



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 147614

(51) Int. cl.³ F 01 D 5/18

(21) Patentsøknad nr. 773953

(22) Inngitt 18.11.77

(24) Løpedag 18.11.77

(41) Alment tilgjengelig fra 22.05.78

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 31.01.83

(30) Prioritet begjært 19.11.76, USA, 743271.

(54) Oppfinnelsens benevnelse Væskekjølt turbinskovl med forbedret varmeoverføringsevne.

(71)(73) Søker/Patenthaver GENERAL ELECTRIC COMPANY,
570 Lexington Avenue,
New York, NY 10022,
USA.

(72) Oppfinner JAMES THOMAS DAKIN, Schenectady, NY,
KENNETH ALONZO DARROW, Sprakers, NY,
USA.

(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Britisk (GB) patent nr. 728834, 680118.

147614

Generelt er åpen-krets væskekjøling av gassturbin-skovler behandlet i f.eks. US-PS nr. 3 446 481, Kydd, nr. 3 619 076, Kydd, nr. 3 658 439, Kydd, nr. 3 816 022, Day og nr. 3 856 433, Grondahl et al. I disse patenter beskrives kjøling av skovler ved hjelp av et stort antall, under overflaten anordnede, kjølekanaler som strekker seg i skovlens vingespenn-retning.

Den foreliggende oppfinnelse kan benyttes ved de konstruksjoner av væskekjølte skovler hvor kjølemiddelkanalene har sylindrisk form. Således kan f.eks. på forhånd utformede rør benyttet som kjølemiddelkanaler danne bakgrunn for bruk av den foreliggende oppfinnelse. Det konsept per se å benytte på forhånd utformede rør som under overflaten anordnede kjølemiddelkanaler, såvel som spesielle anordninger for innføring av sådanne rør i skovlkonstruksjonen er en annen oppfinnelse.

Forsøk utført for åpen-krets vannkjølte skovler har vist at vann strømmer som en tynn film gjennom hver kanal under foretrukne driftsbetingelser (f.eks. tilført vannmengde pr. tidsenhet, omdreiningshastighet, drivfluidets temperatur, etc.), idet kanalens akse står tilnærmet vinkelrett på turbinens rotasjonsakse. Vannfilmen trekkes gjennom kanalen ved hjelp av sentrifugalkraft og oppnår stor radial hastighet. Samtidig utsettes filmen for en stor Coriolis-kraft, som, ved de kjølevannmengder pr. tidsenhet som benyttes under drift, skyver filmen inn i en begrenset, i lengderetningen forløpende flate av kjølemiddelkanalen.

Når dette inntreffer dekker væskefilmen bare en liten brøkdel av overflaten av kjølemiddelkanalen, og væskestrømmens kjølekapasitet reduseres. For en gitt varmestrøm inn i hver

147614

kjølemiddelkanal resulterer denne begrensede kjøleflate i høyere kjølekanal-overflatetemperatur, hvilket i sin tur resulterer i høyere skovlhudtemperatur og redusert skovllevetid. Det er meget ønskelig å øke den effektive kjøleflate i hver kjølekanal ved enhver gitt strømningsmengde av flytende kjølemiddel, hvorved skovlhudtemperaturen kan reduseres og utmatningslevetiden økes.

Forskjellige hvirvelstrømningsfremmende innretninger i stasjonære systemer er beskrevet i en artikkel av A.E. Bergles i *Progress in Heat and Mass Transfer*, Vol. I, redigert av V. Grigull og E. Hahne (Pergamon Press, 1969). I stasjonære systemer tvinges kjølevæsken gjennom en kanal ved hjelp av et trykkfall og den hvirvelstrømningsfremmende virkning tilveiebringes på bekostning av øket pumpeytelse. Det er i denne artikkel ikke diskutert eller gitt noen veiledning for løsning av det problem å øke den effektive kjøleflate i kjølekanaler i et roterende system.

Sylindriske kjølemiddelkanaler for væskekjølte turbinskovler omdannes ifølge oppfinnelsen til i det minste to skruelinjeformede underkanaler ved hjelp av strømdelende innretninger som innføres i individuelle kjølemiddelkanaler og festes på plass, f.eks. ved hjelp av lodding eller mekanisk presspasning. I tillegg er hver strømdelende, eller strømmodifiserende innretning forsynt med anordninger som er anbragt langs disse for å avbryte væskestrømmen i hver skruelinjeformet underkanal, for således å bevirke at strømmen spres og slår mot en større del av det innvendige veggareal av en gitt kjølemiddelkanal.

Det særegne ved innretningen ifølge oppfinnelsen fremgår av de i kravene angitte, kjennetegnende trekk.

Oppfinnelsen skal i det følgende beskrives nærmere under henvisning til tegningene, som viser et utførelseseksempel på en innretning ifølge oppfinnelsen, og hvor fig. 1 er et riss, delvis i snitt og delvis med deler skåret bort, hvor det er vist et rotparti, et plattformparti og et vingeformet parti av en væskekjølt turbinskovl, fig. 2 er et snitt etter linjen 2 - 2 på fig. 1, med plattformhuden delvis fjernet, og fig. 3

er et oppriss av et parti av det på fig. 2 viste, med spor eller skår forsynte, tvundne bånd for omdannelse av det innvendige rom av kjølemiddelkanalen til et par skruelinjeformede underkanaler ifølge oppfinnelsen.

Den på fig. 1 og 2 viste, og i det følgende beskrevne, spesielle type skovlkonstruksjon, er bare et eksempel på oppfinnelsen og er generelt anvendelig for åpen-krets væskekjølte turbinskovler forsynt med under overflaten anordnede kjølemiddelkanaler med hovedsakelig sirkulært tverrsnitt.

Den viste turbinskovl 10 omfatter hud 11, 11a, fortrinnsvis fremstilt av et varme- og slitasjemotstandsdyktig materiale, festet til en i ett stykke fremstilt skovlkjerne 12 (dvs. rot/plattform/vingeflate). Rotpartiet 13 har som vist vanlig svalehaleform og fastholder skovlen 10 i sporet 14 i hjulflensen 16. Spor 17 er utspart i plattformpartiets 18 overflate, og hvert av disse spor er forbundet med og kommuniserer strømningsmessig med et rørelement 19 anbragt i en metallmatrise 21 med høy varmeledningsevne, i en utsparing, f.eks. et spor 22 i overflaten av vingepartiet 23 av kjernen 12. Vingepartiet 23 sammen med huden 11 danner vingepartiet av skovlen 10. Dersom det er ønsket, kan de under overflaten anbragte kjølemiddelkanaler 19 selvfølgelig være utført som på forhånd utformede rør anbragt i utsparte spor i huden 11. Den generelle anordning av kjølemiddelkanaler utspart i vingehuden er vist i det ovennevnte US-PS nr. 3 619 076. Som tidligere nevnt, er bruk av på forhånd utformede rør som kjølemiddelkanaler per se en annen oppfinnelse.

Flytende kjølemiddel er ført gjennom kjølemiddelkanalene i hovedsakelig lik avstand fra skovlens 10 ytre overflate. Ved de radialt ytre ender av kjølemiddelkanalene 19 på skovlens 10 overtrykkside kommuniserer disse kanaler strømningsmessig med, og ender i, en manifold 24 som er utspart i vingepartiet 23. På undertrykksiden av skovlen 10 kommuniserer kjølemiddelkanalene strømningsmessig med, og ender i, en lignende, ikke vist, manifold utspart i vingepartiet 23. Nær skovlens 10 bakkant forbinder en tverrgående ledning (hvis åpning er vist ved 26) den på undertrykksiden anordnede mani-

147614

fold med manifolden 24. Åpen-krets kjøling tilveiebringes ved å sprøyte kjølevæske (vanligvis vann) med lavt trykk i en hovedsakelig radiallyt utadrettet retning fra munnstykker (ikke vist) montert på hver side av rotorskiven. Kjølemiddelet opptas i en ringformet renne, som ikke er vist i detalj, og som er utformet i et ringformet ringelement 27, idet dette ringelement og kjølemiddelstrømmen til og fra rennen er beskrevet nærmere i det ovennevnte Grondahl et al patent.

Flytende kjølemiddel som er opptatt i rennene strømmer gjennom matehull (ikke vist) som forbinder rennene med reservoarer 28 som hvert strekker seg parallelt med turbin-skivens rotasjonsakse.

Det flytende kjølemiddel oppsamles for å fylle hvert reservoar 28 (hvis ender er lukket ved hjelp av et par dekkplater 29). Etterhvert som flytende kjølemiddel fortsetter å nå hvert reservoar 28, flyter det overskytende kjølemiddel over kanten av en demning 31 langs dennes lengde og utmåles derved til den ene eller den annen side av skovlen 10.

Kjølemiddel som har passert en bestemt strømningskant fortsetter å strømme i hovedsakelig radial retning for filmlignende fordelt å strømme inn i en langsgående plattformrenne 32 og deretter passere gjennom kjølemiddelkanal-matehull 33. Kjølemiddelet strømmer fra hullene 33 til manifolden 24 (og den ikke viste, på skovlens undertrykkside anordnede manifold) via plattform- og vingekjølemiddelkanaler.

Når kjølemiddelet strømmer gjennom den del av plattformpartiet og vingepartiet som befinner seg under overflaten, kjøles disse partier med en kjølemiddelmengde som overføres til gass- eller damptilstand når den absorberer varme, idet denne mengde avhenger av de relative mengder av anvendt kjølemiddel og varme disse partier utsettes for. Dampen eller gassen og eventuelt gjenværende flytende kjølemiddel strømmer ut fra manifolden 24 via åpningen 34, fortrinnsvis for å strømme inn i et oppsamlingsspor (ikke vist) utformet i huset, for eventuell resirkulasjon eller uttømmning av utdrevet væske.

Den mengde kjølemiddel som tilføres systemet for å føres gjennom kjølemiddelkanalene kan varieres, og i de tilfeller hvor det hersker en minste kjølemiddelstrøm og høy varmestømning kan forkastelig uttørkning av kjølemiddelpassasjene inntreffe.

I den på fig. 2 og 3 viste, mest fordelaktige utførelsesform, er det indre av alle eller utvalgte kjølemiddelkanaler 19 i en væskekjølt turbinskovl 10 forsynt med en strømdeler eller strømsplitter 36 (fremstilt ved tvinning av et tynt båndt om dets lengdeakse) festet til den innvendige overflate av et rør 19 langs begge kanter av båndet. Når flytende kjølemiddel strømmer fra plattformkjølemiddelkanalene (avgrenset av sporene 17 og huden 11a) inn i hver kjølemiddelkanal 19 under virkningen av sentrifugalkraften, deles væskestrømmen og understrømmer eller delstrømmer strømmer inn i de skruelinjeformede rom 37, 38 på hver side av det tvundne bånd 36, under antagelse av at båndets 36 nedre ende er anordnet på en gunstig måte i forhold til rørets 19 bakkant, hvor kjølemiddelstrømmen holdes av Corioliskraften.

Det er ikke nødvendig å dele strømmen nøyaktig i delstrømmer med samme volum, for når delstrømmene føres langs skruelinjeformet rettede partier mellom strømdeleren 36 og kjølemiddelkanalen 19 som smale strømmer, treffer og avbrytes disse strømmer av spalter eller snitt 39 i strømdeleren 36. På disse steder bryter væskestrømmene sammen og væske kan passere fra ett skruelinjeformet rom til det annet, løpe over mot rørets 19 indre vegg og utvide sin kontaktflate med dette. Fortrinnsvis er spaltene 39 anordnet med like mellomrom og strekker seg omtrent halvveis mot rørets 19 midtlinje, med de spalter som er anbragt i samme skruelinjeformede bane anordnet innbyrdes adskilt en avstand omtrent svarende til rørets diameter, men det optimale mellomrom, dybde og bredde av spaltene kan raskt bestemmes for en gitt skovlkonstruksjon ved hjelp av rutineeksperimentering. For smale spalter bør ikke benyttes, da noen av spaltene under fremstillingen ellers utilsiktet kan bli lukket av loddemateriale eller andre materialer som benyttes for å forbinde båndet 36 med den indre overflate av røret 19.

Tvinningen av båndet 36 bør fortrinnsvis utføres

147614

således at der tilveiebringes et par tette (dvs. med liten stigning) skruelinjeformede passasjer. I ethvert tilfelle strekker skrueaksen seg i samme radiale retning som den kjølemiddelkanal i hvilken den er festet.

Oppfinnelsen er beskrevet som et tvunnet bånd hvormed det indre av et rør 19 er inndelt i to skruelinjeformede passasjer. Dersom imidlertid splitte-elementet, før det tvinnes, var et legeme med form som tre eller flere fra en sentral akse radially utragende flenser, kunne dette, etter tvinning om den sentrale akse, avgrense et så stort antall skruelinjeformede passasjer i røret 19 som det måtte ønskes. I en sådan konstruksjon bør hver flens av strømdeleren være forsynt med avbrytende innretninger, som f.eks. spalter 39, og hver flens bør langs sin ytre kant være klebet til innsiden av røret 19, eller være festet på plass på annen måte, f.eks. ved hjelp av mekanisk forbindelse.

Røret og den på fig. 3 viste splittekonstruksjon kan f.eks. fremstilles ved å benytte et rør med 3,1 mm utvendig diameter og 2,5 mm innvendig diameter (som rør 19) fremstilt av glødet rustfritt stål, type 347, og utforme et splitte-element av et 2,5 mm bredt og 0,25 mm tykt nikkelbånd. Nikkelbåndet tvinnes rundt sin sentrale akse, således at dets kanter danner skruelinjer med en stigning på ca. 10,1 - 12,7 mm, og kantene forsynes deretter med sagsnitt med mellomrom på ca. 5,1 mm langs hver kant. Hvert sagsnitt er ca. 1,3 mm dypt og ca. 0,25 mm bredt. Det tvundne splitte-element pletteres med et kobberskikt med en tykkelse på 0,013 mm og innføres deretter i det rustfrie stålrør. Denne sammenstilling trekkes deretter gjennom en 3,1 mm trekkdyse for å tilveiebringe metall-mot-metall-kontakt (dvs. en kraftig mekanisk forbindelse) mellom det med snitt forsynte splitte-element og rørveggen. Den således utformede sammenstilling oppvarmes i en tørrhydrogen-ovn for å tilveiebringe en kobber-nikkel-metallurgisk binding med utmerkede varmeoverføringsegenskaper på tvers av splitte-element/rør-forbindelsen. Bruken av de ovennevnte materialer, former og størrelser er bare illustrerende, og mange variasjoner av disse kan enkelt foretas av en tekniker som gjør bruk av det som er beskrevet ovenfor.

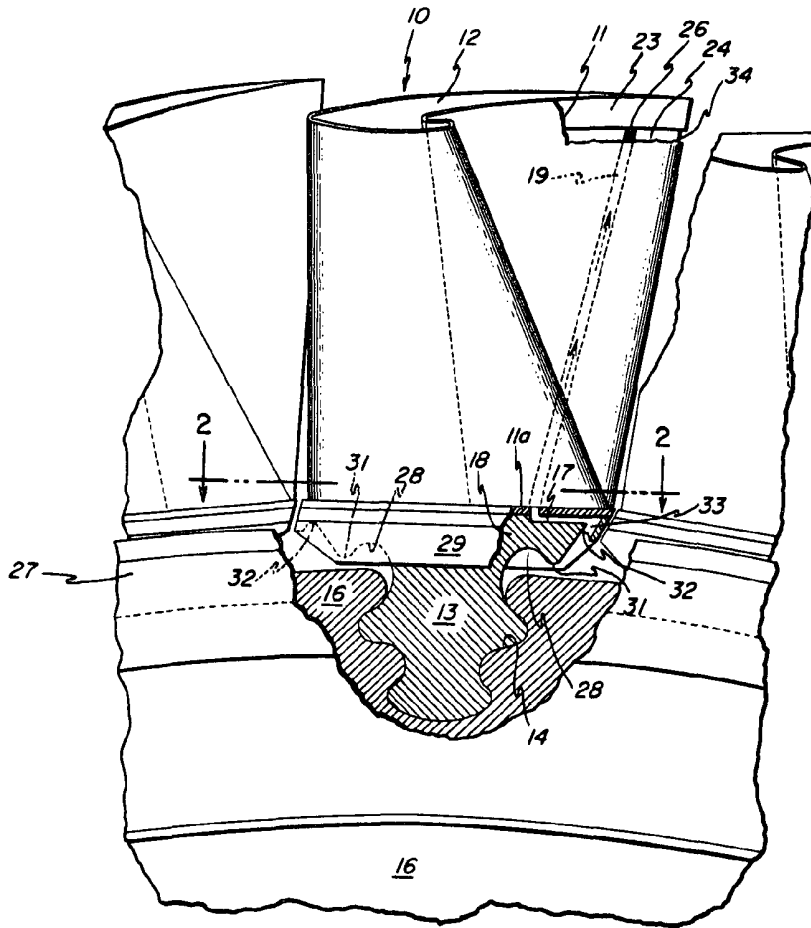
Ved å tilveiebringe et antall skruelinjeformede passasjer i en gitt kjølemiddelkanal overvinnnes Coriolis-kraften, som søker å skyve fluidet til én side av kjølekanalen, av sentripetalvirkningene i den skruelinjeformede passasje som forhindrer favorisering av en gitt side av kjølemiddelkanalen. Ved å bryte opp hver smal strøm av kjølemiddel som strømmer langs sin skruelinjeformede bane, øker den strømvbrytende innretning effektiviteten av væskeskjølemekanismen. Hver kjølemiddel-delstrøm trekkes langs sin skruelinjeformede bane ved hjelp av sentrifugalmassekrefter, og det arbeide denne kraft utfører på vasken er det samme enten den gjennomstrømmede kjølemiddelkanal er rett eller skruelinjeformet. I det tilfelle hvor de skruelinjeformede passasjer er forsynt med strømningsavbrytere, skaper dette arbeide mer turbulens, større fuktet flate, bedre kjøling og redusert erosjon av kjølemiddelkanalveggen.

P a t e n t k r a v

1. Væskekjølt turbinskovl (10) med et areofoilformet parti, et plattformparti (18) og et rotparti (13) for montering av skovlen til kanten av et roterbart turbinhjul, hvor i det minste det aerofoilformede parti har flere distribusjonsbaner i åpen krets med under overflaten anordnede kjølemiddelkanaler som strekker seg langs over- og undertrykkssidene av det aerofoilformede parti, samt dermed forbundne måleanordninger for det væskeformede kjølemiddel hvor kjølemiddelkanalene har i det vesentlige sirkulært tverrsnitt og det i de enkelte kjølemiddelkanaler er festet innretninger for deling av strømmen av det væskeformede kjølemiddel, k a r a k t e r i s e r t v e d at deleinnretningene (36) deler hver kjølekanals indre rom i flere tvundne kanaler (19), og at det langs deleinnretningene (36) er anordnet innretninger (39) for avbrytelse av den væskestrøm som de kommer i kontakt med, slik at væskestrømmens kontaktareal med kjølekanalens tilstøtende indre overflate derved forstørres.
- 20 2. Turbinskovl ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver deleinnretning (36) omfatter et tvunnet bånd anordnet gjennom en kjølemiddelkanal.
3. Turbinskovl ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at innretningene for avbrytelse av væskestrømmen er spalter (39) anordnet langs kantene av det tvundne bånd (36).
- 25 4. Turbinskovl ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at hver spalte (39) strekker seg fra en kant av det tvundne bånd (36) over en strekning som omtrent tilsvarende båndets halve bredde.
- 30 5. Turbinskovl ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at hvert tvunnet bånd (36) langs sine kanter er metallurgisk forbundet med den indre overflate av den kjølemiddelkanal (19) det er anbragt i.
6. Turbinskovl ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at hvert tvunnet bånd (36) langs sine kanter er mekanisk forbundet med den indre overflate av den kjølemiddelkanal det er anbragt i.
- 85

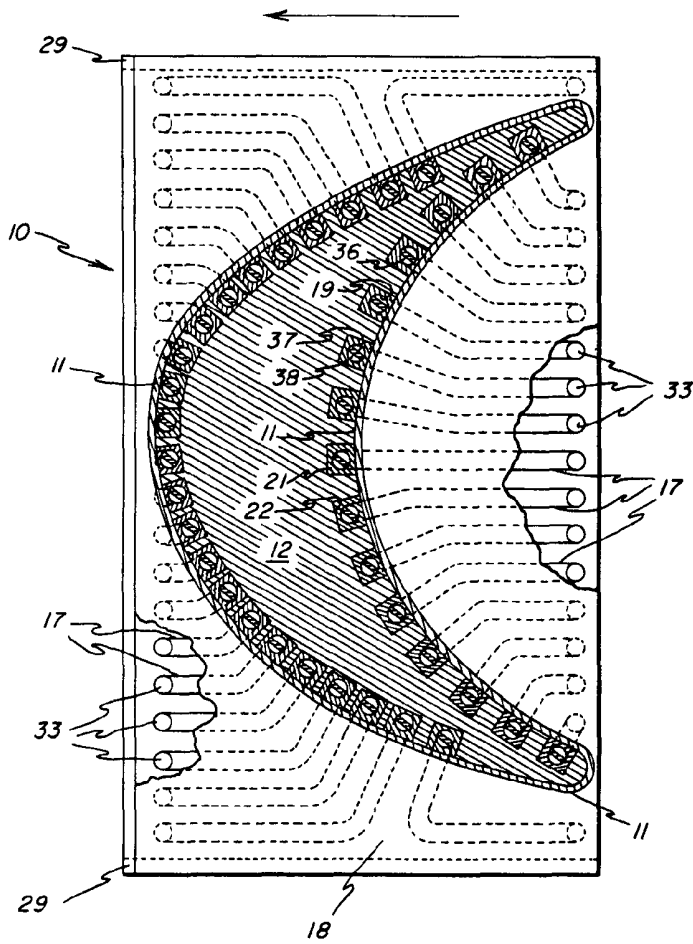
147614

FIG. 1



147614

FIG. 2



147614

FIG. 3

