



SUOMI—FINLAND

(FI)

**Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen**

**[B] (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGKNINGSSKRIFT 65844**

**C (45) Patentti myönnetty 10 07 1984
Patent meddelat**

(51) Kv.lk.³ /Int.Cl.³ F 02 C 7/04

(21) Patentihakemus — Patentansöknin	793778
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	03.12.79
(23) Aikupäivä — Giltighetsdag	03.12.79
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	05.06.80
(44) Nähtävölkäpanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	30.03.84
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet	04.12.78

USA(US) 965815

(71) Pall Corporation, 30 Sea Cliff Avenue, Glen Cove, New York 11542,
USA(US)

(72) Charles J. Roach, Brooklyn, New York, USA(US)

(74) Oy Kolster Ab

(54) Pyörreilmanpuhdistin- ja sumunpoistoyksikkö vesiliikennekäytössä olevaa kaasuturbiinimoottoria varten - Virvelluftsrenar- och eliminatorer för en gasturbinmotor i marint bruk

Kaasuturpiinimoottoreita käytetään nykyisin laajalti kaikkialla maailmassa voimakoneina kulkuneuvoissa, jotka kykenevät kulkemaan järvien, virtojen, jokien, merien tms. vesien pinnalla tai lähellä pintaa ja/tai autiomailla tai muutoin vaikeakulkuisessa pehmeässä maastossa, kuten soilla, nevoilla tai tundralla. Lentokoneet, ilmatyynyalukset, pintavaikutus- ja kantosiipialukset ja sotilaskäyttöön tarkoitettut amfibikulkuneuvot ovat esimerkkejä tällaisista liikennevälineistä.

Kaasuturpiinimoottorit ottavat suuria määriä ilmaa, suunnilleen kahdeksan kertaa enemmän tilavuusyksiköissä kuin vastaavantehoinen polttomoottori.

Näiden moottorien käytöstä vesikulkuneuvoissa tai maakulkuneuvoissa, jotka liikkuvat vedessä tai lähellä vettä, seuraa melkoisten vesimäärien pääsy moottoriin potkuripärskeen, runkopärskeen, tuulen, aaltojen ja jopa moottorin omien poistokaasujen aiheuttaman

roiskumisen tai pärskeen johdosta. Tuuli- ja kulkuneuvosyntyiset ilmavirrat verhoavat kulkuneuvon vesipisarapilven tai -suihkun muodossa ja paljon vettä voi samanaikaisesti tulla imetyksi matalalla lentävän tai kulkevan kulkuneuvon alapuolelta, erityisesti laskeutumisen, kuormauksen ja nousun sekä ankaran merenkäynnin aikana.

Näiden moottorien tai kulkuneuvojen toimiessa maassa pääsee moottoriin huomattavia määriä hiekkaa ja muita hiukasmaisia aineita. Moottori voi imeä suuria määriä hiekkaa ja muuta hiukasmaista ainetta matalalla lentävän tai leijuvan kulkuneuvon alta, etenkin silloin, kun kulkuneuvo liikkuu kuivan tai aution maaston päällä.

Tästä kaikesta seuraa, että kaasuturpiinimoottori ottaa suuria määriä vettä sekä kiinteitä hiukkasia, jotka voivat suuresti lisätä moottorin kulumista ja aiheuttaa häiriöitä säätö- tai ohjauslaitteissa likaantumisen ja korroosion johdosta. Moottorin paineilmaa käytetään toisinaan apulaitteiden käyttämiseen ja ohjaamon ilmastointiin. Saastunut ilma vaikuttaa haitallisesti kumpaankin.

Ongelmaa monimutkaistaa se seikka, että moottorin imuaukkoon menevästä ilmasta ei ainoastaan täydy tehokkaasti poistaa vesi ja kiinteät hiukkaset, vaan ne täytyy myös poistaa moottorin vähimmällä tehonhäviöllä. Kaasuturpiinimoottorin tuloilman rajoitukset aiheuttavat tehonhukkaa, ja jos moottorin teho vähenee tarpeeksi ilman suodattimen käytön johdosta, kuormaa on vähennettävä, jotta kulkuneuvosta tulisi ilmakantoinen tai sitten moottorin antotehoa on lisättävä.

Tavanomaiset törmäyssuodattimet eivät tyydyttävästi puhdista ilmaa moottorin ilmantulokanavassa, koska ne liian paljon rajoittavat tulokanavaa, niin että tilavuudeltaan kohtuullinen suodatin ei pysty läpäisemään riittävää ilmamäärää aikayksikössä ekvivalenttisella tehonhäviöllä ilman usein suoritettavaa törmäyssuodattimen huoltoa. Sisääntuloilman rajoittuminen lisääntyy, kun suodattimelle muodostuu suolakidekuori ja se kuormittuu liialla, ja tämä lisääntyminen kasvaa merkittävästi, jos suodatin kastuu.

Nykyisin käytetään vesikulkuneuvoissa kudottuja tai ns. nonwoven-tyyppisiä filamenttelankasumunpoistimia, joiden syvyys virtaussuunnassa on n. 0,6 - 1,2 m. Ollessaan asennettuina turpiinimoottorien ilmantulokanaviin vesikulkuneuvoissa ne kykenevät suuri-
ritehoisesti erottamaan aerosoleja. sumuja, isoja pisaroita ja pöly-

hiukkasia, mutta eivät pysty poistamaan vettä tuloilmasta, kun sitä on enemmän kuin n. 0,1 % ilmassa, virtauskanavan otsapintanopeuden ollessa n. 3,1 m/s. Näissä suurissa vesimäärissä pienet pisarat yhtyvät niin suuriksi pisaroiksi, että ne tulevat ulosvirtausilman nopeuden ilmanvastuksen vaikutuksen alaisiksi ja puhalletuksi pois pinnalta (läpimurto), minkä jälkeen ne kulkevat eteenpäin sumun poistimelta. Pölyhiukkasten ja suolakiteiden keräytyessä sumun poistimelle painehäviö suurenee, mikä vaatii huollon lisäämistä painehäviön (sisääntulorajoittuman) vähentämiseksi. Vielä yksi epäkohta on, että koska nopeudet täytyy pitää alhaisina, vaaditaan erittäin suuri tilavuus suurien erotustehokkuuksien aikaansaamiseksi ilman, että tapahtuu pisaroiden läpimurtoa.

Pyörreilmanpuhdistimia on käytetty säännöllisissä asetelemissä, kuten on kuvattu US-patenttijulkaisussa 3 520 114, 3 590 560, 3 611 679, ja 3 915 679. Nämä puhdistimet ovat hyvin tehokkaita sotilas- ja siviilikäytössä hyvin likaisissa olosuhteissa, kuten lähdettäessä tai noustessa ja laskeuduttaessa likaisille kiitoradoille ja pölyn ryöpytessä myrskyn tavoin sekä rankkasateessa. Koska pyörreilmanpuhdistimet ovat itsepuhdistavia, erotettu pöly ja vesi huuhdellaan pois, huoltoa ei tarvita. Mutta vaikka pyörreilmanpuhdistimet hyvin tehokkaasti poistavatkin lika- ja vesihiukkaset suunnilleen 10 mikrometristä ylöspäin, niitä ei ole ehdotettu käytettäväksi vesikulkuneuvoissa eivätkä ne olisikaan täysin tyydyttäviä ko. käytössä, koska ne eivät tehokkaasti poista aerosoleja tai sumuja, jotka muodostuvat hyvin dispergoituneista nestemäisistä aineista ja joita nämä kulkuneuvot usein kehittävät. Ne eivät kykene erottamaan hyvin hienojakoisia kevyitä hiukkasia, koska ne toimivat keskipakovoimalla, ja pyörreilmanpuhdistimien läpi virtaavan ilman nopeutta ei ole tarkoitettu hyvin suureksi sisääntulorajoittuman (ilmanvastuksen) minimoimiseksi. Tämä sallii tuloputken otsapintanopeudeksi 12,2 m/s tai enemmän. Kevyemmät hiukkaset ovat pikemminkin tasaisesti dispergoituneet Brownin liikkeen johdosta kuin liikkuvat virran kehälle ja kuljetetaan puhtaan ilman ulosvirtausaukosta suoraan moottoriin. Niinpä pyörreilmanpuhdistimet melkoisesti vähentävät kulumista ja korroosiota, mutta eivät täysin eliminoi sitä.

US-patenttijulkaisussa 4 158 449 esitetyn keksinnön mukaan on saatu aikaan turbomoottoreiden tuloilmanpuhdistinjärjestelmä, joka on erityisesti tarkoitettu maataloudessa käytettäviin lentokoneisiin ja kykenee todellakin kvantitatiivisesti poistamaan tuloilmasta ennen sen pääsemistä moottoriin sekä dispergoituneen hiukkasmaisen kiinteän aineksen että dispergoituneen hienojakoisen tai aerosolikantoisen nestemäisen aineksen. Tämä ilmanpuhdistinyksikkö käsittää läpivirtausjärjestyksessä virtauslinjan poikki asetettuina ensiksi pyörreilmanpuhdistinasetelman ja sitten asetelman arkkeja, jotka on valmistettu (filamentti) lankamaisesta kudostusta tai nonwoven-tyyppisestä materiaalista.

Tämän pyörreilmanpuhdistin-sumunpoistinyksikön suositettu suoritusmuoto käsittää kotelon, jossa on sisääntulo- ja ulosmenoaukko läpivirtaavalle ilmalle, joka kuljettaa mukanaan raskaita ja kevyitä likahiukkasia ja aerosolikantoisia hiukkasia, jolloin koteloon on ilman virtauslinjaan nähden poikittaisesti asetettu virtaussuunnassa peräkkäin ensimmäinen asetelma, joka poistaa raskaamat likahiukkaset ja käsittää useita pyörreilmanpuhdistimia, jotka muodostuvat suorasta ilmanpuhdistimen putkirungosta, jossa on lieeriömäinen keskikanava ja tulo- ja poistoaukko vastakkaisissa päissä ja tuloaukon vieressä olevasta ilmansuuntaimesta pyörrevirran synnyttämiseen sisääntulevaan ilmaan tässä olevien raskaampien likahiukkasten keskittämiseksi kanavan kehälle ja kevyempiä ja aerosolikantoisia likahiukkasia sisältävän sydänilman aikaansaamiseksi kanavan keskustaan, sekä ulosvirtauselimestä, jossa on keskinen sydänilmakanava, joka on yhteydessä putkirungon lieeriömäiseen keskikanavaan ja asetettu tämän sisäpuolelle putkirungon poistopäässä, jolloin ulosvirtauselimen ulkoseinä rajaa putkirungon lieeriömäisen keskikanavan sisäpuolelle pääasiassa rengasmaisen lianhuuhtelukanan, jonka läpi likahiukkaset kulkevat samalla, kun sydänilma kanavan keskustassa menee ulosvirtauselimen keskisen sydänilmakanavan läpi; ja toinen asetelma, joka poistaa kevyemmät ja aerosolikantoiset likahiukkaset ja käsittää useita päällekkäin asetettuja metallilankaneulosarkkeja, jotka muodostavat ko. asetelman etupinnasta takapintaan ulottuvia läpikulkutiehyitä, jotka on järjestetty virtausyhteyteen ensimmäisen asetelman pyörreilmanpuhdistimien ulosvirtauselimien sydänilmakanavien kanssa, jolloin nämä neulosarkit

muodostuvat metallilangoista tai -kuiduista, joiden halkaisija on n. 12,7 - 889 mikrometriä ja ne on komprimoitu eli puristettu kokoon pääasiassa koko pinta-alaltaan alle n. 5 mm, mieluummin alle 2 mm maksimihuokoshalkaisijaan käyttäen n. 6,9 - 690 kPa puristus-painetta, niin että painehäviö asetelman 0,15 m² suuruudessa osassa vakioilmavirrassa 83 m³/min ja 25°C lämpötilassa on n. 0,13 - 0,75 kPa, jolloin langat vierekkäisten sisäkerrosten jakopinnoissa ovat oleellisesti kauttaaltaan keskinäisessä painekosketuksessa tämän kompression johdosta.

Keksinnön kohteena on siis pyörreilmapuhdistin- ja sumunpoistoyksikkö vesiliikennekäytössä olevan kaasuturpiinimoottorin ottaman ilman mukanaan kuljettaman veden ja muiden ilman kuljettamien nestemäisten ja kiinteiden epäpuhtauksien kvantitatiiviseksi poistamiseksi, joka yksikkö käsittää yhdistelmänä kotelon, jossa on sisääntulo ja ulosmeno läpi virtaavalle ilmalle, ja koteloon ilman virtaussuuntaan nähden poikittain asetettuina järjestyksessä sisääntulosta ulosmenoon ensimmäisen asetelman, joka on sovitettu poistamaan raskaampia nestemäisiä ja kiinteitä likahiukkasia ja jossa on useita pyörreilmapuhdistimia, jotka käsittävät suoran putkimaisen ilmanpuhdistajan rungon, jossa on lieriömäinen keskikanava sekä tulo- ja poistoaukko vastakkaisissa päissään ja ilman suuntaamislaite tuloaukon vieressä pyörrevirran synnyttämiseksi sisääntulevaan ilmaan tässä olevien likahiukkasten keskittämiseksi kanavan kehälle ja kevyempiä ja aerosolikantoisia likahiukkasia sisältävän ilmasydämen aikaansaamiseksi kanavan keskusta sekä ulostulovirtauselin, jossa on keskellä oleva sydänilmakanava, joka on yhteydessä putkirungon lieriömäiseen keskikanavaan ja asetettu tämän sisäpuolelle poistoaukkoon, jolloin ulosvirtauselimen ulkoseinä rajaa putkirungon lieriömäiseen keskikanavaan olennaisesti rengasmaisen lianpoistokanavan, jonka läpi likahiukkaset kulkevat, kanavan keskusta muodostuvan sydänilman mennessä ulosvirtauselimen keskisen sydänilmakanavan läpi; toisen asetelman, joka on sovitettu yhdistämään ja poistamaan kevyemmät ja aerosolikantoiset nestemäiset ja kiinteät likahiukkaset ja joka muodostuu useista päällekkäin asetetuista kuitumaista materiaalia olevista arkeista, jotka muodostavat asetelman etupinnasta takapintaan ulottuvia läpikulkutiehyitä, jotka on järjestetty virtausyhteyteen ensimmäisen asetelman pyörreilmapuhdistimien ulosvirtauselimien sydänilmakanavien kanssa, jol-

loin arkit muodostuvat yksikuitusäikeistä joiden halkaisija on suunnilleen alueella 12,7 - 889 mikrometriä, ja ne on puristettu olennaisesti koko pinta-alaltaan alle n. 5 mm olevaan maksimihuokoshalkaisijakokoon puristuspaineen ollessa suunnilleen alueella 6,9 - 690 kPa, niin että painehäviö asetelman 0,15 m² suuruiselta osalta 83 m³/min vakioilmavirrassa ja 25°C lämpötilassa on noin 0,13 - 0,75 kPa, jolloin sisäkerrosten jakopinnoissa olevat säikeet ovat olennaisesti kauttaaltaan keskinäisessä painekosketuksessa tämän puristuksen johdosta saadaan aikaan tuloilmanpuhdistin- ja sumun poistinjärjestelmä, joka on tarkoitettu kaasuturpiinimootoreihin ja soveltuu käytettäväksi erityisesti vesikulkuneuvoissa ja kykenee poistamaan itse asiassa kaikki ilman kantoiset hiukkaset tuloilmasta ennen kuin tämä pääsee moottoriin, sekä isoina pisaroina esiintyvän että hyvin dispergoituneen hienojakoisen tai aerosolikantoisen veden samoin kuin dispergoituneen hiukkasmaisen kiinteän aineen. Keksinnön mukainen yksikkö on täsmällisesti sanottuna tunnettu siitä, että yksikkö käsittää kolmannen asetelman, joka on sovitettu poistamaan muita nestemäisiä ja kiinteitä likahiukkasia mukaan lukien yhdistyneet pienet nestepisarot ja jossa on useita pyörreilmanpuhdistimia, jotka on asetettu samaan tai suurempaan tiheyteen avointa sisääntulopinta-alayksikköä kohti kuin ensimmäinen asetelma ja jotka muodostuvat suorasta ilmanpuhdistimen putkirungosta, jossa on lieriömäinen keskikanava sekä tuloaukko ja poistoaukko vastakkaisissa päissään, ilman suuntaimesta tuloaukon vieressä pyörrevirran synnyttämiseksi sisään tulevaan ilmaan tässä olevien likahiukkasten keskittämiseksi kanavan kehälle ja kevyempiä ja aerosolikantoisia likahiukkasia sisältävän ilmasydämen aikaansaamiseksi kanavan keskustaan, ja ulosvirtauselimestä, jossa on keskellä oleva sydänilmakanava, joka on yhteydessä putkirungon lieriömäiseen keskikanavaan ja joka on asetettu tämän kanavan poistoaukon sisään, jolloin ulosvirtauselimen ulkoseinä rajaa putkirungon lieriömäiseen keskikanavaan olennaisesti rengasmaisen lianpoistokanavan, jonka läpi likahiukkaset kulkevat, kanavan keskustassa olevan sydänilman mennessä ulosvirtauselimen keskellä olevan sydänilmakanavan läpi niin, että puhdistinasetelmiin tuleva kaasu kulkee olennaisen suoraviivaisesti moottorille, jolloin tuloilman paineen putoaminen on mahdollisimman pieni.

Tällainen yksikkö on virtaussuunnassa n. 0,2 - 0,3 metrin pituinen ja erottaa suurella erotustehokkuudella aerosoleja, sumuja, suuria pisaroita ja pölyhiukkasia. Lisäksi laite on itse asiassa tunteeton tuloilman vesipitoisuudelle, joka on selvästi yli 1,3 % sen otsapintanopeuden ollessa n. 3,1 m/s, niin että yhtyneet pisarat eivät yhdisty näissä olosuhteissa niin isojen pisaroiden synnyttämiseksi, jotka tulevat poistoilman nopeuden ilman vastuksen vaikutuksen alaisiksi ja puhalletuksi pois pinnalta (pisaroiden läpimurto).

Niissä käyttötapauksissa, joissa aalto saattaa syökyä ensimmäisen järjestelmän otsapintaa vasten, voidaan rakolevy tai sälepelti asettaa suunnilleen 25 mm asetelman eteen estämään veden tai osaveden läpi pääsy.

Koska ensimmäinen ja kolmas asetelma voidaan tehdä itsepuhdistaviksi huuhtelemalla erotettu pöly ja vesi pois yksiköstä, huolto rajoittuu toiseen asetelmaan (sumun poistimeen), jonka käyttöikä pitenee, koska sitä edeltää ensimmäinen asetelma, joten huoltotaajuus on merkittävästi vähentynyt.

Sumun poistimen metallilankaneulosarkkien sijasta voidaan kokonaan tai osittain käyttää metallikudosarkkeja ja/tai nonwoven-tyyppisiä filamenttilanka-arkkeja, jotka on valmistettu samaan halkaisija-alueeseen kuuluvista langoista tai kuiduista ja puristettu paineen alaisiksi saman kuitutiheyden aikaanasmiseksi.

Pyörreilmanpuhdistinasetelmat ovat ennestään tunnettuja ja niitä on selostettu US-patenttijulkaisussa 4 050 913, joka patentti mainitaan tässä kirjallisuusviitteenä. Ensimmäinen ja toinen pyörreilmanpuhdistinasetelma ovat joko samanlaiset eivätkä eroa toisistaan tiheydessä ja läpivirtauskapasiteetissa ulosmenopuolen avointa pinta-alayksikköä kohti tai sitten toinen asetelma on molemmissa näissä suhteissa ensimmäistä suurempi.

Pyörreilmanpuhdistimia on käytetty poistamaan likaa ja muita epäpuhtauksia tällaiseen kaasuturpiinimoottoriin menevästi ilmaa alhaisilla sisääntulorajoituksilla (ilmanvastuksilla). Nämä ilmanpuhdistimet muodostavat pyörrevirran putken läpi kulkevasta likapitoisesta ilmasta joko ilmansuuntaimen avulla, joka on asetettu putkeen tulevan ilmavirran tielle, tai sitten johtamalla ilmavirta tangentiaalisesti putken seinämälle. Suhteellisen raskaat likahiukkaset sinkoutuvat pyörteen kehälle. Pyörteen keskustassa oleva ilma jää suhteellisen vapaaksi likahiukkasista ja sisältää vain hiukkasia, jotka ovat liian kevyitä tullakseen heitetyksi kehälle, sekä aerosolien ja sumujen luontoisia dispergoituneita hiukkasia. Sydän-ilma vedetään normaalisti pois putken keskustasta ja raskaammat likahiukkaset keräytyvät putken kehälle.

Tässä käytetty termi "pyörreilmanpuhdistin" tarkoittaa siis ilmanpuhdistinta, joka muodostuu suorasta ilmanpuhdistimen putkirungosta, jossa on keskinen kanava eli läpikulkutie, jonka vastakkaisissa päissä on tuloaukko ja poistoaukko, ilmansuuntaimesta tuloaukon vieressä pyörrevirran synnyttämiseksi sisääntulevasta ilmasta tässä olevien raskaampien likahiukkasten sinkoamiseksi kanavan kehälle ja kevyempien hiukkasten keskittämiseksi kanavan keski-osaan, ja ulosvirtauselimestä, jossa on keskinen ilmakehän kanava, joka on yhteydessä putkirungon keskikanavaan ja asetettu tämän kanavan sisäpuolelle sen poistopäässä, jolloin ulosvirtauselimen ulkoseinä rajaa putkirungon keskikanavan sisäpuolelle pääasiassa rengasmaisen epäpuhtauksien poishuuhtelukanaavan, jonka läpi raskaammat likahiukkaset menevät, kun taas kanavan keskustassa oleva, kevyempi ja pysyvästi dispergoituneita hiukkasia sisältävä ilma menee ulosvirtauselimen keskisen sydänilmakehän läpi.

Pyörreilmanpuhdistimilla on se etu, että sisääntulorajoitus ja sen vuoksi painehäviö tulopuolen ja poistopuolen välillä on melko vähäinen. Niinpä ne aiheuttavat vain vähän tehonhäviötä moottorissa.

Lisäksi jos käytetään huuhteilmavirtaa likahiukkasten poistamiseen yksiköstä, voidaan päästä suurempiin puhdistustehokkuuksiin ja yksiköstä tulee itsepuhdistava.

Koska pienillä pyörreilmanpuhdistimilla on suhteellisen pieni painehäviö kohtuullisissa ilmavirroissa ja siksi ne aiheuttavat vain vähäisen tehonhäviön moottorissa, suurta joukkoa tällaisia

pyörreilmanpuhdistimia käytetään ryhmissä, asetelmassa, vaadittujen suurien kokonaisvirtojen eli ilman virtausmäärien mahdollistamiseksi.

Tässä käytetty termi "pyörreilmanpuhdistinasetelma" merkitsee koonnosta, joka koostuu useista pyörreilmanpuhdistimista, jotka on asennettu yhteen yhdeksi yksiköksi niiden akselien ollessa yhdensuuntaiset, tai tällaisten koonnosten ryhmää. Pyörreilmanpuhdistimet on normaalisti pidätetty kahden kannatuslevyn väliin, jotka pitävät pyörreilmanpuhdistimet paikoillaan niiden tulo- tai poistopäistä. Pyörreilmanpuhdistimien huuhtelukanaavat johtavat yhteiseen huuhtelukammioon, joka on normaalisti kannatuslevyjen välissä. Huuhtelukammioon seinään on muodostettu uloshuuhteluaukko likahiukkasten poistamiseksi kammioista. Ilmanpuhdistimien keskiset ilman ulosvirtausaukot ovat yhteydessä kannatuslevyjen takapuoliseen tilaan ja niinpä ilma virtaa suurella nopeudella ilmanpuhdistimien läpi. Pidetään tärkeänä, että ilma kulkee suoraan asetelman läpi painehäviön minimoimiseksi.

US-patenttijulkaisu 3 520 114, kuvaa yhden lentokoneissa käytettävän pyörreilmanpuhdistinasetelmatyyppin, jossa on virtauslinjalla asetelman huuhteluaukon ja toisten pyörreilmanpuhdistimien huuhtelukanaavan välissä elimiä asetelmasta ulos virtaavan huuhteluilman rajoittamiseksi ja huuhteluilmavirran vaihtelun minimoimiseksi asetelman kaikkien ilmanpuhdistimien välillä, millä saadaan oleellisen tasainen huuhteluilmavirta asetelman kaikille pyörreilmanpuhdistimille.

US-patenttijulkaisu 3 611 679, esittää pyörreilmanpuhdistimia, jotka sopivat käytettäväksi erityisesti yhtenä asetelmana ilmanpuhdistimien ollessa hyvin lähellä toisiaan, jotta voitaisiin tehokkaasti poistaa likahiukkasia suhteellisen suurinopeuksista ilmasta pienellä painehäviöllä. Ilmanpuhdistimessa on putkirunko, jossa on vastakkaisissa päissään tuloaukko ja poistaukko ja keskinen läpikulkukanava näiden aukkojen välissä, ja ilmansuuntain sama-akselisesti asetettuna kanavan tuloaukkoon pyörreilmavirran synnyttämiseksi kanavaan, jolloin suurin piirtein sama-akselinen putkimainen ulosvirtauselin on asetettu putkirungon poistopään sisäpuolelle tehtävänänsä erottaa kehällä olevat likahiukkas suhteellisen puhtaasta ilmasta kanavan läpi kulkevan turbulenttivilirran sydämessä.

Yhdessä suoritusmuodossa kanavan sisähalkaisija on alle n. 25 mm ja ilman suuntaimen siipien pituus keskikanavassa on suunnilleen 50 - 60 % kanavan kokonaispituudesta.

Toisessa suoritusmuodossa ilman suuntaimen siipien nousun (P) ja putkirungon keskikanavan sisähalkaisijan (d) suhde on ilmaistavissa yhtälöllä $P1 = Kd \cdot 68$, jossa K on n. 2,2 - 3,2.

US-patenttijulkaisut 3 915 679 ja 3 520 114, kuvaavat pyörreilmanpuhdistinasetelmia, joissa on virtauksen rajoitus likapi-toisen ilman rengasmaisessa ulosvirtauskanavassa erotustehokkuuden parantamiseksi

Pyörreilmanpuhdistinasetelmassa on tavalliset yksilölliset ilmanpuhdistimet asetettu mahdollisimman lähekkäin. Tämä merkitsee, kuten kuvio 2 esittää, että yksilölliset ilmanpuhdistimet on asetettu yhdensuuntaisiin riveihin jokaisen rivin yksilöllisten ilmanpuhdistimien ollessa siirretty lyhyen ja yhtä pitkän matkan seuraavan rivin ilmapuhdistimien suhteen, ne on siis vuorottaistettu keskenään. Tällä tavalla voidaan rivit asettaa vähän lähemmäksi toisiaan kuin vierekkäisten yksilöllisten ilmanpuhdistimien ulkohalkaisijat muutoin sallisivat.

Ensimmäisessä asetelmassa voidaan ilmanpuhdistinrivien väliin jättää tilaa huuhteluilmavirralle, kuten kuviossa 2 on esitetty. Suuremman tiheyden ja avoimen sisääntulopinta-alan saamiseksi toisen asetelman suurempaan läpivirtauskapasiteettiin tähdäten voidaan mainittuun tilaan toisessa asetelmassa, koska sitä ei tarvita, asettaa yksi tai kaksi lisäriviä pyörreilmanpuhdistimia, kuten kuviossa 5 on esitetty.

Lankamaisesta materiaalista valmistetuissa arkeissa on lankoja, joiden halkaisija on n. 12,7 - 889 mikrometriä, ja arkkien avoin eli huokostilavuus on n. 80 - 99,9 %, edullisesti n. 95 - 99,9 % kokonaistilavuudesta ja arkit on asetettu useista kerroksista muodostuvaksi asetelmaksi, joka on puristuspaineen 6,9 - 69 kPa alainen ja jonka paksuus eli syvyys on n. 13-254 mm.

Keksinnön mukaisen tuloilmanpuhdistin- ja sumunpoistinyksikön erästä edullista suoritusmuotoa selitetään lähemmin seuraavassa piirustusten avulla, joissa

kuvio 1 on pituusleikkaus kaasuturpiinimoottorista esittäen

keksinnön mukaisen tuloilmanpuhdistin- ja sumunpoistinyksikön sijoitettuna moottorin ilmanottoputkeen kompressorin eli ahtimen eteen;

kuvio 2 on osin leikkauksessa kuvion 1 linjaa pitkin 2-2 esitetty etupintakuva kuvion 1 ensimmäisestä pyörreilmanpuhdistinasetelmasta;

kuvio 3 on pituusleikkauskuva kuvion 2 pyörreilmanpuhdistinasetelmasta esittäen yksilöllisiä ilmanpuhdistimia ja myös metallilankaneulosarkeista muodostetun sumunpoistimen pyörreilmanpuhdistinasetelman perässä;

kuvio 4 on osin auki murrettu etupintakuva kuvion 1 linjalta 4-4 kuvion 1 lankaneulosarkeasetelmasta; ja

kuvio 5 on leikkaukskuva kuvion 1 linjalta 5-5 esittäen toisen pyörreilmanpuhdistinasetelman etupintaa osin poisleikattuna; ja

kuvio 6 on yläviistosta edestä otettu perspektiivikuva ilmatyyny-vesikulkuneuvosta, jossa on kuvioiden 1-5 mukainen pyörreilmanpuhdistin- ja sumunpoistinyksikkö.

Kuviossa 1 esitetty turpiinimoottori 1 rakenteeltaan tavanomainen vesikulkuneuvoissa, kuten kuvion 6 mukaisessa, käytettävä moottori keksinnön mukaista ilmanpuhdistinyksikköä 2 lukuun ottamatta. Moottori käsittää virtausjärjestyksessä ilmanottoaukon 3, kompressorin eli ahtimen 4, polttimen 5, turpiinin 6 ja valinnaisesti vaihdelaatikon 7 tai muun tehonanto- eli käyttöakselin nopeutta alentavan laitteiston, joka käyttää valinnaista käyttöakselia 8.

Lentokoneen suihkumoottoriin ei sisältyisi vaihdelaatikkoa tai muuta työntökäytönalennuslaitetta, mutta kylläkin vesikulkuneuvon moottoriin. Moottorin poistokanava 6a päästää palamistuotteet ulkoilmaan niiden kuljettua turpiinin 6 läpi. Kompressorissa 4 oleva sivuilmajohdte 9 syöttää paineilmaa moottorin säätöön, ohjaamon ilmasäätöön ja apuvoimajärjestelmiin.

Kompressorin edessä sijaitseva ilmanottoaukko 3 on riittävän iso moottorin tarvitsemien suurien ilmamäärien sisäänjohtamiseksi. Ilmanottoaukosta 3 kompressorin 4 menevän ilmavirran poikki on asetettu keksinnön mukainen ilmanpuhdistin- ja sumunpoistinyksikkö 2.

Keksinnön ilmanpuhdistin- ja sumunpoistinyksikkö käsittää, kuten parhaiten kuvioista 2-5 nähdään, ensimmäisen asetelman 10 pyörreilmanpuhdistimia, toisen asetelman 50 lankamateriaaliarkkeja, jotka muodostavat sumun poistimen ja kolmannen asetelman 60 pyörreilmanpuhdistimia.

Pyörreilmanpuhdistinasetelmat 10 ja 60 ovat konventionaalisia ja rakenteeltaan hyvin samanlaiset eroten toisistaan vain pyörreilmanpuhdistimien 69 lukumäärässä läpivirtauspinta-alayksikköä kohti. Kummassakin asetelmassa on lukuisia pyörreilmanpuhdistimia 69, jotka on järjestetty riveihin ja liki toisiansa ilmanpuhdistinyksikön koteloon 11, jossa myös on sumunerotin 50 molempien puhdistinasetelmien välissä ja lisäksi pyörteenkehitinlevy 12 ja ulosvirtausputkilevy 13, joka sulkee vaipan 14 avoimen pään. Pyörteenkehitin- ja ulosvirtausputkilevyt 12 ja 13 on kehältään reunoitettu 90° ja niiteillä 15 kiinnitetty vaippaan 14. Sisemmät levyt on iskun- ja tärinänvaimenteisesti asennettu sumunpoistimen vaippaan 16 ilmanpitävillä kumitiivisteillä 17 ja ruuveilla 18, joiden luopääsyn mahdollistavat aukot 18a ja poistettavat tulpat 18b levyssä 12.

Pyörteenkehitin- ja ulosvirtausputkilevyihin 12, 13 on muodostettu lukuisia reikiä 20 ja 21. Reiät 20 kannattavat niihin sijoitettuja pyörteenkehitinputkia 22. Jokainen pyörteenkehitinputki 22 käsittää putkirungon 23, jossa on keskinen läpikulkukanava 33, tuloaukko 24 ja poistoaukko 28. Pyörteenkehitin 26 on asetettu keskiseen kanavaan 33 lähelle tuloaukkoa 24. Putkirunko 23 on valmistettu metallista tai lasikuitutäytteisestä polypropeenista.

Pyörteenkehittimet 26 on valmistettu lasikuitutäytteisestä polypropeenista, johon on lisätty kaasunokea ultraviolettisäteilyn kestävyysparantamiseksi ja painettu paikoilleen ja tulopäät eli -aukot on laajennettu sisäänvirtauspainehäviöiden minimoimiseksi. Siivet 29 ovat kierremäiset.

Reiät 21 kannattavat niihin sijoitettuja suurin piirtein kartiomaisia ulosvirtausputkia 27, joiden toinen pää ulottuu kanavan 33 poistoaukkoon 28. Ulosvirtausputkissa on kartiomainen keskinen läpikulkukanava 32 kanavan 33 keskisen ilmasydämen poistamiseksi. Ulosvirtausputket rajaavat rengastilan 30 pyörteenkehitinputken 23 ja ulosvirtausputken 27 ulkokehän väliin kanavan 33 kehällä olevan ilmarenkaan vastaanottamiseksi ja siten likahiukkasten poistamiseksi.

Pyörteenkehitinlevyn 12 reiät 20 ovat reunastaan kytkeytyneinä jokaisen pyörteenkehitinputken 23 tulopäässä 24 olevaan kehäuraan 19. Ulosvirtausputkilevyn 13 jokainen reikä 21 on reunastaan kytkeytynyt vastaavan ulosvirtausputken 27 kehäuraan 25. Kannatuslevyjen 12 ja 13 välinen tila 31 (joka muodostaa ilmanpuhdistimen

kotelon 11 sisätilan) on yhteydessä jokaisen pyörteenkehittimen ja samalla lianerottimen 22 rengaskanavaan joka toimii lian poistokanavana 30 ja muodostaa huuhtelukammion. Putkijohto 37 (ks. kuvioita 1 ja 2) yhdistää huuhtelukammion 31 moottorin kompressorin eli ahtimen 4 sivuilmajohtoon 9a. Sydänilma menee ulosvirtausputkien 27 keskisen läpikulkukanavan läpi kulkematta lianhuuhtelukammioon 31.

Kuvioiden 2 ja 5 vertailu osoittaa, että vaikka koteloiden tilavuudet ovat samat kolmannessa asetelmassa 60 on kaksi tai useampia rivejä enemmän pyörreilmanpuhdistimia 69 kuin ensimmäisessä asetelmassa 10 ja että huuhtelukammioilla 31 on vastaavasti pienempi tilavuus. Tämä vähentää painehäviötä kolmannessa asetelmassa, koska siinä ei tarvita ensimmäisen asetelman suurempaa huuhtelutilavuutta, onhan enimmät epäpuhtaudet jo poistettu.

Ihanteellisissa oloissa keskimääräinen painehäviö ensimmäisen ja kolmannen asetelman 10, 60 jokaisessa putkessa ilmavirrassa $63,8 \text{ m}^3/\text{min}$ on n. 0,5 kPa jokaisen pyörteenkehitinputken 22 tulopäästä ulosvirtausputken 27 sydänilman poistopäähän 35.

Ensimmäinen pyörreilmanpuhdistinasetelma 10 poistaa isoja kiinteitä hiukkasia ja myös isoja nestepisaroita sekä niin nestemäisiä kuin kiinteitäkin, ilmaa raskaampia hiukkasia koosta huolimatta. Tämä aine kerääntyy huuhtelukammioon 31 ja poistetaan moottorista. Tähän tehtävään on järjestetty ejektorijärjestelmä, joka käyttää hyväksi kompressorin sivuilmajohdosta 9 tulevaa paineilmaa, joka johdetaan johtoon 37, joka syöttää paineilman suoraan ejektorin jakoputkeen 36, jonka suuttimet 36a ovat yhteydessä ejektorikurkkuihin 38. Suuttimista 36a kurkkuihin 38 suurella nopeudella puhallettu ilma vetää mukaansa ilmaa ja tämän mukana nestemäisiä ja kiinteitä epäpuhtauksia huuhtelukammioista 31 ja purkaa tämän aineksen pois moottorista poistoaukkojen 39 kautta. Tässä tapauksessa on huuhtelukammion 31 lyhyessä sivussa ejektorijärjestelmänä kolmen ejektoriputken asetelma kahdessa ryhmässä, siis yhteensä kuusi kappaletta, mutta tietenkin voidaan käyttää mitä tahansa ejektoriputkien lukumäärää ja järjestelyä kammion koosta ja moottorista ko. tietä poistettavasti ilmamäärästä riippuen. Suurempi lukumäärä tai koko tai molemmat saatetaan vaatia, jos moottorin ilmavirta on suurempi, tai päinvastoin, jos moottorin ilmavirta on pienempi.

Ensimmäisestä pyörreilmanpuhdistinasetelmasta 10 lähtevässä ilmavirrassa on enimmät suurista ja raskaista poistetuista kiinteis-

tä ja nestemäisistä epäpuhtauksista, mutta siihen jäävät hienojakoiset, kiinteät hiukkaset, jotka ovat liian kevyitä ja liian hyvin ilmaan hajautuneita tullakseen erotetuiksi, samoin kuin niin hienojakoiset nestehiukkaset, että ne muodostavat pysyviä aerosoleja tai sumuja. Tämä aines itse asiassa kvantitatiivisesti poistetaan tai yhdistetään isommiksi pisaroiksi sumunpoistimessa 50.

Sumunpoistimessa on asetelmana eli pinona 17 öljypäällysteistä metallilankaneulosarkkia 51, joiden avoin eli huokostilavuus on 98,7 % ja jotka on suljettu 6,9 kPa paineen alaisina kehyksen 52 sisäpuolelle kahden jäykän verkon 53 väliin, jotka ovat valmistettu 1,6 mm paksuisesta ruostumattomasta teräslangasta lankavälin ollessa 25 mm. Tässä tapauksessa metallilankaneulosarkkeja on 17 kpl ja ne on valmistettu halkaisijaltaan 152 mikrometrin ruostumattomasta teräslangasta. Pinon arkkien langat ottavat vain 1,3 % sumunpoistimen tilavuudesta; loppuosa tilavuudesta, siis 98,7 %, on vapaa. Lankaneulosarkkipinon paksuus on n. 50 mm.

Mikrometrisuuruusluokkaa oleva hienojakoinen kiinteä aines, joka kulkee ensimmäisen pyörreilmanpuhdistinasetelman 10 läpi, pyrkii takertumaan neulosarkkipinon kierteisiin välitiloihin eli huokosiin ja keräytyy niihin. Öljy- (tai muu haihtumaton neste) päällyste merkittävästi lisää kiinteiden aineiden poistotehokkuutta il-mavirrasta pidättäen siihen törmäävät kiinteät hiukkaset, mutta se voidaan haluttaessa jättää pois. Enin osa nesteestä, joka on poistettu törmättyään neulosarkkien lankojen öljypäällysteeseen, pyrkii virtaamaan painovoimalla alaspäin ja keräytyy arkkipinon alaosaan, huuhtoutuu pois ja kuljettaa tällöin mukanaan jonkin verran kiinteää ainetta. Tämän nesteen ja siihen suspendoituneen kiinteän aineksen poistamiseksi, on ejektori 54 järjestetty vaipan 52 alaosaan. Tämä ejektori on rakenteeltaan samanlainen kuin pyörreilmanpuhdistinasetelmien ejektorit. Johto 44 syöttää paineilmaa sivuilmajohdoista 9 ejektoriputkeen 45, joka päättyy ejektorikurkussa 47 sijaitsevaan suuttimeen 46. Neste ja siihen suspendoitunut kiinteä aines vedetään kurkkuun 47 ja johdetaan pois moottorista poistoaukon 48 läpi. Tämä takaa nestemäisen aineen poistamisen ja asetelman huokostilavuuden ylläpitämisen ja sen etuna on myös nesteen suodatinpesuvaikutus sen valuessa alas neulosarkkipinoa myöten ejektoria kohti.

Kiinteät aineet saattavat ylikuormittaa sumunpoistinta tiettyissä olosuhteissa ja sen vuoksi on mahdollistettu sumunpoistimen

liu'uttaminen ulos ilmanpuhdistinyksikön kotelosta johteita 49 myöten puhdistamisen ja/tai vaihtamisen helpottamiseksi tarvittaessa. Sumunpoistinasetelma voidaan poistaa käytöstä sen täytyttyä siinä määrin sellaisilla epäpuhtauksilla, joita ei voida poistaa, että seurauksena on suurehko painehäviö ja/tai pienentymä moottoriin menevän ilman virtausmäärässä, koska tämä tietenkin aiheuttaa tehonhukkaa ja suurentaa käyttökustannuksia. Vastavirtapuhdistetusta pinta-aktiivisella pesuaineella, höyrypuhdistusta tai puhdistusta sopivilla nesteillä voidaan käyttää. Puhdistettu sumunpoistin voidaan helposti asentaa takaisin paikoilleen liu'uttamalla se vain koteloon esitetyllä tavalla.

Kaikki nestemäinen ja kiinteä aine, joka jää ilmavirtaan, kuten yhdistyneet nestepisarot, jotka ovat tempautuneet mukaan sumunpoistimen langoilta, poistetaan kolmannessa pyörreilmanpuhdistinasetelmassa 60. Tämän poiston takaa tämän asetelman pyörreilmanpuhdistimien 69 suurempi läpivirtauspinta-ala. Poistettu aine kerätään, kuten ensimmäisessäkin asetelmassa 10, huuhtelukammioon 31' ja johdetaan pois moottorista. Tätä varten on järjestetty samanlainen ejektorijärjestelmä, joka käyttää hyväkseen kompressorin sivuilmajohdosta 9 tulevaa paineilmaa, jonka johto 37 ottaa ja joka syötetään suoraan ejektorin jakoputkeen 36, jonka suuttimet 36a avautuvat ejektorikurkkuihin 38. Ilma, joka ejektoidaan suurella nopeudella suuttimista 36a kurkkuihin 38, vetää ilmaa ja sen mukana kaikki jäljellä olevat nestemäiset ja kiinteät epäpuhtaudet huuhtelukammioista 31', jolloin tämä ilma poistuu moottorista ko. aineksen kanssa poistoaukoista 39. Tässä tapauksessa huuhtelukammion 31' lyhyen sivun kummassakin puoliskossa on ejektorijärjestelmänä kolmen ejektoriputken sarja kahdessa ryhmässä, siis yhteensä kuusi kappaletta, mutta tietenkin voidaan käyttää ejektoriputkien mitä tahansa järjestelyä ja lukumäärää kammion koosta ja moottorista kyseistä tietä poistettavaksi tarkoitettua ilmamäärästä riippuen. Suuri lukumäärä tai koko tai molemmat saattavat olla tarpeellisia, jos ilman virtausmäärä moottoriin on suurempi ja päinvastoin, jos ko. virtausmäärä on pienempi.

Kolmannesta pyörreilmanpuhdistinasetelmasta 60 lähtevästä ilmavirrasta on poistettu kaikki nestemäiset ja kiinteät epäpuhtaudet, ei pelkästään isot ja raskaat, vaan myös hienojakoiset kiinteät ja nestemäiset hiukkaset, jotka ovat kevyitä ja olivat alussa hyvin

hajautuneet sisääntuloilmaan. Tämä aines on itse asiassa kvantitatiivisesti poistettu kuljettuaan pyörreilmanpuhdistinasetelman 60 läpi.

Kuvio 6 esittää kaasuturpiinimoottorin ja kuvioiden 1-5 mukaisen ilmanpuhdistinyksikön sijaintipaikan tyypillisessä ilmatyy-nykulkuneuvossa. Hyttien C kävelytason G puolella on kytketty sarjavirtauksellisesti vastaaviin moottoreihin 1 ilmanottoaukko 3 ja keksinnön mukainen ilmanpuhdistinyksikkö 2.

Tyypillisiä tuloksia, jotka osoittavat keksinnön laitteen edut sekä kiinteiden että nestemäisten epäpuhtauksien, esim. lian ja veden, poistossa, esittävät seuraavat vertailevat tiedot.

Laite, jota käytettiin näiden tietojen saamisessa, oli sellainen kuin kuviot 1-5 esittävät sillä eroavuudella, että sumunpoistin muodostui 34 öljypäällysteistä metallilankaneulosarkkia käsittävästä asetelmasta, jonka huokostilavuus oli 98,7 % ja joka oli 6,9 kPa puristuspaineella rajattu kahden ristikon väliin, joka oli valmistettu 1,6 mm paksuisesta ruostumattomasta teräslangasta käyttäen 25 mm lankaväliä. Metallilankaneulosarkit oli valmistettu halkaisijaltaan 152 mikrometrin ruostumattomasta teräslangasta. Asetelman yhdistettyjen arkkien langat ottivat 1,3 % sen kokonaistilavuudesta. Tilavuuden loppuosa, 98,7 %, oli avoin. Asetelman paksuus oli 100 mm.

Tätä systeemiä käytettiin "AC Coarse"-karkeusasteisen pölyn ja suolaveden puhdistamiseen ilmasta, joka meni moottoriin otsapintanopeudella ilmoitettuna metreissä/sekunti, ja ilman tilavuusvirta kuutiometreissä/min huuhteluilman virtaus ja painehäviö (kilopascaleissa) on esitetty taulukossa I.

AC Coarse -karkeusasteisen pölyn erotustehokkuus on esitetty prosenteissa. Suolaisen veden erotustehokkuus on myös esitetty prosenteissa.

Tiedot on esitetty samanlaisten koesarjojen pohjalta käyttäen laitteita, joissa oli sama ensimmäisen ja toisen vaiheen järjestely, mutta ilman kolmannen vaiheen pyörreilmanpuhdistinasetelmaa.

Taulukko I

Otsapin- tanopeus m/s	Ilmavirta m ³ /min	Huuhdelu- ilmavirta %	Paine- häviö kPa	Pölynero- tustehok- kuus %	Teoreettinen erotustehok- kuus - % (suolavesipitoi- suus/ilmapitoisuus osaa/ miljoona	1) Vesipisaroiden läpimurto2)
					0,1 1 10 100 1000	osaa/miljoona
Keksinnön laite	3	76	5,8	98+	91,0 92,0 96,0 97,0 97,0	>13 000 = 1,3 %
	6	153	5,8	98+	97,0 97,3 98,1 99,0 99,8	>5 000 = 0,5 %
	9	229	5,8	98+	99,7 99,7 99,9 99,9 99,8	>2 000 = 0,2 %
	12	306	5,8	98+	99,9 99,9 99,9 99,8 99,7	>1 100 = 0,11 %
Laite, jossa on vain kak- si vaihetta. Viimeinen pyörreil- manpuhdistin asetelma jäl- tetty pois	3	76	4,7	98+	91,0 92,0 96,0 97,0 97,0	>12 000 = 1,2 %
	6	153	4,7	98+	97,0 97,3 98,1 99,0 99,8	>4 000 = 0,4 %
	9	229	4,7	98+	99,7 99,7 99,9 99,9 99,8	>1 500 = 0,15 %
	12	306	4,7	98+	99,9 99,9 99,9 99,8 99,7	>500 = 0,05 %

Hiukkaskokojakama eri suolavesipitoisuuksissa ilmassa, osaa vettä/miljoona osaa ilmaa

Osaa/miljoona Keskimääräinen mikrometriajakama

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

2) Vesipitoisuus sisäntuloilmassa pisaroiden läpimurtokohdassa

On ilmeistä, että kolmannen vaiheen pyörrepuhdistinasetelman lisäys parantaa hyvin huomattavasti niiden vesipisaroiden poistoa, jotka tunkeutuvat sumunpoistovaiheen läpi kaksivaihejärjestelmässä.

Keksinnön kolmivaihelaitteen erotustehokkuus on erinomainen niin kiinteiden epäpuhtauksien kuin vedenkin kohdalla.

Sumunpoistin voidaan koostaa sarjasta arkkeja, jotka on valmistettu mistä hyvänsä metalli- tai muovilankamateriaalista. Metallilankaneulos on suositettu materiaali, mutta voidaan myös käyttää metallilankakudosta ja ns. nonwoventyyppisiä metallilanka- tai kuitumattoja.

Neulos koostuu silmukkariveistä, jotka kukin on siepattu edelliseen riviin ja ovat riippukannatuksessa niin ylempään kuin alempaan riviin. Neuloksia on kahta lajia, kude- ja loimineuloksia. Kudeneuloksissa silmukat, ja siis langat, kulkevat neuloksen poikkisuunnassa ja jokainen silmukka on kytketty edeltävän rivin silmukkaan. Loimineuloksessa rinnakkaiset langat on yhdistetty ketjutikkimäisesti, ensin toinen lanka ja sitten toinen lanka, jolloin ne kulkevat siksakmaisesti sitoutuen toisiinsa; ja silmukat kytkeytyvät toisiinsa sekä kude- että loimisuunnassa. Loimineuloksessa on n. neljä kertaa enemmän sidoksia pituusyksikköä kohti kuin kudeneuloksessa ja se on lujempi ja tiheämpirakenteinen.

Keksinnön metallilankaneulospinot voidaan koota loimi- tai kudeneuloksista käyttäen mitä tahansa yhdistelmää, mitä tulee lankoihin, aukkoihin, neulostyypeihin ja sidoksiin, kuten sileää tai resorineulosta, interlockia, puolikerto- ja kertoneulosta; yksipylvästrikoota, kaksipylvästrikoota ja milaneesiloimineulosta. Voidaan käyttää taso- tai pyöröneulosta. Pyöröneulos voidaan leikata auki tai käyttää kaksinkertaisena.

Metallilankakudoksia voidaan kutoa millä tahansa luonnistuvalla sidostyypillä, kuten palttinasadoksella, toimikassidoksella ja hollantilaisella toimikassidoksella.

Nonwoven-metillakuitumatot valmistetaan yhteen kiedottavista ja sekoitettavista jatkuvista tai pitkistä metallilangoista tai -kuiduista.

On tärkeää, että tällainen kuituarkki on sidostamaton, ts. kuituja ei saisi sitoa (esim. liimata) yhteen risteyskohdistaan.

Kun lankamateriaaliarkkeja asetetaan umpimähkään päällekkäin kerrosasetelmaa koottaessa, vierekkäisten kerrosten huokoset eivät

tietenkään asetu kohdakkain, koska arkeilla on epätasainen pinta, jolloin ulkonevat osat aiheuttavat vierekkäisten kerrosten suhteellista siirtymistä ja keskinäistä etääntymistä. Tätä yhdistelmää puristettaessa kokoon kohtisuoraan kerrosten tasoa vastaan tämä keskinäinen siirtyminen voi lisääntyä. Niinpä pinon kerrosten sattumanvaraisen suuntauksen vuoksi läpihuokokset kulkevat erittäin mutkitttelevasti.

Tämä kokoonpuristus ja suhteellinen siirtyminen pyrkii vähentämään pinon läpihuokosten kokoa. Vierekkäisten kerrosten langat saattavat työntyä viereisten kerrosten huokosten pinta-aukkoihin ja osittain suhkea nämä ja kokoonpuristettaessa voi tämä kuvattu toiminta toistua monia kertoja.

Keksinnön lankamateriaaliarkit voidaan muodostaa minkä tahansa metallin kuiduista tai langoista. Useimpiin käyttöihin suositellaan tietenkin metalleja, joita niiden kanssa kosketukseen joutuva suodatettava neste tai kaasu ei kykene syövyttämään tai muutoin haitallisesti niihin vaikuttamaan. Ruostumaton teräs on hyvin sopiva aine. Alumiini-, messinki- ja pronssilankoja voidaan myös käyttää. Muita käyttökelpoisia metalleja ovat kupari, rauta, teräs, molybdeeni, tantal, niobi, titaani, volframi, nikkelikromiseokset, kobolttipohjaiset seokset, kaikentyyppiset kromatut langat, kaikentyyppiset sinkityt langat ja kaikentyyppiset kadmioidut langat. Korroosionkestäviä metalliseoksia, kuten monelmetallia, ja muovista filamenttilankaa voidaan myös käyttää, varsinkin suolavesiympäristössä. Inerttisiä muoveja, kuten polypropeen, polyeteeni, polyamideja, polyesteriä ja polyisobuteeniä, suositellaan. Kun korroosionkestävyys ei ole tärkeä, silloin voidaan käyttää muitakin muoveja, kuten esim. polyvinyylikloridia, polyvinyyliideenikloridia ja polyakryylinitriiliä.

Langat ovat tavallisesti ns. yksinkertaisia filamenttilankoja. Langoilla voi olla mikä tahansa poikkielikkausmuoto, kuten pyöreä, neliömäinen, litteä, monikulmiomainen, elliptinen ja suorakulmainen. Kerrattua filamenttilankaa voidaan myös käyttää.

Pino valmistetaan panemalla päällekkäin valittu lukumäärä lanka- tai kuitumateriaaliarkkeja. Suuntaus on mieluiten umpimähkäinen, koska näin voidaan parhaiten poistaa epäyhdenmukaisuus vierekkäisten arkkien väliltä ja saada kooste, joka on kokonaisuudessaan yhdenmukainen, mutta säännöllisellä tai tietyllä tavalla

järjestetyllä suuntauksella, kuten esim. asettamalla vuorottaiset arkit suoraan kulmaan toisiinsa nähden tai muulla erityisellä keskinäisellä suuntauksella, voidaan eräissä tapauksissa saavuttaa etuja.

On tärkeää, että metallilankaneuloskerroksista muodostetulla pinolla on mahdollisimman suuri avoin eli huokospinta-ala, jotta vältettäisiin ilmavirran rajoitukset. Niinpä suositetaan, että huokostilavuus on suunnilleen 95 - 99,9 %, vaikkakin eräissä olosuhteissa voidaan sietää niinkin alhainen kuin 80 % huokostilavuus.

Nesteet poistetaan niiden törmäämisen johdosta asetelman lankoihin tai kuituihin. Siksi onkin suositeltavaa mahdollistaa mahdollisimman monta lankaa tai kuitua asetelman tilavuuteen samalla säilyttäen sen haluttu huokostilavuus. Tämä merkitsee, että hienomat langat tai kuidut, joiden halkaisija on n. 118-590 mikrometriä, ovat sopivammat. Lankojen halkaisija voi yleensä olla n. 12,7 - 889 mikrometriä.

Asetelman kerrokset voivat olla tasaisia tai aallotettuja. Samaa tai eri arkkityyppiä olevien tasaisten ja aallotettujen kerrosten yhdistelmät ovat usein aika edulliset. Arkkien aukkojen tai huokosten epäsäännöllinen asettelu useissa päällekkäisissä erityyppisissä kerroksissa on taipuvainen tasoittumaan koko asetelmassa, sen tilavuuden läpi mentäessä, niin että tuloksena on läpeensä suhteellisen tasainen huokoisuus. Tämä yhdenmukaisuus lisääntyy, jos käytetään yhdistelmässä eri lankakokoja ja eri huokoskokoja.

Erityisen suositeltava kerrosyhdistelmä käsittää 17:stä 34:ään kerrokseen aallotetusta 152 mikrometrin langasta valmistettuja neulosarkkeja sen kummallakin puolella ollessa 1,6 mm langasta valmistettu lankaverkko lankavälin ollessa n. 25 mm.

Mitä enemmän on kerroksia pinossa, sitä suurempi on painehäviö siinä, mutta samalla sen kyky poistaa suspendoituneita epäpuhtauksia kasvaa, aina optimiin asti, minkä jälkeen lisääntynyt poistotehokkuus ei enää kompensoi suurempaa painehäviötä pinossa. Niinpä arkipinon paksuus on yleensä rajoissa 13-250 mm ja mieluummin n. 38-102 mm.

Pinon taipuisuus suurimmassakin esitetyssä paksuudessa on huomattava ja niinpä se voidaan asettaa mihin tahansa haluttuun muotoon moottorin tilanrajoitusten mukaan. Tavallisesti on edullista, että pino on tasainen vastakkaisten pintojen ollessa yhden-

suuntaiset, mutta ei ole syytä, joka estäisi käyttämästä pinoa, joka on toiselta sivulta paksumpi kuin toiselta tai joka on kuperan- tai koverankaareva tai kaksoiskupera tai -kovera tai siinä voidaan käyttää mitä hyvänsä kuoppa-, ripa- tai aaltokuvioyhdistelmää. Se voidaan todellakin taivuttaa sopimaan mihin tahansa sisääntulokanavan muotoon pyörreilmanpuhdistinasetelman takana. Koska viimeksi mainittu asetelma ei kuitenkaan ole yhtä taipuisa ja siinä on normaalisti pyörreilmanpuhdistimet asetettu yhdensuuntaisiksi ja mahdollisimman lähelle toisiaan, niin aivan sen viereen sijoitetulla sumunpoistimella on myös sama tasainen pinnanmuoto ainakin sillä puolella, joka on suunnattu pyörreilmanpuhdistinasetelman ulosvirtauspuoleen päin.

Lankamäärän arkin tilavuusyksikköä kohti ilmoittaa tiheys, joka osoittaa myös metallilanka-arkin aukkojeen koon. Keksinnön mukaisten arkkien tiheys voi olla n. $4-320 \text{ kg/m}^3$ ja on mieluummin n. $80-160 \text{ kg/m}^3$.

Paremmen lankajakauman ja pienen painehäviön kannalta suositetaan aallotettuja arkkeja. Nämä olisi asetettava ristikkäin pakkaan, niin että poimut eivät mene sisäkkäin ja että kerrokset joutuvat kauemmaksi toisistaan, mikä lisää suhteellista huokostilavuutta.

Sumunpoistin kootaan pinoamalla haluttu lukumäärä kerroksia, joko aallotettuja tai ei, ja sitten asettamalla tämä pino tai pakka ristikkojen väliin, jotka ovat jäykkiä ja pitävät kerrokset kokoonpuristuneina, tai sitten mainitut kerrokset sidotaan yhteen, kuten esim. ompelemalla tai nitomalla metallilangalla sopivin väleihin koko pinon pinta-alalta. Komprimointiaste riippuu halutusta huokoisuudesta ja tiheydestä, koska kokoonpuristus tietenkin vähentää huokos- eli ontelotilavuutta työntämällä kerrokset likemmäksi toisiaan ja jossain määrin puristaa pois aaltoisuuden. Kokoonpuristus kuitenkin lisää jäykkyyttä ja myös yhdenmukaisuutta. Yleensä pino on pidettävä n. $7-690 \text{ kPa}$ ja edullisesti n. $10,4 - 34,5 \text{ kPa}$ kompressiopaineen alaisena.

Keksinnön tuloilmanpuhdistinyksikköä voidaan käyttää sarjaan kytkettynä ilmanottoaukon kanssa minkälaisessa vesikulkuneuvoihin tarkoitettuun kaasuturpiinimoottorissa tahansa, kuten potkuriturpiini- tai suihkuturpiinimoottoreissa, minkälaisessa vesikulkuneuvossa hyvänsä, silloin kun vesi, lika ja muut sisääntule-

vat epäpuhtaudet muodostavat ongelman. Pintavaikutuskulkuneuvot, kantosiipialukset, ilmatyynykulkuneuvot, sotilaskäyttöön tarkoitettut nopeat vesi-maakulkuneuvot ja alukset ja ns. vesitasotyyppiset lentokoneet, joita potkuriturpiini- ja suihkumoottorit käyttävät, hyötyvät, kun niihin asennetaan tällaisia yksiköitä moottoriin menevän ilman puhdistamiseksi nestemäisistä ja kiinteistä epäpuhtauksista.

Patenttivaatimus:

Pyörreilmapuhdistin- ja sumunpoistoyksikkö (2) vesiliikennekäytössä olevan kaasuturpiinimoottorin (1) ottaman ilman mukanaan kuljettaman veden ja muiden ilman kuljettamien nestemäisten ja kiinteiden epäpuhtauksien kvantitatiiviseksi poistamiseksi, joka yksikkö käsittää yhdistelmänä kotelon (11), jossa on sisääntulo (3) ja ulosmeno läpi virtaavalle ilmalle, ja koteloon (11) ilman virtaussuuntaan nähden poikittain asetettuina järjestyksessä sisääntulosta (3) ulosmenoon ensimmäisen asetelman (10), joka on sovitettu poistamaan raskaampia nestemäisiä ja kiinteitä likahiukkasia ja jossa on useita pyörreilmapuhdistimia (69), jotka käsittävät suoran putkimaisen ilmanpuhdistajan rungon (23), jossa on lieriömäinen keskikanava (33) sekä tulo- ja poistoaukko (24, 28) vastakkaisissa päissään ja ilman-suuntaamislaite (26) tuloaukon (24) vieressä pyörrevirran synnyttämiseksi sisääntulevaan ilmaan tässä olevien likahiukkasten keskittämiseksi kanavan (33) kehälle ja kevyempiä ja aerosolikantoisia likahiukkasia sisältävän ilmasydämen aikaansaamiseksi kanavan (33) keskusta sekä ulosvirtauselin (27), jossa on keskellä oleva sydänilmakanava (32), joka on yhteydessä putkirungon (23) lieriömäiseen keskikanavaan (33) ja asetettu tämän sisäpuolelle poistoaukkoon (28), jolloin ulosvirtauselimen (27) ulkoseinä rajaa putkirungon (22) lieriömäiseen keskikanavaan (33) olennaisesti rengasmaisen lianpoistokanavan (30), jonka läpi likahiukkaset kulkevat, kanavan keskustaan muodostuvan (33) sydänilman mennessä ulosvirtauselimen (27) keskisen sydänilmakanavan (35) läpi; toisen asetelman (50), joka on sovitettu yhdistämään ja poistamaan kevyemmät ja aerosolikantoiset nestemäiset ja kiinteät likahiukkaset ja joka muodostuu useista päällekkäin asetetuista kuitumaista materiaalia olevista arkeista (51), jotka muodostavat asetelman (50) etupinnasta takapintaan ulottuvia läpikulku-tiehyitä, jotka on järjestetty virtausyhteyteen ensimmäisen asetelman (10) pyörreilmapuhdistimien (69) ulosvirtauselimien (27) sydänilmakanavien kanssa, jolloin arkit (51) muodostuvat yksikuitusäikeistä joiden halkaisija on suunnilleen alueella 12,7 - 889 mikrometriä, ja ne on puristettu olennaisesti koko pinta-alaltaan alle n. 5 mm olevaan maksimihuokoshalkaisijakokoon puristus-paineen ollessa suunnilleen alueella 6,9 - 690 kPa, niin että painehäviö asetelman 0,15 m² suuruiselta osalta 83 m³/min vakioilmavirrassa ja 25°C lämpötilassa on noin 0,13 - 0,75 kPa, jolloin sisäkerrosten jakopinnoissa olevat

säikeet ovat olennaisesti kauttaaltaan keskinäisessä painekosketuksessa tämän puristuksen johdosta, t u n n e t t u siitä, että yksikkö käsittää kolmannen asetelman (60), joka on sovitettu poistamaan muita nestemäisiä ja kiinteitä likahiukkasia mukaan lukien yhdistyneet pienet nestepisarot ja jossa on useita pyörreilmanpuhdistimia (69), jotka on asetettu samaan tai suurempaan tiheyteen avointa sisääntulopinta-alayksikköä kohti kuin ensimmäinen asetelma (10) ja jotka muodostuvat suorasta ilmanpuhdistimen putkirungosta, jossa on lieriömäinen keskikanava (33) sekä tuloaukko ja poistoaukko vastakkaisissa päissään, ilmansuuntaimesta tuloaukon vieressä pyörrevirran synnyttämiseksi sisääntulevaan ilmaan tässä olevien likahiukkasten keskittämiseksi kanavan kehälle ja kevyempiä ja aerosolikantoisia likahiukkasia sisältävän ilmasydämen aikaansaamiseksi kanavan keskustaan, ja ulosvirtauselimestä, jossa on keskellä oleva sydänilmakanava (32), joka on yhteydessä putkirungon lieriömäiseen keskikanavaan (33) ja joka on asetettu tämän kanavan poistoaukon sisään, jolloin ulosvirtauselimen ulkoseinä rajaa putkirungon lieriömäiseen keskikanavaan (30) olennaisesti rengasmaisen lianpoistokanavan, jonka läpi likahiukkaset kulkevat, kanavan (33) keskustassa olevan sydänilman mennessä ulosvirtauselimen keskellä olevan sydänilmakanavan (32) läpi niin, että puhdistinasetelmiin (10, 50, 60) tuleva kaasu kulkee olennaisen suoraviivaisesti moottorille, jolloin tuloilman paineen putoaminen on mahdollisimman pieni.

Patentkrav

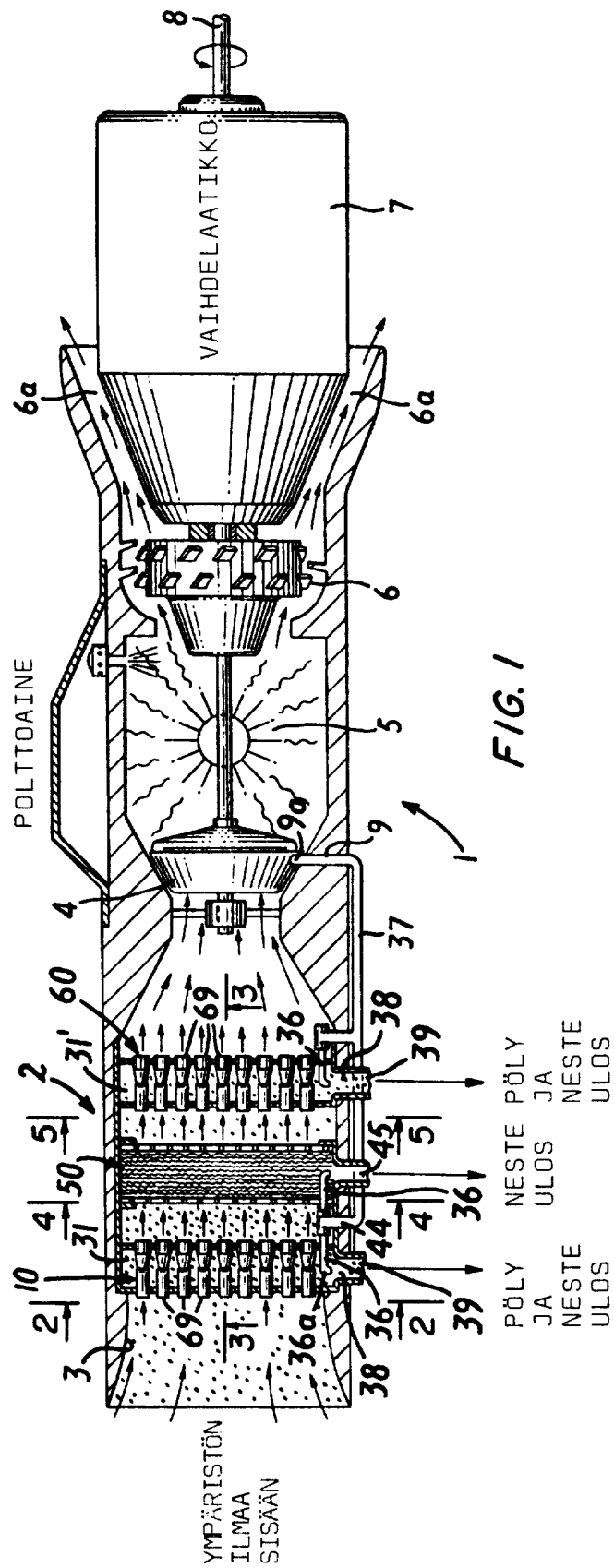
Virvelluftrenar- och dimeliminatorenhet (2) för kvantitativt avlägsnande av luftburet vatten och annan luftburen vätska och fasta föroreningar, som slukas av en gasturbinmotor (1) i marint bruk, vilken enhet omfattar i kombination ett hölje (11) med ett inlopp (3) och ett utlopp för genomströmmande luft, och i höljet (11) tvärs över luftens strömningsriktning anordnade, i ordningsföljd från inloppet (3) till utloppet en första uppställning (10), vilken anordnats att eliminera tyngre vätskeformade och fasta föroreningspartiklar och vilken omfattar ett flertal virvelluftrenare (69), vilka omfattar en rak rörformad luftrenarkropp (23), som omfattar en cylinderformad mittkanal (33) samt ett inlopp och ett utlopp (24,28) vid motsatta ändarna och en luftavläkningsanordning (26) invid inloppet (24) för alstrande av en virvelström i inkommande luften för att koncentrera däri befintliga föroreningspartiklar på periferin av kanalen (33) och för åstadkommande av en, lättare och aerosolburna föroreningspartiklar innehållande luftkärna i kanalens (33) mitt samt ett utloppsorgan (27), vilket i sin mitt uppvisar en kärnluftkanal (32), vilken står i förbindelse med den cylinderformade mittkanalen (33) i rörkroppen (23) och är anordnad inuti denna i utloppsöppningen (28), varvid utströmningsorganets (27) yttre vägg avgränsar en väsentligen ringformad föroreningselimineringsskanal (30) i rörkroppens (22) cylinderformade mittkanal (33), genom vilken kanal föroreningspartiklarna går, medan den i kanalens mittparti bildade (33) kärnluften går genom en central kärnluftskanal (35) i utloppsorganet (27); en andra uppställning (50) som anordnats att förbinda och eliminera lättare och aerosolburna vätskeformade och fasta föroreningspartiklar och vilken bildas av ett flertal över varandra anordnade, av ett fibröst material bestående ark (51), vilka bildar från uppställningens (50) framyta till bakytan sig sträckande genomgångsporer, vilka anordnats i strömningsförbindelse med kärnluftkanalerna i utloppsorganet (27) vid den första uppställningens (10) virvelluftrenare (69), varvid arken (51) bildas av monofilament med en diameter i området från ca. 12,7 till ca. 889 mikrometer, och dessa har komprimerats väsentligen över hela denna yta till maximum pordiameter under ca. 5 mm under ett tryck i området 6,9 - 690 kPa så, att tryckfall över ett $0,15 \text{ m}^2$ parti av

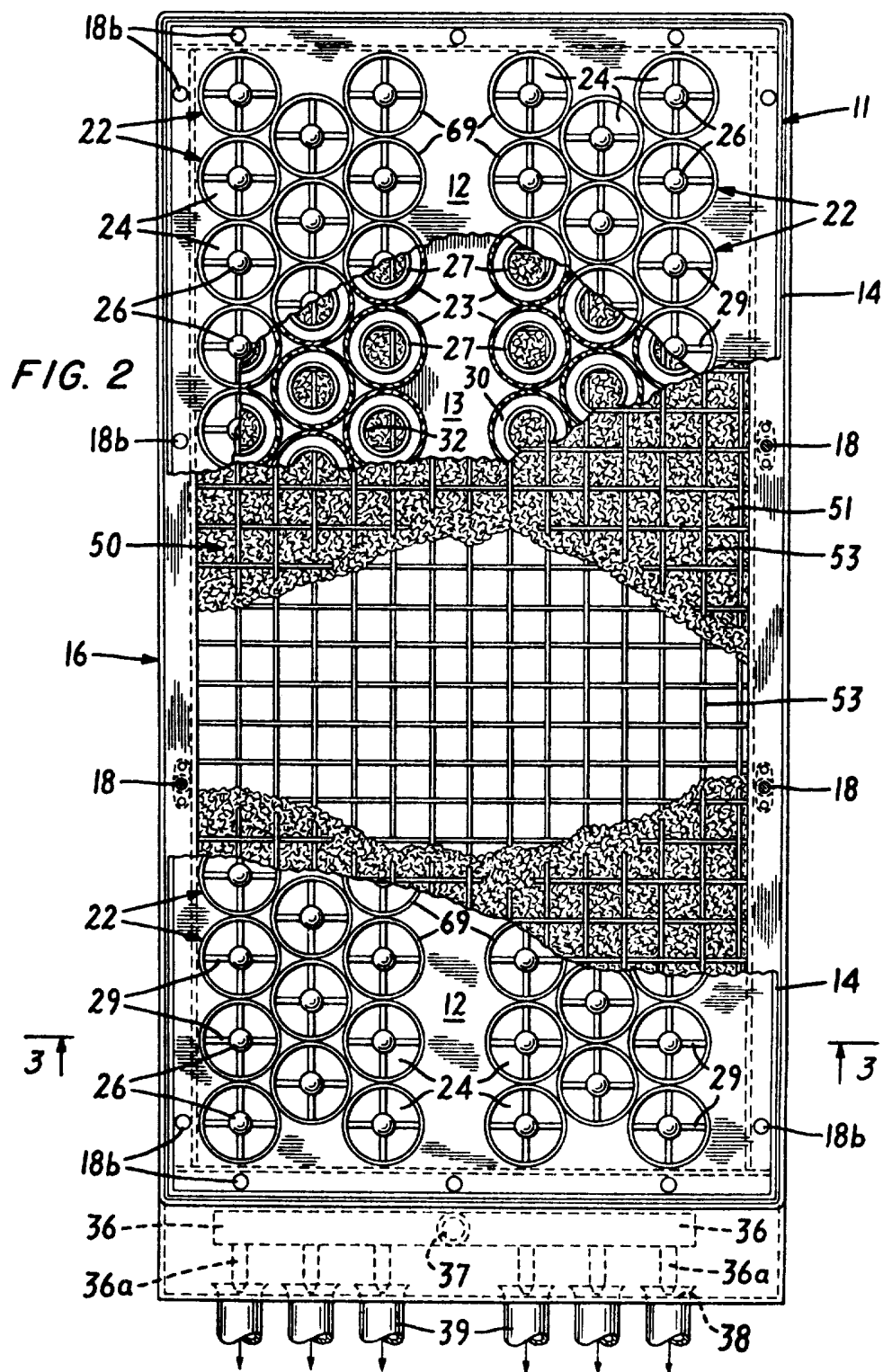
uppställningen vid $83 \text{ m}^3/\text{min}$ standardluftströmning vid 25°C temperatur är ca. $0,13 - 0,75 \text{ kPa}$, varvid filamenten på delningsytorna i de inre skikten väsentligen genomgående står i ömsesidig tryckkontakt till följd av denna pressning, k ä n n e t e c k n a d därav, att enheten omfattar en tredje uppställning (60), vilken anordnats att eliminera ytterligare vätskeformade och fasta föroreningspartiklar, förbundna små vätskedroppar medräknade, och vilken omfattar ett flertal virvelluftrenare (69), vilka anordnats lika tätt eller tätare per öppen inloppsarealenhet som den första uppställningen (10) och vilka består av luftrenarens raka rörkropp, vilken uppvisar en cylinderformad mittkanal (33) samt ett inlopp och ett utlopp i sina motsatta ändar, en luftavlänkingsanordning intill inloppet för alstrande av en virvelström i inkommande luften för koncentration av däri befintliga föroreningspartiklar på kanalens periferi och för åstadkommande av en, lättare och aerosolburna föroreningspartiklar innehållande luftkärna i kanalens mitt, och ett utloppsorgan, vilket i mitten uppvisar en central kärnluftkanal (32), vilken står i förbindelse med den cylinderformiga mittkanalen (33) i rörkroppen och vilken anordnats inuti utloppet i denna kanal, varvid utloppsorganets yttervägg avgränsar en väsentligen ringformad föroreningsutloppskanal i rörkroppens cylinderformade mittkanal (30), genom vilken kanal föroreningspartiklarna går, medan kärnluften i kanalens (33) mitt passerar genom kärnluftkanalen (32) i utloppsorganets mitt så, att gasen som kommer till renaruppställningarna (10,50,60) passerar väsentligen rätlinjigt till motorn, varvid ingående luftens tryckfall är så litet som möjligt.

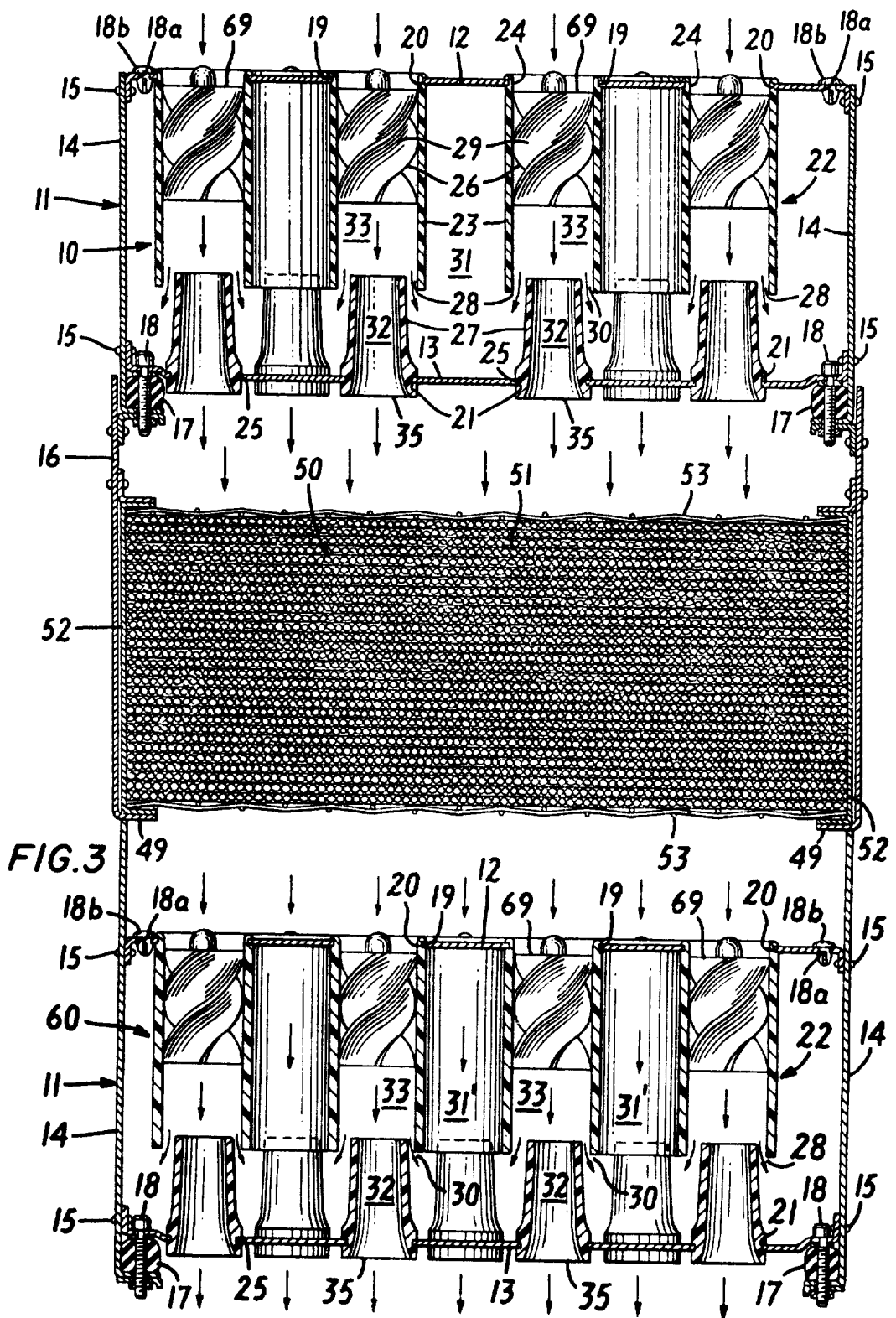
Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

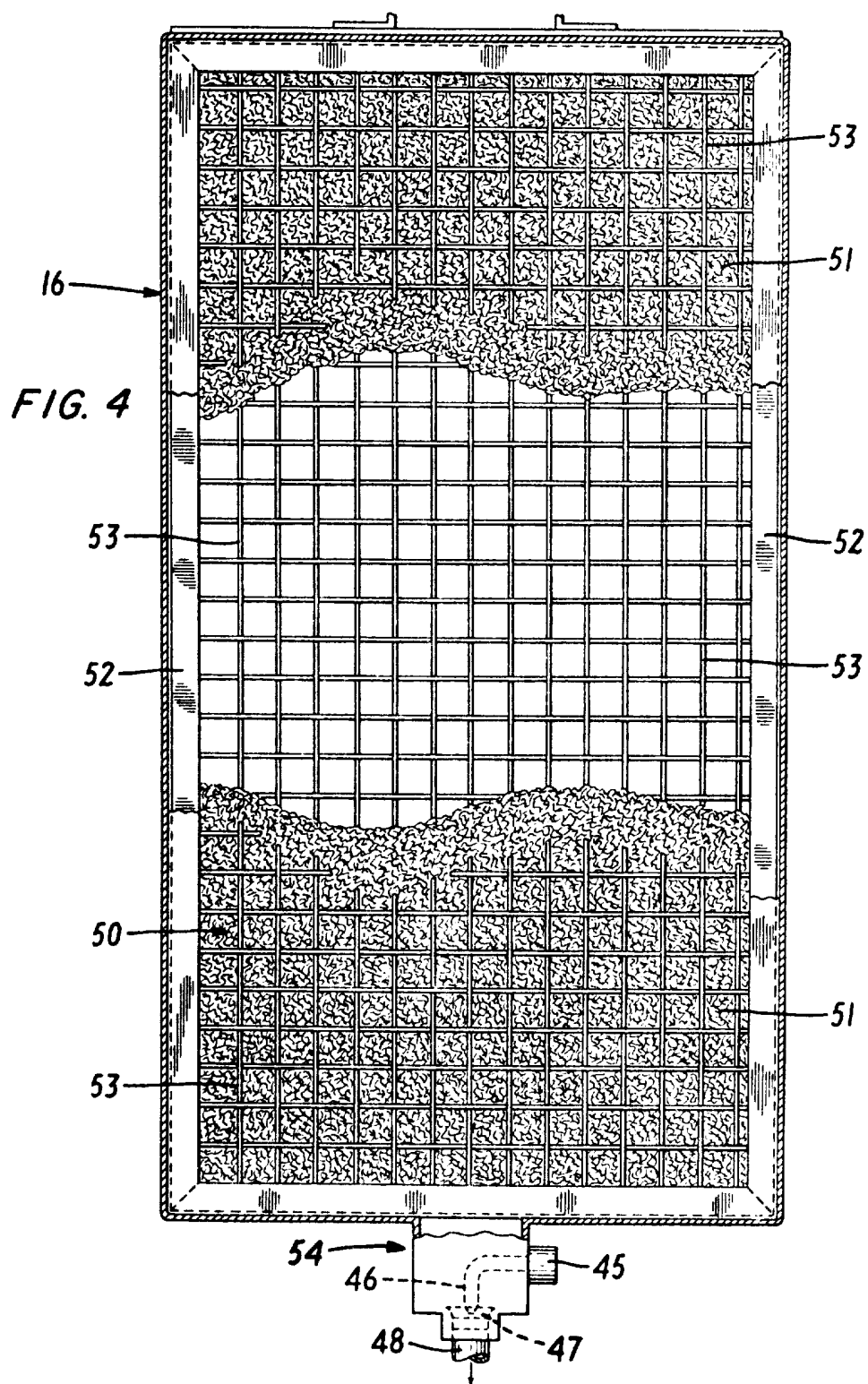
Hakemusjulkaisuja:-Ansökningspublikationer: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 753 988 (B 01 D 50/00).

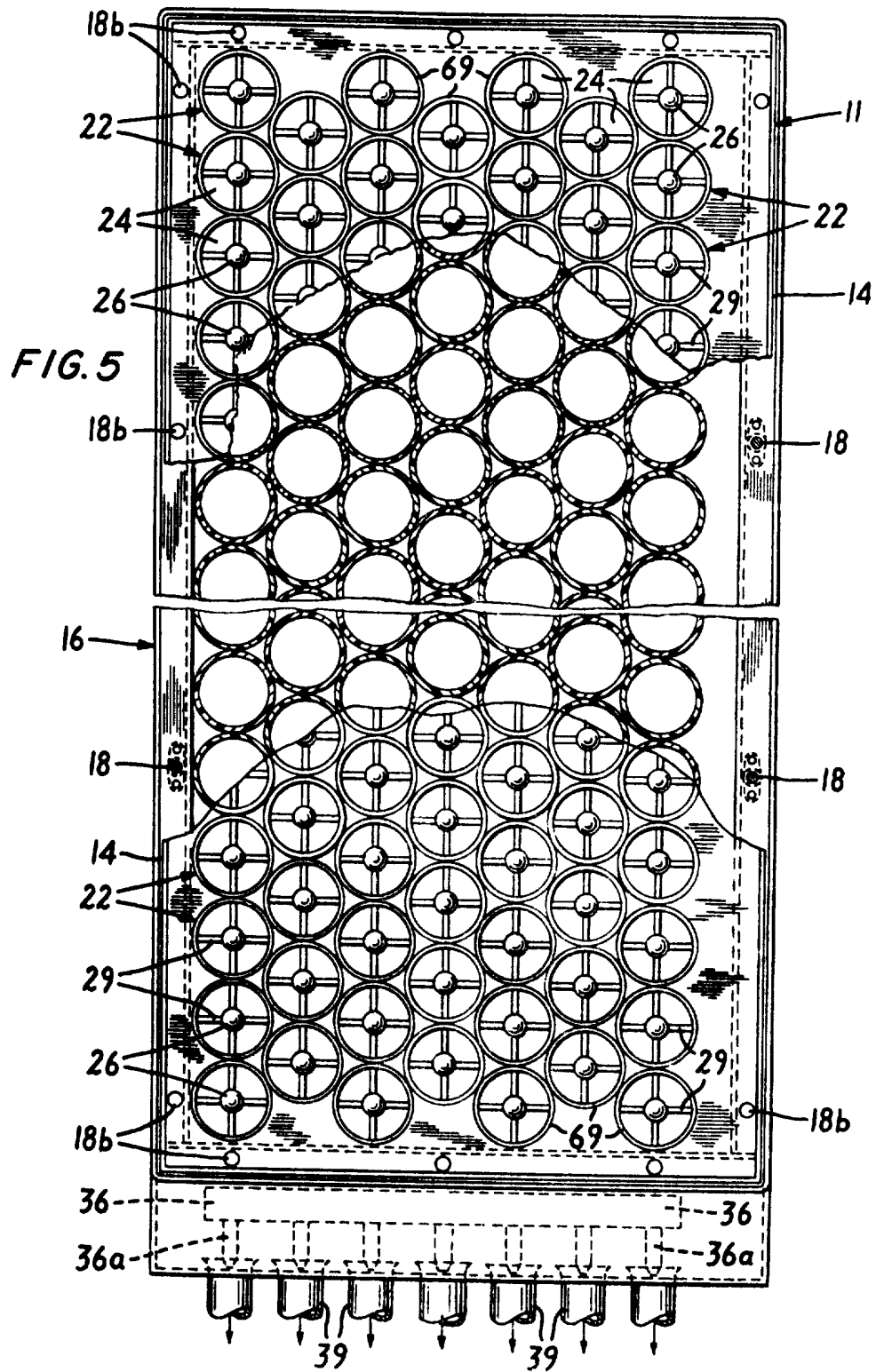
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 3 915 679 (B 01 D 45/12).











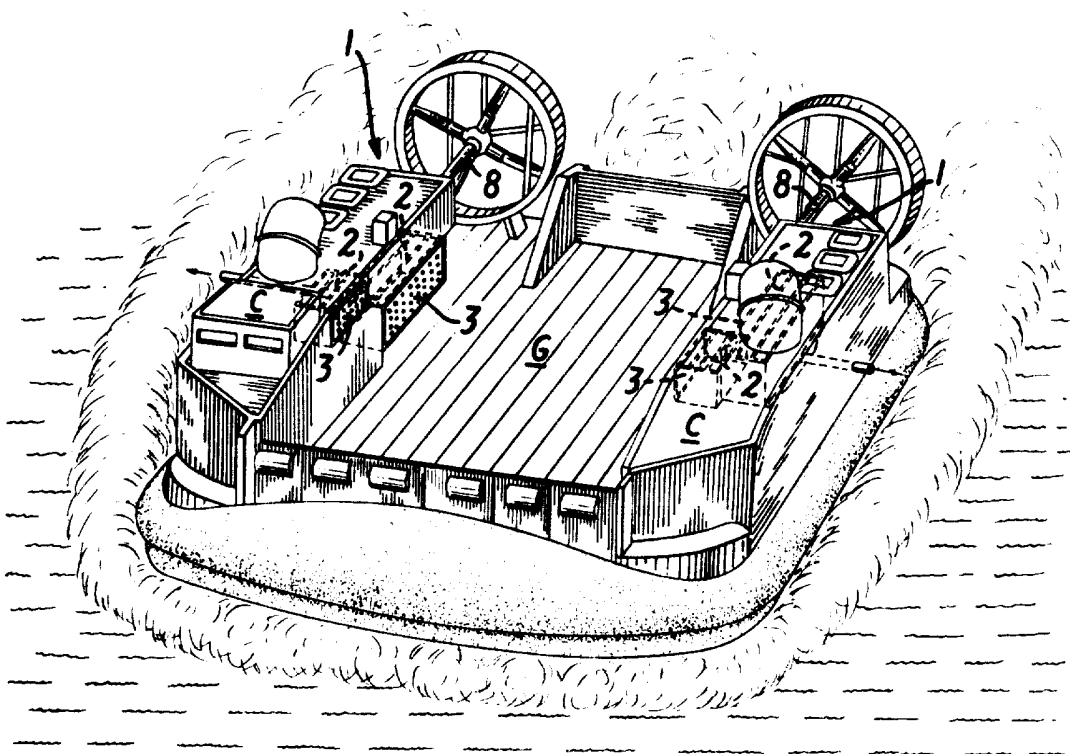


FIG. 6