
Octrooiraad



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8100886**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Met vloeistof gekoeld in tegenstroom werkende turbineschoep.**
- ⑤1 Int.CP.: F01D 5/18.
- ⑦1 Aanvrager: General Electric Company te Schenectady, New York, Ver. St. v. Am.
- ⑦4 Gem.: Ir. G.H. Boelsma c.s.
Octroobureau Polak & Charlois
Laan Copes van Cattenburch 80
2585 GD 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8100886.
- ②2 Ingediend 23 februari 1981.
- ③2 Voorrang vanaf 22 februari 1980.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 123519 .
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 september 1981.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Met vloeistof gekoelde in tegenstroom werkende turbineschoep.

De uitvinding heeft in het algemeen betrekking op een met vloeistof gekoelde turbineschoep en meer in het bijzonder op een dergelijke schoep, die gekoeld wordt door rechtstreeks contact met in tegengestelde richting stromende vloeistof en damp.

5 Ultrahoge temperatuur (UHT) gasturbines werken in een temperatuur-
bereik van 1371°C tot 1927°C , met het doel 200% meer energie te ver-
schaffen en een 50% groter thermisch rendement te verkrijgen dan
conventionele gasturbines. De bij de vervaardiging van dergelijke
turbines toegepaste materialen en de daarbij heersende condities
10 schrijven voor dat de turbineschoepen ervan voorzien zijn van vloeistof-
koeling.

Bij speciale met water gekoelde schoepen in open circuits, hebben
proeven uitgewezen, dat onder de voorkeur verdienende werkomstandigheden
(bijvoorbeeld snelheid waarmee het water ingebracht wordt, rotatie-
15 snelheid, temperatuur van het in beweging zijnde fluidum, enz.) het water
zich verplaatst als een dubbe film door elk koelkanaal, waarbij de as
van het kanaal bij benadering loodrecht geïoriënteerd is op de rotatieas
van de turbine. De waterfilm wordt door het kanaal getrokken door
centrifugale kracht, waarbij het een hoge radiale snelheid verkrijgt. Op
20 hetzelfde moment ondervindt de film een sterke Coriolis-kracht, die bij
de bedrijfssnelheden van het toegevoerde koelwater, de vloeistoffilm in
een beperkte zich in dwarsrichting uitstrekkend gebied (of hoek) van het
koelkanaal duwt.

Wanneer dit plaatsvindt bedekt of bevochtigt de vloeistoffilm
25 slechts een klein gedeelte van het totale oppervlak van het koelkanaal
en wordt de koelcapaciteit van de vloeistofstroom navenant gereduceerd.
Voor een gegeven warmtestroom voor elk koelkanaal resulteert dit
beperkte bevochtigde koeloppervlak in een hogere oppervlaktetemperatuur
van het koelkanaal en op zijn beurt leidt dit tot een hogere temperatuur
30 van de schoepenhuid en dus tot een kortere levensduur van de schoep.
Het meest wenselijk zou dus zijn om het effectief bevochtigde koel-
oppervlak binnen elk koelkanaal bij een willekeurig gegeven snelheid van
de stroom koelvloeistof te vergroten, waardoor de huidtemperatuur van
de schoep kan worden gereduceerd en de levensduurcyclus kan worden
35 uitgebreid.

Bovenstaande doeleinden en voordelen worden verkregen door een
middel en werkwijze voor het afkoelen van een turbineschoep, waarbij men

vloeistof laat stromen in een in hoofdzaak radiaal naar buiten gaande richting door koelkanalen in het draagprofielvormige gedeelte van een schoep. De door de vloeistof tijdens het afkoelen van de schoep opgewekte damp laat men stromen in rechtstreeks contact en in tegenstroom met
5 de vloeistof, waarbij een gedeelte van de vloeistof door in het grensvlak werkzame schuifkrachten wordt meegesleurd, hetgeen tot gevolg heeft dat de meegesleurde vloeistof een extra oppervlak van het koelkanaal bevochtigt. In een voorkeursuitvoeringsvorm zijn stroom dispergerende middelen opgenomen, die de hoeveelheid vloeistof vergroten, die beschikbaar is om door de damp meegesleurd te worden.
10

De uitvinding zal hieronder aan de hand van enige in de figuren der bijgaande tekeningen weergegeven uitvoeringsvoorbeelden nader worden toegelicht.

Figuur 1 toont een dwarsdoorsnede, waarbij een velg van een
15 gasturbinerotorschijf wordt weergegeven alsmede eendoor vloeistof gekoelde turbineschoep geconstrueerd in overeenstemming met een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, waarbij de doorsnede genomen is over de lijn 1-1 in figuur 2;

figuur 2 stelt een doorsnede voor van de in figuur 1 tegen de
20 turbineschoep genomen over een vlak loodrecht door de rotatieas van een bijbehorende turbinerotor;

figuur 3 geeft een doorsnede van de turbineschoep van figuur 1 genomen over de lijn 3-3 in figuur 1; en

figuur 4 stelt een doorsnede voor van een individueel koelkanaal
25 werkend in overeenstemming met de onderhavige uitvinding.

Onder verwijzing in het algemeen naar figuren 1, 2 en 3 wordt daarin weergegeven een turbinewiel of -schijf 1, omvattende een velggedeelte 2 en voorzien van zwaluwstaartvormige sleuven 3, die daarin gefreesd zijn in een in hoofdzaak dwars verlopende richting. Zoals
30 getekend omvat een turbineschoep 4 een centrale kern 5 en een daarboven gelegen buitenhuid 6 met een aerodynamische vorm zoals het beste geïllustreerd is in figuur 3. De turbineschoep 4 omvat eveneens een wortelgedeelte 7, dat opgenomen is in de soortgelijk geconfigureerde zwaluwstaartvormige sleuf 3 voor de stevige montage van de schoep aan de
35 schijf. Deze wijze van montage vormt geen deel van de onderhavige uitvinding en het zal duidelijk zijn, dat alternatieve montageuitvoeringen eveneens kunnen worden toegepast.

Koelkanalen 8 strekken zich in een in het algemeen radiale

richting uit in het draagprofielvormige gedeelte van de schoep. Zoals geïllustreerd zijn de koelkanalen 8 cilindrische voorgevormde buizen vastgezet in een koperen matrijs 10 binnen groeven gevormd op de centrale kern 5 van de schoep. Het zal echter duidelijk zijn, dat de onderhavige uitvinding niet beperkt is tot een speciale vormgeving van het koelkanaal of een speciale opstelling voor het inbouwen van dergelijke kanalen in de schoepconstructie. Aldus is de onderhavige uitvinding bijvoorbeeld eveneens toepasbaar op een monolithische schoepconstructie met daarin geboorde koelkanalen in een radiale richting grenzend dicht nabij het uitwendige oppervlak ervan. Het zal echter duidelijk zijn dat koelkanalen van in hoofdzaak cirkelvormige doorsnede de voorkeur verdienen in de praktijk van de onderhavige uitvinding, aangezien hun gebogen contour de verspreiding van vloeibaar koelmiddel daardoorheen vergemakkelijkt, waardoor het mogelijk wordt een groter gedeelte van het koelkanaal te bevochtigen.

Vloeistof wordt toegelaten aan een radiaal naar binnen gelegen sectie 11 van de koelkanalen 8 met behulp van een middel voor het toelaten van vloeistof. Zoals weergegeven in figuren 1 en 2 wordt een vloeistof zoals water toegevoerd vanuit een bron voor koelmiddel omvattende sproei-
mondstukken 12 aan goten 13 via kanalen 14, die zich uitstrekken door de velg naar de turbineschijf. De goten 13 zijn in stroomverbinding met plassen 15 van vloeibaar koelmiddel via vloeistofgeleidende buizen 16 voorzien van afvoereinden 17, waarbij plaatsbepalende afbuigpunten 18, 19 ingetraal gevormd zijn met plateauelementen 20, die bevestigd zijn aan de schoepkern 5. De plassen 15 van vloeibaar koelmiddel zijn in stroomverbinding met individuele koelkanalen 8 via een aantal leidingen 21 gevormd ten dele door de oppervlakken van keerschotten 19 en de centrale kern 5 van de schoep.

Koelmiddel, dat gedoseerd wordt aan de individuele koelmiddelkanalen 8 stroomt daar doorheen onder centrifugale kracht in een radiaal naar buiten gaande richting naar een puntgebied 22 van de schoep. Middelen voor het afvoeren van vloeibaar koelmiddel uit de schoep zijn opgesteld in stroomverbinding met radiaal naar buiten gaande secties 24 van de koelkanalen 8. Dergelijke vloeistof afvoerende middelen omvatten een middel voor het beperken van de dampstroom uit de koelmiddelkanalen naar de vloeistofafvoermiddelen. In de als voorbeeld gegeven uitvoeringsvorm weergegeven in figuur 1 omvat het middel voor het afvoeren van vloeistof een vloeistofverzamelleiding 25 gelegen in een puntgebied 22

van de schoep in stroomverbinding met de radiaal naar buiten gaande einden van de koelmiddelkanalen 8. De dampstroom naar de vloeistofafvoermiddelen wordt in deze uitvoeringsvorm beperkt door een vloeistofval 26. De vloeistofval 26 omvat een sleuf 27 gevormd in de centrale kern 5 van de 5 turbineschoep. De sleuf 27 is in stroomverbinding met zowel de vloeistofverzamelleiding 25 als een vloeistofafvoeropening 28. De afvoeropening 28 is op één lijn met een vloeistofverzamelsleuf 29 aangebracht in het turbinehuis 30, waarbij de verzamelsleuf het door de opening 28 afgevoerde vloeibare koelmiddel opneemt voor het opvangen van circuleren ervan. In 10 een alternatieve uitvoeringsvorm van de uitvinding, die niet hierin geïllustreerd wordt, bevat het middel voor het beperken van de dampstroom een afvoeropening die geschikt is om de vloeistofstroom daaruit te begrenzen hetgeen resulteert in de vorming van een vloeistofmassa die de dampstroom naar het vloeistofafvoermiddel beperkt.

15 Zoals het beste geïllustreerd is in figuur 2 is de turbineschoep eveneens voorzien van een middel om daaruit damp af te voeren. In de geïllustreerde uitvoeringsvorm omvat het middel een verzamelleiding 32, die verbonden is met de individuele radiaal naar binnen gelegen secties 33 van koelkanalen 8 via leidingen 34. In de voorkeursuitvoeringsvorm 20 zijn de met de leidingen 34 verbonden koelkanaalsecties 33 radiaal ten opzichte van die sectie van de koelkanalen radiaal naar binnen gelegen, die verbonden zijn met de leidingen 21 teneinde de stroming van de vloeistof naar de koelkanalen te vergemakkelijken, zoals hieronder beschreven zal worden.

25 Zoals het beste te zien is in figuur 1 kan het middel 31 voor het afvoeren van damp eveneens een convergent-divergent mondstuk 35 omvatten, dat verbonden is met de dampverzamelleiding 32 via een leiding 36. Het mondstuk 35 is bij voorkeur ingericht om damp af te geven uit de schoep in een zodanige richting dat het vermogen van de turbine 30 vergroot wordt. Aldus, zoals geïllustreerd in figuur 3, is het mondstuk 35 ingericht om damp af te voeren uit de schoep in achterwaartse richting ten opzichte van de rotatierichting van de turbineschijf 1. Het zal echter duidelijk zijn dat de onderhavige uitvinding niet beperkt is tot een uitvoeringsvorm omvattende een dampafvoermondstuk in het middel 31 35 voor het afvoeren van damp. In een alternatieve uitvoeringsvorm, die niet hier wordt weergegeven, kan damp afgevoerd worden uit de schoep naar een opvangsysteem via een leiding, die zich uitstrekt langs de turbineschijf zoals vollediger beschreven is in het Amerikaanse octrooischrift 4.134.709.

8100886

In bedrijf wordt een gedoseerde stroom vloeibaar koelmiddel, zoals water, toegelaten naar de koelmiddelkanalen 8, terwijl men deze daar doorheen laat stromen in een radiaal naar buiten gaande richting door centrifugale kracht. Zoals het beste geïllustreerd is in figuur 4 5 stroomt de koelvloeistof langs een beperkt oppervlak van het koelmiddelkanaal 8 als gevolg van een Coriolis-kracht opgewekt door de rotatie van de turbineschijf 1 en de richting van de koelmiddelstroom. Bij het bereiken van de radiaal naar buiten gelegen einden van de kanalen 8, treedt de vloeistof de vloeistofverzamelleiding 25 binnen en stroomt 10 daaruit radiaal naar buiten in de vloeistofval 26. Het vloeibare koelmiddel wordt dan afgevoerd uit de turbineschoep via de opening 28 naar het turbinehuis door de sleuf 29.

De afvoer van damp opgewekt tijdens de periode dat het vloeibare koelmiddel de kanalen 8 doorloopt, wordt beperkt door het middel 15 voor het afvoeren van vloeistof door de vloeistofval 26. De damp wordt aldus gedwongen door de koelmiddelkanalen 8 te stromen in een richting tegengesteld aan de waterstroom. Vloeistof wordt meegesleurd in de dampstroom via een in de grensvlakken werkzame schuifkracht tussen de twee in tegenstroom werkende stromingen. Een extra meesleuring van de damp 20 kan worden verkregen in een alternatieve uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, waarbij vloeistofdispersiemiddelen zijn opgesteld in de koelkanalen 8. Deze vloeistofdispersiemiddelen kunnen een aantal indeukingen omvatten, die naar buiten toe uitsteken vanaf de binnenomtrek van de wand van een bijbehorend koelmiddelkanaal in de baan van de 25 vloeistofstroom. Druppeltjes worden gevormd naarmate de vloeistof stroomt over de vloeistofdispersiemiddelen, waarbij de aldus gevormde druppeltjes beschikbaar worden om meegesleurd te worden in de in tegenstroom gaande dampstroom.

De richting van de Coriolis-kracht is ten dele een functie van 30 de verplaatsingsrichting van een van belang zijnde stroming. Dienovereenkomstig aangezien de dampstroom loopt in een richting tegengesteld aan die van de vloeistofstroom, heeft de resulterende Coriolis-kracht op de damp en op de meegesleurde vloeistof een in hoofdzaak tegengestelde richting aan die van de vloeistofstroom. Aldus zoals geïllustreerd in 35 figuur 4 wordt de in de dampstroom meegesleurde vloeistof gedreven tegen gedeelten van de koelkanaalwanden, die eerder onbevochtigd bleven door de vloeistofstroom, waardoor het warmteoverdrachtsvermogen van de koelkanalen wordt vergroot. Proeven op een door water gekoeld buizensamenstel

bevattende een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding, hebben een toename aangetoond van ongeveer 50% in de hoeveelheid overdraagbare warmte, terwijl het samenstel gehandhaafd werd op een gegeven temperatuur door het realiseren van de onderhavige uitvinding.

5

8100886

C O N C L U S I E S

1. Met vloeistof gekoelde turbineschoep geschikt voor montage op een roteerbaar turbinewiel en voorzien van een puntvormig gebied aan een in radiale richting naar buiten gelegen einde en een gedeelte in de vorm van een draagprofiel, dat in radiale richting ten opzichte van het puntvormige gebied naar binnen gelegen is, gekenmerkt door
 - 5 - een aantal zich in radiale richting uitstrekkende koelkanalen aangebracht in het draagprofielvormige gedeelte;
 - middelen om vloeistof toe te laten in de kanalen op radiaal naar binnen gelegen secties van de kanalen;
 - 10 - middelen voor het afvoeren van vloeistof uit de schoep, aangebracht in stroomverbinding met radiaal naar buiten gelegen secties van de kanalen, welke vloeistof afvoerende middelen een middel omvatten voor het begrenzen van de dampstroom uit de kanalen tot in de vloeistofafvoermiddelen; en
 - middelen voor het afvoeren van damp uit de schoep aangebracht in stroom-
 - 15 verbinding met de kanalen bij tweede radiaal naar binnen gelegen secties van de kanalen.
2. Met vloeistof gekoelde turbineschoep volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de tweede radiaal naar binnen gelegen sectie van de kanalen, welke secties in stroomverbinding staan met de dampafvoermiddelen, 20 radiaal naar binnen toe opgesteld zijn ten opzichte van de kanaalsecties, die opgesteld zijn in stroomverbinding met de vloeistof toelatende middelen.
3. Turbineschoep volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de dampafvoermiddelen een mondstuk omvatten, die in dampverbinding is met tenminste een gedeelte van de tweede kanaalsecties en ingericht is om damp 25 uit te drijven uit de schoep in een achterwaartse richting ten opzichte van de rotatierichting van het turbinewiel.
4. Turbineschoep volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat het dampafvoermiddel tenminste één dampverzamelleiding omvat in stroomverbinding met tenminste een gedeelte van de tweede kanaalsecties en 30 met het mondstuk.
5. Turbineschoep volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat het vloeistofafvoermiddel een vloeistofverzamelleiding omvat, gelegen in het puntvormige gebied van de schoep in stroomverbinding met radiaal naar buiten gelegen einden van de koelmiddelkanalen en met een opening voor 35 de afvoer van vloeibaar koelmiddel uit de turbineschoep.
6. Turbineschoep volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat het vloeistofafvoermiddel een vloeistofval omvat aangebracht in het punt-

vormige gebied radiaal naar buiten toe ten opzichte van en in verbinding met de vloeistofverzamelleiding opgesteld tussen de vloeistofverzamelleiding en de afvoeropening van het vloeibare koelmiddel.

7. Turbineschoep volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de vloeistofkanalen in hoofdzaak cirkelvormig in doorsnede zijn.

8. Turbineschoep volgens conclusie 1, gekenmerkt door middelen opgesteld in de koelmiddelkanalen voor het dispergeren van de vloeistof, die door de kanalen stroomt.

9. Turbineschoep ingericht om te worden gemonteerd op een draaibaar turbinewiel en voorzien van een puntvormig gebied met een radiaal naar buiten gelegen einde en een draagprofielvormig gedeelte gelegen radiaal naar binnen ten opzichte van het puntvormige gebied, gekenmerkt door - een aantal in radiale richting zich uitstrekkende koelmiddelkanalen opgesteld in het draagprofielvormige gedeelte;

15. - middelen om vloeistof toe te laten tot radiaal naar binnen gelegen secties van de kanalen;

- middelen voor het afvoeren van vloeistof uit de schoep omvattende een vloeistofverzamelleiding gelegen in het puntvormige gebied van de schoep in stroomverbinding met radiaal naar buiten gelegen einden van de koelmiddelkanalen, en een opening in verbinding met de vloeistofverzamelleiding voor het beperken van de dampstroom in het vloeistofafvoermiddel en ingericht om het vloeibare koelmiddel af te voeren uit de schoep; en

25. - middelen voor het afvoeren van damp uit de schoep omvattende tenminste één dampverzamelleiding in stroomverbinding met radiaal naar binnen gelegen einden van de koelmiddelkanalen, en een mondstuk in dampverbinding met de dampverzamelleiding en ingericht om damp te verdrijven in achterwaartse richting ten opzichte van de rotatierichting van het turbinewiel.

30. 10. Werkwijze voor het afkoelen van turbineschoepen gemonteerd op een turbinewiel en geroteerd op een turbineas, welke schoepen een aantal radiaal opgestelde koelmiddelkanalen bezit en een schoepdraagprofielvormig gedeelte, welke kanalen eindigen aan hun radiaal naar buiten gelegen einde nabij een schoeppuntvormig gebied, met het kenmerk, dat

35. - vloeibaar koelmiddel geleverd wordt aan radiaal naar binnen gelegen secties van de kanalen;

- vloeibaar koelmiddel radiaal omhoog geleid wordt door de kanalen via centrifugale kracht;

- een eerste boogvormig gedeelte van de koelmiddelkanaalwanden afgekoeld

wordt door kontakt met het geleide vloeibare koelmiddel en het vloeibare koelmiddel verhit wordt door dit kontakt, waardoor tenminste een gedeelte van het vloeibare koelmiddel overgaat in een dampfase;

- de stroom verdampt koelmiddel beperkt wordt in het puntvormige gebied
5 van de schoep;

- vloeibaar koelmiddel afgevoerd wordt uit het puntvormige gebied;

- verdampt koelmiddel radiaal naar binnen toe geleid wordt via de koelmiddelkanalen in kontakt met het verplaatste vloeibare koelmiddel;

- een dampafvoermiddel verschaft wordt, aangebracht in verbinding met
10 het radiaal naar binnen aangebrachte einden van de kanalen; en

- verdampt koelmiddel afgevoerd wordt uit de dampafvoermiddelen.

11. Werkwijze voor het afkoelen van turbineschoepen volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat een gedeelte van het vloeibare koelmiddel meegesleurd wordt in de geleide stroom van verdampt koelmiddel, waardoor

15 een tweede nauwkeurig gedeelte van de wanden van de koelmiddelkanalen wordt afgekoeld door kontakt met het meegesleurde vloeibare koelmiddel.

12. Werkwijze volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het vloeibare koelmiddel, dat radiaal omhoog meegenomen wordt door de kanalen, gedispergeerd wordt voor het vormen van vloeistofdruppeltjes;

20 - waarbij tenminste een gedeelte van de vloeistofdruppeltjes meegesleurd wordt in de stroom van verdampt koelmiddel, dat radiaal geleid wordt naar binnen toe in de kanalen.

13. Werkwijze voor het afkoelen van turbineschoepen volgens conclusie 10, met het kenmerk, dat het verdampste koelmiddel wordt afgevoerd uit
25 de dampafvoermiddelen in een achterwaartse richting ten opzichte van de rotatierichting van het turbinewiel.

30

35

FIG. 1



