30 de tilfælde er de knyttede trådplader udført af sytten plader
af rustfri ståltråde med 152 mikrometer diameter. Trådene i
de kombinerede plader i aggregatet optager kun 1,3% af fugt-
eliminatorens rumfang, medens de resterende 98,7% af rumfanget
er åbent. Tykkelsen af det knyttede trådmåskeaggregat er ca.
35 5 cm.

Findelt fast materiale med mikrodimensioner gående
gennem det første hvirvelluftrenseraggregat 10 er tilbøjeligt

0 til at sætte sig fast i de snoede mellemrum i stablen af
trådplader og sammenklumpes her. Den olie eller anden ikke
flygtig væske, som bruges til dækning, forøger kendeligt
effektiviteten af faste partiklers fjernelse fra luftstrøm-
5 men, idet de faste partikler fastholdes ved at træffe olien,
men denne kan om ønsket udelades. Det meste af den væske, der
fjernes ved at træffe den trådvævet dækkende olie, søger at
flyde nedad under tyngdens påvirkning og samler sig ved
aggregatets bund, og den afvasker og medtager derved noget
10 af det faste materiale. Til at fjerne denne væske og det deri
indeholdte faste materiale er der i bundet af huset 52 anbragt
et udkastningsorgan 54. Dette udkastningsorgan er af lignende
udførelse som dem i hvirvelluftrenseraggregatet. En ledning 44
tilfører luft under tryk fra udligningsledningen 9 til et ud-
15 støderrør 45, som med et mundstykke 46 ender i udstøderens mun-
ding 47. Væske og deri eventuelt indeholdt fast materiale
trækkes ind i munden 47 og kastes overbord gennem en ud-
løbsport 48. Derved er det sikret, at det flydende materiale
fjernes, og at aggregatets åbne areal opretholdes, og det
20 medfører også den fordel, at vasken virker til vaskning af
filteret, idet den siver ned gennem trådvævsstablen mod ud-
stødningsorganet.

Fugteliminatoren kan eventuelt blive overbelastet med
fast materiale under visse betingelser, og med henblik her-
25 på er der truffet forholdsregler, så at fugteliminatoren kan
skydes ud af luftrenseraggregatets hus på styr 49, hvorved
rensning og/eller udskiftning lettes i påkommende tilfælde.
Fugtelimatoraggregatet kan kasseres, når det er blevet til-
strækkelig fyldt med smudsmateriale, der ikke kan fjernes,
30 og som derved medfører stærkt trykfald og/eller begrænsning
af luftstrømmen i maskinens luftindløb, hvilket jo vil be-
virke krafttab og forøge driftsomkostningerne. Modstrøms-
rensning med afvaskning med rensmidler eller damprensning
eller med passende væsker er effektiv og kan bruges. En ren-
35 set fugteliminators kan let påny installeres ved at skydes ind
i huset på den viste måde.

Eventuel væske og fast materiale, der er tilbage i luft-

0 strømmen, såsom sammenløbne væskedråber afrevet fra fugtelimi-
natorens tråde, fjernes i det tredje hvirvelluftrenseraggregat
60. En sådan fjernelse er sikret ved hjælp af det større
gennemstrømningsareal i dette aggregats hvirvelluftrensere 69.
5 Som i det første aggregat 10 samles dette materiale i skylle-
kammeret 31' og kastes overbord. Til dette formål findes der
et lignende udkastningsorgan med anvendelse af luft under tryk
fra kompressorens luftledning 9 og også aftappet ved hjælp
af ledningen 37, og luft under tryk tilføres således direkte
10 til udstøderens fordelingskasse 36, hvis mundstykker 36a ud-
munder i udstøderens munding 38. Luft, som med stor hastig-
hed fra mundstykkerne 36a strømmer ind i mundingerne 38, suger
luft og med denne alle eventuelt tilbageværende flydende og
faste smudspartikler ud af skyllekammeret 31' og kaster ma-
15 terialet overbord gennem udløbsportene 39. I det foreliggende
tilfælde har hver halvdel af udstødssystemets skyllekammer 31'
et aggregat af tre udstødderrør i to grupper, i alt seks, men
ethvert arrangement og antal af udstødderrør kan givetvis
bruges, alt efter kammerets størrelse og den luftmængde, der
20 skal kastes overbord. Det kan være nødvendigt med større antal
eller størrelse eller begge dele. dersom maskinens luftstrøm
er større, og omvendt i tilfælde af mindre luftstrøm.

Luftstrømmen fra det tredje hvirvelluftrenseraggregat
60 fjerner alle flydende og faste smudspartikler, ikke blot
25 de store og tunge, men også de findelte faste og flydende par-
tikler, som er lette, og som oprindelig var godt spredt i
indløbsluften. Sådant materiale er faktisk blevet helt fjernet
efter passage gennem hvirvelluftrenseraggregatet 60.

Fig. 6 viser placeringen af gasturbinen og det i fig.
30 1 til 5 viste luftrenseraggregat i et typisk luftpudefartøj
eller et Hovercraft-fartøj. På den ene side af kahytterne C
vendende mod dækket G er i rækkefølge fra maskinen 1 anbragt
dennes luftindtag 3 og luftrenseraggregatet 2 ifølge opfin-
delsen.

35 Typiske resultater, som viser fordelene ved apparatet
ifølge opfindelsen, og som består i fjernelse af både faste og
flydende smudspartikler, f.eks. støv og vand, vil fremgå af de

0

i det følgende anførte sammenlignende enkeltheder.

Det til opnåelse af disse data anvendte apparat var som vist i fig. 1 til 5 med den forskel, at fugteliminatoren bestod af et aggregat af 34 oliedækkede knyttede trådvævsplader med et åbent areal på 98,7% og sammenholdt under en kompression på omkring 6,9 KPa mellem gitre af stift trådvæv af rustfrit stål med dimensionerne 2,5 x 2,5 x 0,16 cm. De sammenknyttede trådvævsplader var udført af rustfri ståltråd med diameter 152 mikrometer. Trådene i de kombinerede plader i aggregatet optog 1,3% af arealet. Resten af arealet var åbent. Tykkelsen af aggregatet var 10 cm.

Systemet blev anvendt til at rense støv og saltvand fra luft, der træder ind i apparatet med en fladehastighed angivet i meter pr. sekund og mængden af strømmende luft angivet i normalkubikmeter pr. minut og med en skylleluftstrøm i % og et trykfald i kilo Pascal som anført i tabel I.

Effektiviteten af udskillelsen af støv er givet i procent. Effektiviteten for udskillelse af saltvand ved forskellige dele vand pr. milliondele luft er givet i procent.

Resultaterne er sammenlignet parallelt med en lignende række forsøg ved anvendelse af et apparat med samme første og andet aggregattrin, men uden det tredje aggregattrin af hvirvelluftrensere.

Tabel I

Fladehastighed	Luftmængde (m ³ /min)	Skylleluft (%)	Trykfald i vandspøjle (KPa)	Støvedskillelse (%)	Teoretisk udskilningsprocent i dele pr. million			Gennemstrømmende vanddråber <u>2</u>		
					0,1	1	10		100	1000
3	76	5,8	0,25	98	91,0	92,0	96,0	97,0	97,0	> 13000
6	153	5,8	0,97	98	97,0	97,3	98,1	99,0	99,8	> 5000
9	229	5,8	2,2	98	99,7	99,7	99,9	99,9	99,8	> 2000
12	306	5,8	3,9	98	99,9	99,9	99,9	99,8	99,7	7 1100

Apparat ifølge opfindelsen

1 Fordeling af partikelstørrelser ved forskellige koncentrationer af saltvand i forhold til luft, angivet i dele pr. million

PPM Middel-mikronfordeling

0,01 4 µm
 1 5 µm
 10 8 µm
 100 15 µm
 1000 >15 µm

2 Vandindhold i indløbsluften, ved hvilken dråbegennemstrømning sker

Tabel I (fortsat)

Fladehastighed (m/sek.)	Luftmængde (m ³ /min)	Skylleluft (%)	Trykfald i vandspøjle (KPa)	Støvudskillelse (%)	Teoretisk udskilningsprocent i dele pr. million				Gennemstrømmende vanddråber <u>2</u>
					0,1	1	10	1000	
3	76	4,7	0,22	98	91,0	92,0	96,0	97,0	> 12000
6	153	4,7	0,60	98	97,0	97,3	98,1	99,8	> 4000
9	229	4,7	1,8	98	99,7	99,7	99,9	99,8	> 1500
12	306	4,7	2,9	98	99,9	99,9	99,9	99,7	> 500

Apparat med kun to trin, idet det sidste hvirvelluftrenseregregat er udeladt

1 Fordeling af partikelstørrelser ved forskellige koncentrationer af saltvand i forhold til luft, angivet i dele pr. million

PPM Middel-mikronfordeling

0,01	4 µm
1	5 µm
10	8 µm
100	15 µm
1000	>15 µm

2 Vandindhold i indløbsluften, ved hvilken dråbegennemstrømning sker

0

Det ses klart, at tilføjelsen af det tredje aggregat af hvirvelluftrensere i høj grad forbedrer fjernelsen af vanddråber, som bryder gennem fugteliminatoren i totrinssystemet.

5 Udskilningseffektiviteten af tretrinsapparatet ifølge opfindelsen er fortræffelig både for faste smudspartikler og vand.

Fugteliminatoren kan være sammensat af et aggregat af alle plader af metal eller plastik-trådvæv eller wiremateriale. 10 Sammenknyttet væv af wire er et foretrukket materiale, men vævet maskemateriale af wire og uvævet wiremåtte kan også bruges.

Et sammenknyttet maskemateriale er sammensat af rækker af løkker, hver indgribende i den forudgående række, og det 15 bæres både af rækken over og rækken under. Der er to typer knytning, islæt og rendegarn. I maskevæv knyttet med islæt løber løkkerne korsvis i stoffet, og hver løkke er sammenkædet med løkken i den forudgående række. Ved rendegarnsknytning er parallelle garner forenet i en maskekæde, først det ene 20 garn og derefter det andet forløbende i zigzag for at binde garnene sammen, og løkkerne er sammenlåset både ved islæt og rendegarn i stoffet. Rendegarnsvæv har omkring fire gange så mange masker pr. tomme som islæt væv og har en stærkere og tættere struktur.

25 Knyttede maskevævstabler kan være udført af rendegarnsknyttede eller islætknyttede væv i enhver kombination af væv, tråde, porestørrelser og knytningstyper og masker, såsom retstriking eller vrangstriking, planstriking eller ribstriking, åben striking eller foldestriking, islætmaske- 30 striking og enkeltpinds-trikot, dobbeltpinds-trikot og milanesisk rendegarnsmaskeknytning. Plan striking og rundstriking kan bruges. Rundstrikningsmaksker kan skæres op eller bruges dobbelt.

Trådmaskevæv kan væves i enhver tilgængelig åben væv, 35 såsom en planvæv, kvadratvæv, kipervæv og hollandsk kipervæv.

Uvævede trådmåtter udføres af sammensnoet og sammenblandet kontinuerligt eller langtrådet materiale.

0

Det er vigtigt, at trådmaterialepladen er ubundet, dvs. at trådene ikke må være fæstnet til hinanden ved krydsningsstederne.

Når plader af trådmateriale anbringes tilfældigt over
5 hinanden i en række lag, vil porerne i de tilstødende lag ikke nødvendigvis ligge ud for hinanden, fordi pladerne har ujævn overflade med fremspringende dele bevirkende en relativ forskydning og afstand mellem tilstødende lag. Efter sammentrykning af stablen i en retning vinkelret på lagenes plan
10 kan denne forskydning forøges. Som følge af den tilfældige orientering af lagene i stablen vil der blive en yderst buftet vej gennem porerne.

Sammentrykningen og den relative forskydning vil bevirke en formindskelse af de gennemgående porers størrelse i
15 stablen. Tråde i tilstødende lag kan rage ind i og delvis udfylde overfladeåbningerne i porerne i de tilstødende lag, og efter sammentrykning kan denne effekt gentages mange gange.

Pladerne af trådmateriale kan dannes af tråde eller wirer af ethvert metal. Ved de fleste anvendelser foretrak-
20 kes der givetvis metaller, der er inaktive eller ikke korroderes af det medium, der filtreres, eller luftarter i berøring dermed. Rustfrit stål er et særligt egnet materiale. Der kan også bruges tråde af aluminum, messing og bronze. Andre nyttige metaller er bl.a. kobber, jern, stål, molybdæn,
25 tantal, colombium, titan, wolfram, nikkelkromlegeringer, kobaltbaserede legeringer, krompletterede tråde af enhver type, zinkpletterede tråde af alle slags og kadmiumpletterede tråde af enhver art. Korrosionsbestandige legeringer såsom Monelmetal og monofilamenter af plastic kan også bruges,
30 specielt i områder med saltvand. Der foretrakkes inaktive plasticstoffer som polypropylen, polyethlen, polymider, polyestere og polyisobutylene. Hvor modstandsdygtigheden mod korrosion ikke er afgørende, kan der imidlertid anvendes andre plasticstoffer såsom polyvinylchlorid, polyvinylidenchlorid og
35 polyacrylnitril.

Wirerne eller trådene er sædvanligvis monofilamenter. De kan have ethvert tværsnit såsom rundt, kvadratisk, fladt,

0

polygonalt, elliptisk og rektangulært. Der kan anvendes strenge af flere tråde.

Stablen bringes i orden ved at anbringe et udvalgt antal plader af trådmateriale over hinanden. Orienteringen er fortrinsvis tilfældig, da dette bedst gør enhver plade i stand til at imødegå enhver uensartethed i den påfølgende plade og frembringe en samlet enhed, der er ensartet helt igennem, i modsætning til en ordnet eller mønsterorientering som f.eks. ved at lægge lagene skiftevis under rette vinkler eller i anden speciel orientering, således som det i nogle tilfælde kan være fordelagtigt.

Det er vigtigt, at stablen af lag af sammenknyttede tråde har så stort åbent areal som muligt, så at indsnævring af luftstrømmen undgås. Det foretrækkes derfor, at det åbne areal ligger inden for et område fra omkring 95 til omkring 99,9%, selv om det under visse omstændigheder kan tillades med et åbent areal så lille som 80%.

Væsker fjernes ved at træffe mod wirerne eller trådene i aggregatet. Det er derfor ønskeligt at have så mange wirer eller tråde som muligt i aggregatets rumfang, men samtidig skal det ønskede frie areal sikres. Dette betyder, at der foretrækkes anvendelse af finere wirer eller tråde med diametre liggende fra omkring 118 til omkring 590 mikrometer. Wirernes diameter kan generelt ligge fra omkring 12,7 til omkring 889 mikrometer.

Lagene i aggregatet kan være flade eller korrugerede. Det er ofte fordelagtigt at bruge kombinationer af flade og korrugerede lag i samme eller forskellige plader og med forskellige masketyper. Den tilfældige placering af åbningerne i pladerne i et antal af på hinanden lagte lag af forskellige typer virker som gennemsnit over hele aggregatet, så at der over hele aggregatets areal fås en relativt ensartet porøsitet. Ensartetheden forøges, hvis der anvendes en kombination af lag med forskellig trådstørrelse og forskellig andel af åbningerne.

En særlig foretrukken kombination af lag er sammensat af sytten til fireogtredivelag af trådvævsplader af 152 mikro-

0

meter wire og korrugeret med 2,5 x 2,5 x 0,16 cm trådvæv på siderne mod og med strømretningen.

Jo flere lag der er i en stabel, des større bliver trykfaldet gennem stablen, men samtidig forøges evnen til at fjerne svævende smudspartikler indtil en optimal værdi, hvorefter der ikke kompenseres for et større trykfald gennem stablen med en forøget udskilningsevne. Følgelig skal stablens tykkelse generelt ligge i området fra omkring 1,3 til omkring 25 cm og fortrinsvis fra 3,8 til 10,2 cm.

10

Stablens fleksibilitet er selv med den angivne maksimale tykkelse bemærkelsesværdig, og stablen kan derfor bringes i enhver ønsket form, alt efter luftfartøjets pladsbegrænsning. Det foretrækkes sædvanligvis, at stablen er flad og de modstående plader parallelle, men der er ikke nogen grund til, at der ikke kan anvendes en stabel, som er tykkere på den ene side end på den anden, og som er krummet til konveks eller konkav form eller har dobbelt konvekse eller dobbelt konkave flader eller enhver kombination af små fordybninger, vaffelform eller korrugeret mønster. Den kan i virkeligheden bukes eller krummes til enhver ønsket form for indløbspassage i strømretningen for hvirvelluftrenseraggregatet. Da hvirvelluftrenseraggregatet imidlertid ikke er så fleksibelt og normalt er indrettet med aggregatets hvirvelluftrensere parallelle og så nær hinanden som muligt, vil en tæt derved anbragt fugteliminator også have samme flade overfladeform i det mindste ved den side, som vender mod udløbssiden af hvirvelluftrenseraggregatet.

20

Et mål for antallet af wirer pr. enhed af pladens rumfang er givet ved hjælp af tætheden, som også er en angivelse af åbningsstørrelsen i wirepladen. Pladerne ifølge opfindelsen kan have en tæthed i området fra 4 til omkring 320 Kg/kubikmeter og fortrinsvis fra omkring 80 til omkring 160 Kg/kubikmeter.

30

Til forbedring af trådfordelingen og for at få lille trykfald foretrækkes der korrugerede plader. Disse skal krydse hinanden i stablen, så at bølgerne ikke griber ind i hinanden, og derved holdes lagene lidt fra hinanden, og den åbne

35

0

del af arealet forøges.

Fugteliminatorens samles ved at stable antallet af ønskede lag med eller uden korrugering, og derefter indeslutes stablen mellem modsat liggende gitre, som er stive og holder lagene sammentrykket, eller lagene af trådvæv sammenbindes f.eks. på steder med indbyrdes afstand ved hjælp af trådmasker. Sammentrykningsgraden vil afhænge af ønsket åbningsareal og tæthed, idet sammentrykningen naturligvis formindsker det åbne areal ved at presse lagene tættere sammen og til en vis grad flade korrugeringen ud. Sammentrykningen forøger imidlertid stivheden og forøger også ensartetheden. Generelt skal stablen holdes under en sammentrykning inden for området fra omkring 6,9 til omkring 690 KPa og fortrinsvis fra omkring 10,4 til omkring 34,5 KPa.

15

Luftrenseraggregatet ifølge opfindelsen kan anvendes i serie med luftindtaget til enhver slags gasturbine til marinefartøjer, såsom propellerturbiner og rene jetmotorer, og i alle slags marinefartøjer, hvor vand, smuds og anden tilsmudsede indsugning frembyder et problem. Fartøjer med overfladeeffekt, hydrofoil, Hovercraft, hurtige militære fartøjer og skibe, helikoptere, luftbårne militærplaner og flyvemaskiner med hydroplaner og drevet af propellerturbiner og jetmotorer har fordel af indbygning af sådanne aggregater til rensning af luft for flydende og faste smudspartikler ved indtræden i maskinen.

25

0

P a t e n t k r a v .

1. Luftrenser- og fugteliminatorenhed (2) til fuldstændig fjernelse af luftbåret vand og anden luftbåren væske og faste smudspartikler indsuget af en gasturbine

5 (1) til brug i marinefartøjer, hvilken enhed består af en kombination af et hus med et indløb og et udløb anbragt til strømning derigennem af luft, som medfører tungere og lettere smudspartikler og aerosolbårne partikler, og i huset på tværs af luftstrømmens linie fra indløbet til udlø-

10 bet i rækkefølge anbragte aggregater, nemlig et første aggregat (10) til fjernelse af tunge flydende og faste smudspartikler og bestående af et antal hvirvelluftrensere (69), som hver består af et lige rørformet luftrenserlegeme (23), som har en cylindrisk central passage (33) med et

15 indløb og et udløb ved modsatte ender, og et afbøjningsorgan (26) nær indløbet til frembringelse af en hvirvelstrøm i den indstrømmende luft for at koncentrere smudspartikler i luften ved passagens (33) periferi og danne en kerne af luft i passagens midte indeholdende lette og aerosolbårne smuds-

20 partikler, og et udløbsorgan (27) med en central passage (32) for luftkernen stående i forbindelse med det rørformede legemes cylindriske centrale passage (33) og anbragt inden i passagen ved udløbet, og hvor udløbsorganets ydervæg begrænser en generelt ringformet smudsudskylningspassage

25 (30) i det rørformede legemes cylindriske centrale passage (33), gennem hvilken smudspartiklerne passerer, medens kerneluften i passagens midte går gennem udløbsorganets centrale kerneluftpassage (32), og et andet aggregat (50) til samling og fjernelse af lette og aerosolbårne flydende og

30 faste smudspartikler og bestående af et antal på hinanden anbragte plader (51) af trådmateriale til dannelsen af passager derigennem fra side til side af aggregatet og anbragt i strømningsforbindelse med kerneluftpassagerne (32) i udløbsorganerne i hvirvelluftrensere (69) i det første

35 aggregat (10), hvilke plader (51) består af monofilamenter med en diameter i området fra omkring 12,7 til omkring 889 mikrometer og over hovedsagelig hele deres fladeareal holdes

0 sammentrykket til en maksimal porediameter mindre end ca.
5 mm under et tryk liggende i området fra omkring 6,9 til
omkring 690 KPa, således at trykfaldet over 0,15 kvadrat-
meter af aggregatet ved en standard luftstrøm på $83 \text{ m}^3/\text{min}$.
5 ved 25°C ligger indenfor omkring 0,13 til omkring 0,75 KPa,
og trådene ved mellemfladen mellem de indre lag overalt
er i trykberøring med hinanden ved denne komprimering,
k e n d e t e g n e t ved, at der er et tredje aggregat
(60) til fjernelse af yderligere flydende og faste smuds-
10 partikler herunder sammenløbne væskedråber og bestående af
et antal hvirvelluftrensere (69) arrangeret med samme eller
større tæthed og gennemstrømningskapacitet pr. enhed af
indløbets åbne flade som det første aggregat (10), og hvori
hvirvelluftrensere (69) består af et lige rørformet luft-
15 renserlegeme (23) med en cylindrisk central passage (33)
med et indløb og et udløb ved modsatte ender, og et afbøj-
ningsorgan (26) nær indløbet til frembringelse af en hvir-
velstrøm i den indstrømmende luft for at koncentrere smuds-
partikler i luften ved passagens periferi og danne en kerne
20 af luft i passagens midte indeholdende lette og aerosol-
bårne smudspartikler, og et udløbsorgan (27) med en central
kerneluftpassage (32) stående i forbindelse med det rør-
formede legemes cylindriske centrale passage (33) og anbragt
i passagen ved udløbet, hvorhos udløbsorganets ydervæg
25 begrænser en generelt ringformet smudsudskylningspassage
(30) inden i det rørformede legemes cylindriske centrale
passage (33), gennem hvilken smudspartikler passerer, me-
dens kerneluft i passagens midte passerer gennem udløbs-
organets centrale kerneluftpassage (32).

30 2. Luftrensere- og fugteliminatorenhed ifølge krav
1, k e n d e t e g n e t ved, at det tredje aggregat, nem-
lig det andet hvirvelluftrensereaggregat (60) består af et
antal hvirvelluftrensere (69) anbragt i parallelle rækker
og med de enkelte renserne i hver række lidt og ensartet
35 forskudt for renserne i den næste række og med rækkerne
placeret tættere sammen end diameteren af de enkelte hvir-
velluftrensere i rækkerne.

0

3. Luftreenser- og fugteliminatorenhed ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at hvirvelluftreenserne (69) fastholdes mellem understøtningsplader (12,13) ved deres indløb og udløb og hvor smudsudskylningspassagerne (30),
5 udmunder i et skyllekammer (31') mellem understøtningspladerne, og at der i skyllekammerets væg er en skylleport (39) til fjernelse af smudspartikler fra kammeret.

4. Luftreenser- og fugteliminatorenhed ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at skylleporten (39) er ud-
10 formet som en venturipassage til udsugning af smudspartikler og luft fra skyllekammeret (31') og udføring deraf gennem skylleporten (39).

Fremdragne publikationer:

DE offentliggørelsesskrift nr. 2051181

DE patent nr. 2362013

SE fremlæggeskrift nr. 424700.

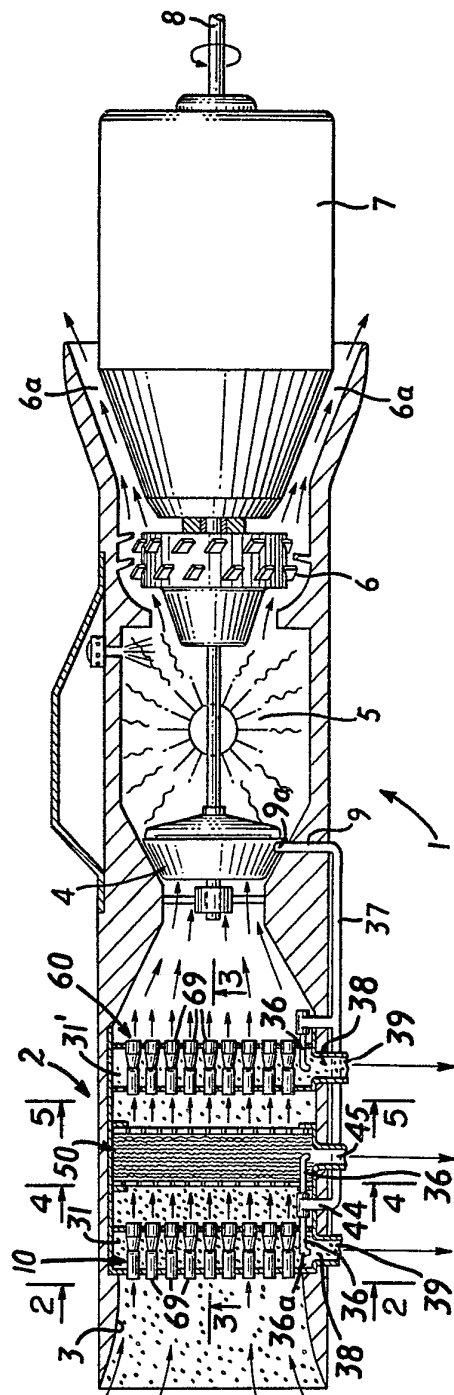
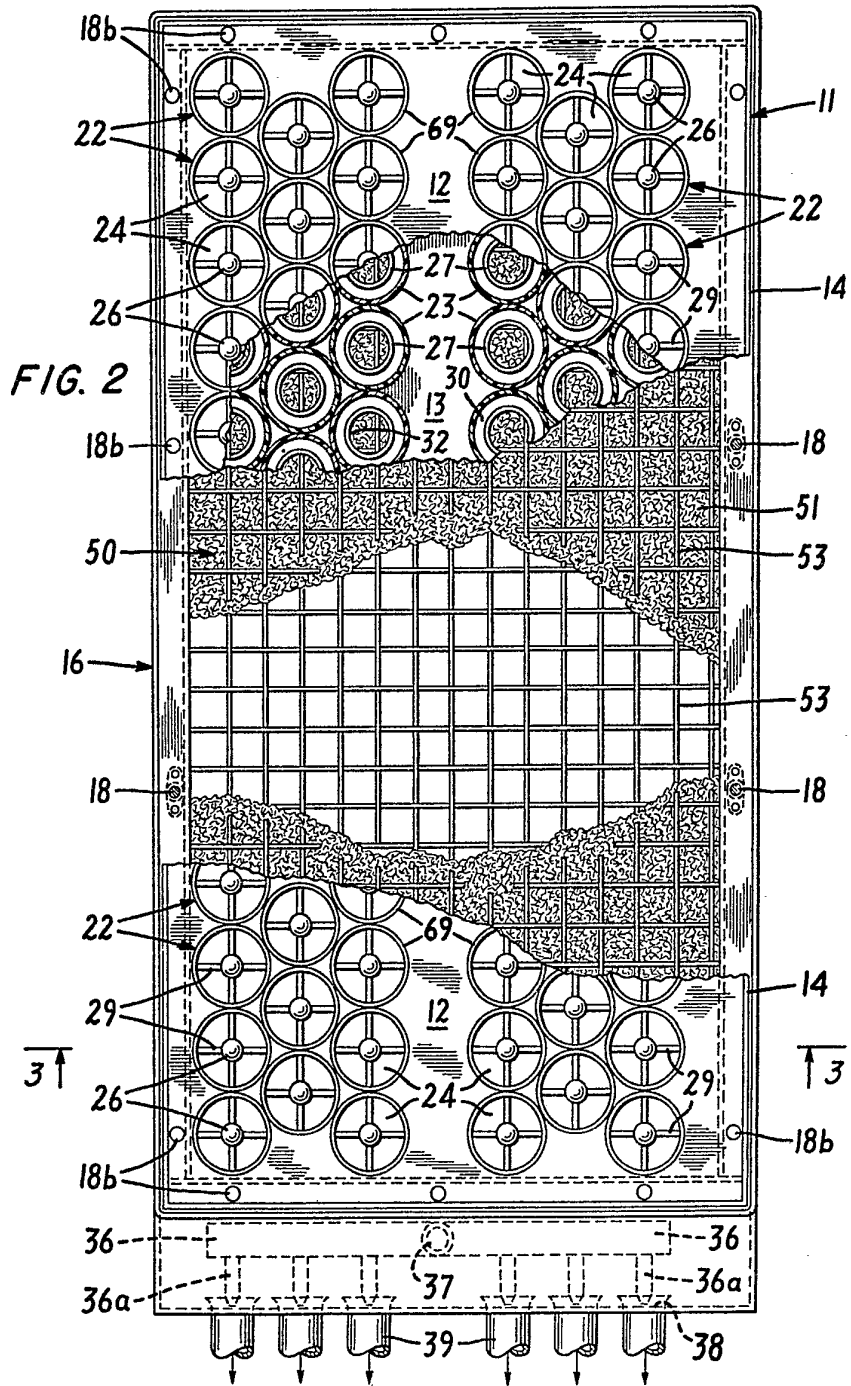
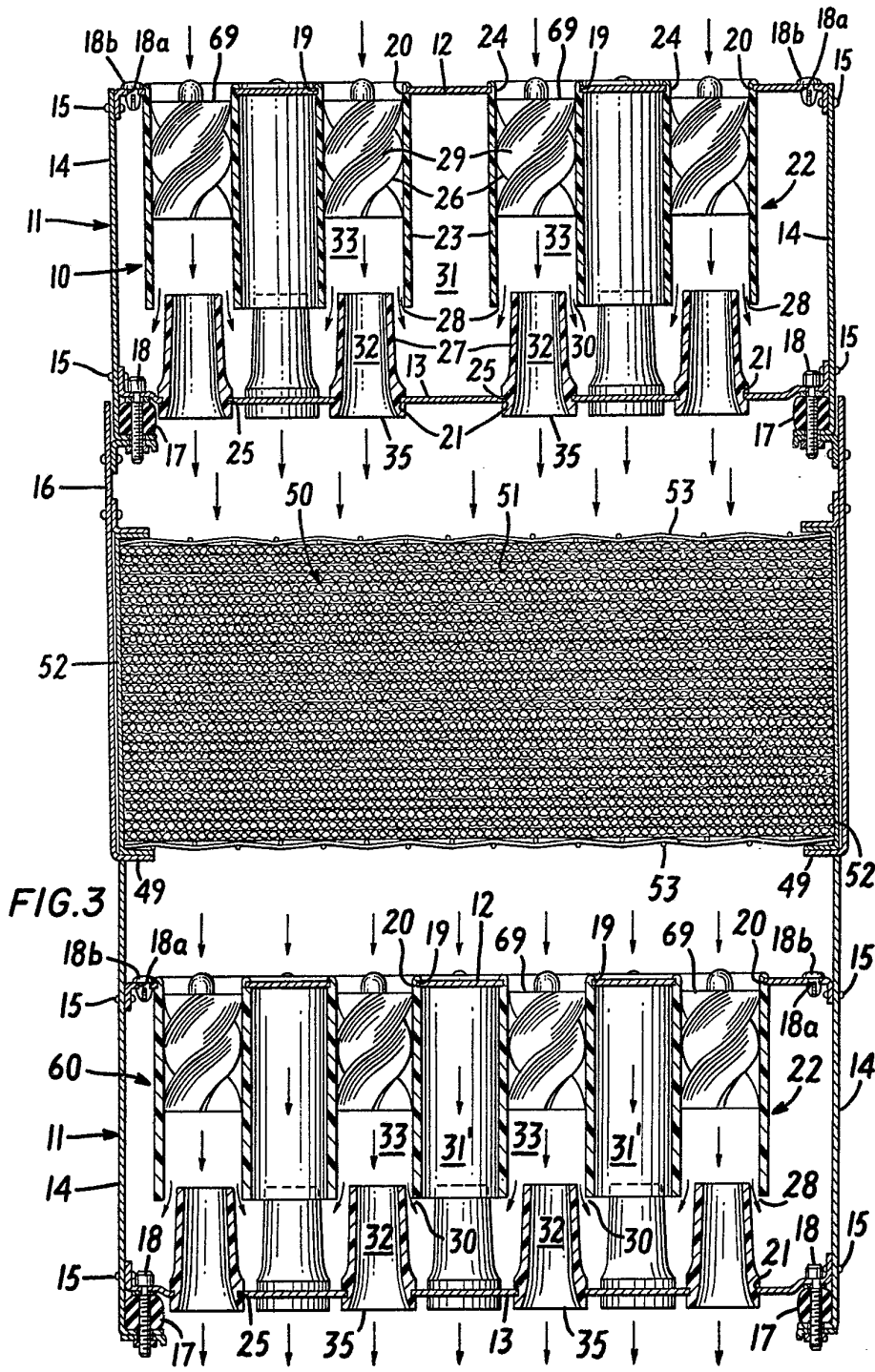
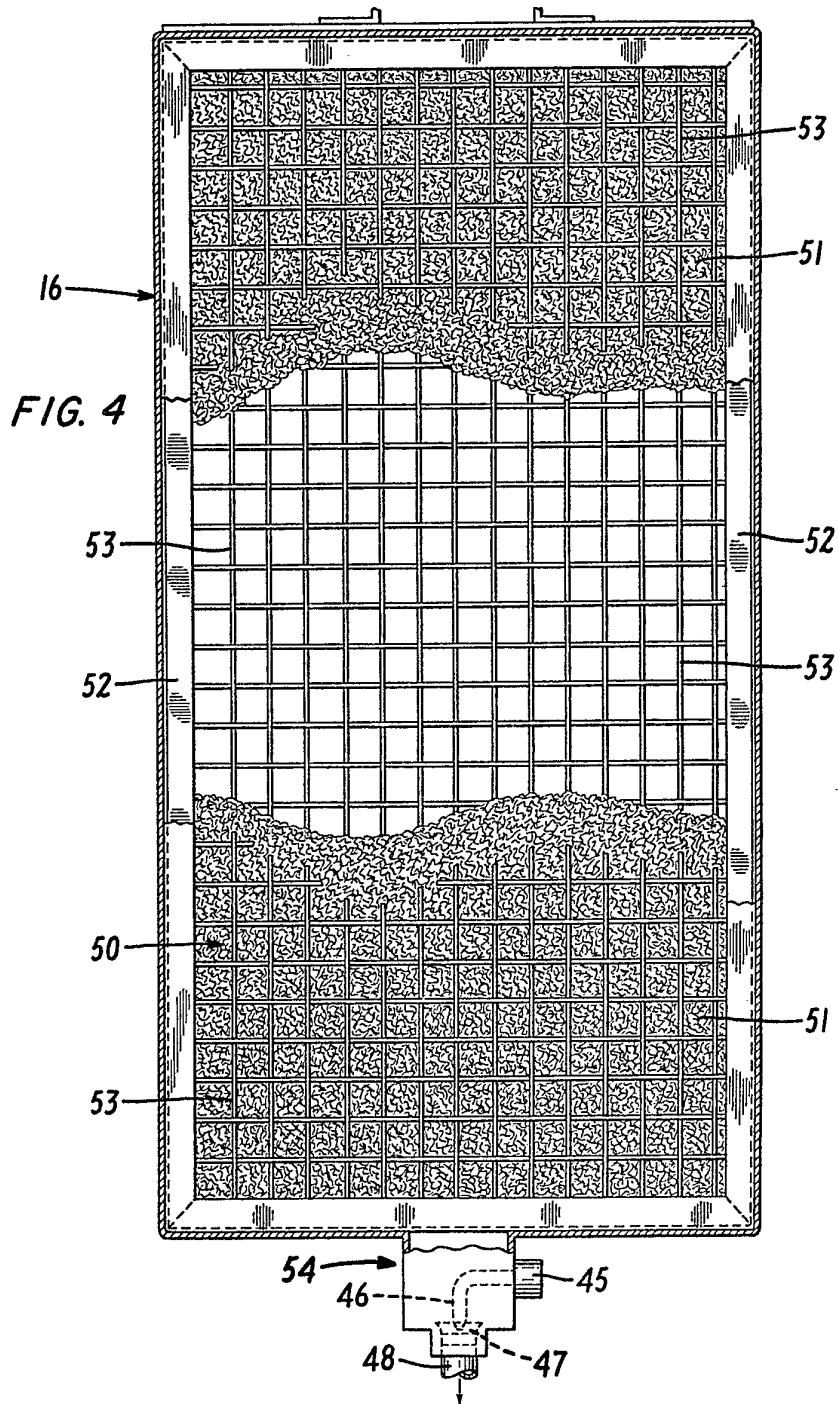
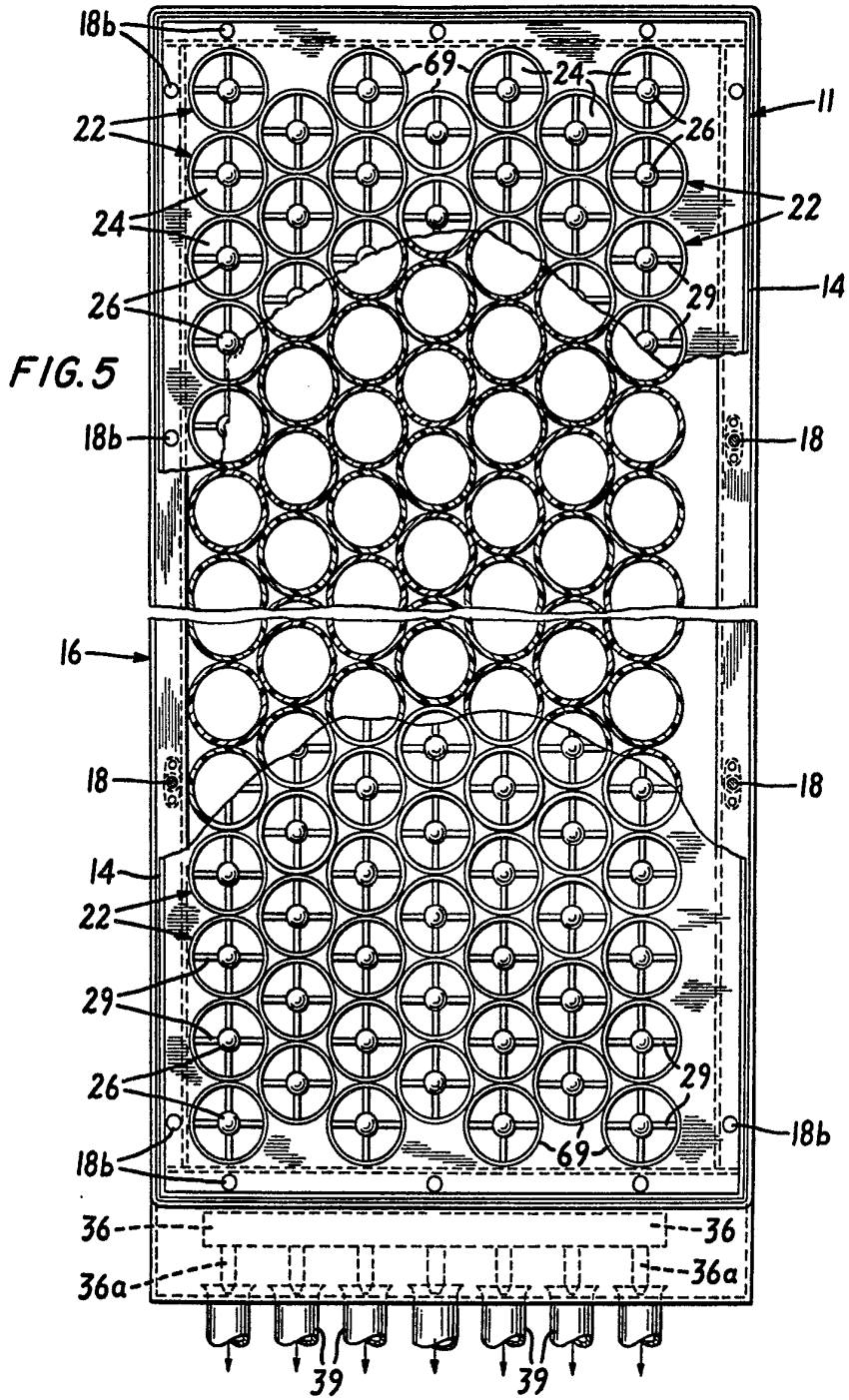


FIG. 1









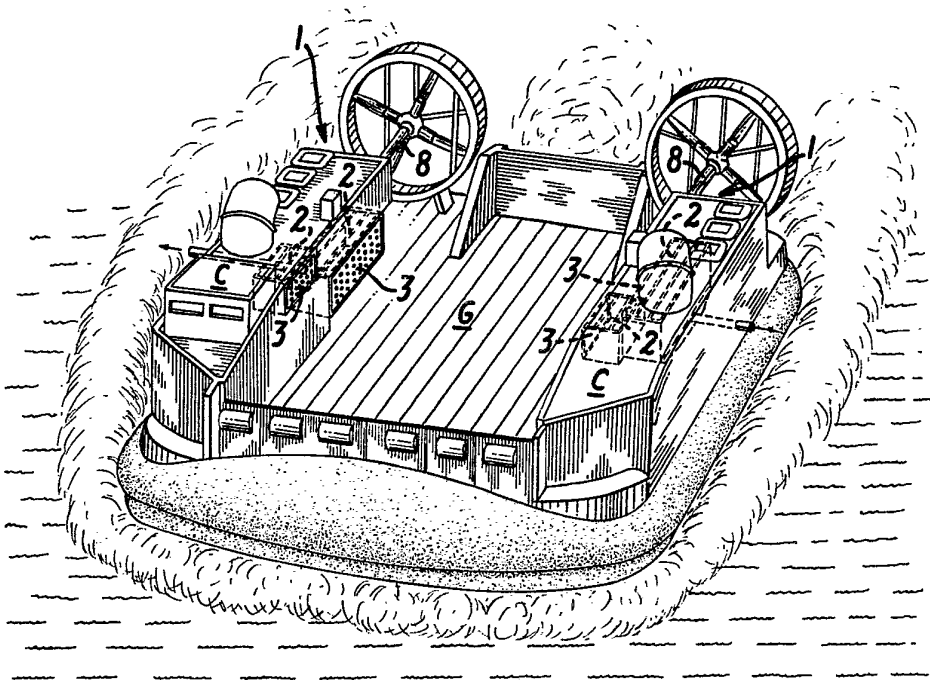


FIG. 6