

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 155339 B

(21) Patentansøgning nr.: 0929/84

(51) Int.Cl.⁴ F 01 P 7/16

(22) Indleveringsdag: 23 feb 1984

(41) Alm. tilgængelig: 13 okt 1984

(44) Fremlagt: 28 mar 1989

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 12 apr 1983 SE 8302002

(71) Ansøger: *ALFA-LAVAL MARINE & POWER ENGINEERING AB; Box 500; S-147 00 Tumba, SE

(72) Opfinder: Vilgot *Nilsson; SE

(74) Fuldmægtig: Hofman-Bang & Boutard A/S

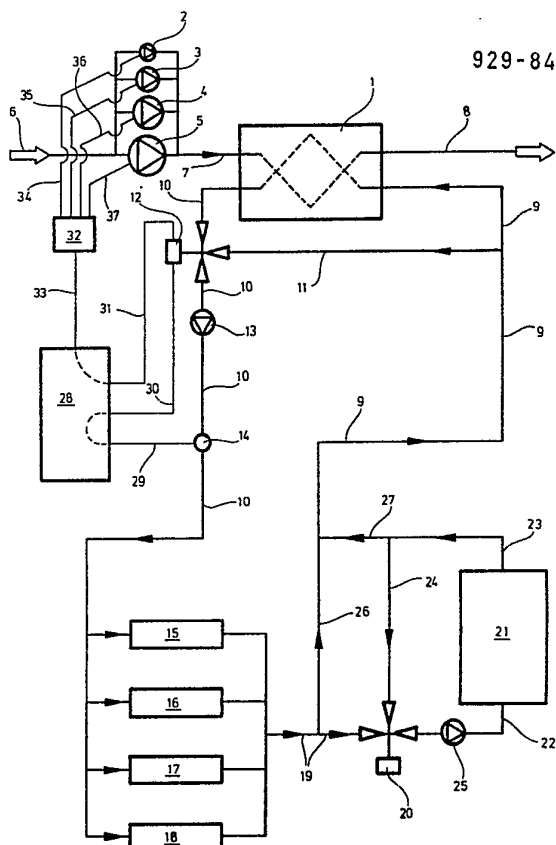
(54) Fremgangsmåde og apparat til drift af et køleanlæg, fortrinsvis til køling af maskiner i skibe

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

929-84

I skibe forekommer der kølesystemer af den type, der indeholder en som central køler fungerende varmeveksler (1), gennem hvilken havvandet pumpes ved hjælp af et antal pumper (2-5). Ferskvandet, der anvendes til køling af fartøjets hovedmotor (21) og et antal apparater (15-18) af forskellige art om bord, pumpes gennem varmeveksleren (1) og køles derved af havvandet. En shuntledning (11) strækker sig mellem varmevekslerens indløbsledning (9) og udløbsledningen (10) for ferskvand, og en trevejsventil (12) er indrettet til at fordele ferskvandsstrømmen mellem varmeveksleren (1) henholdsvis shuntledningen (11) i afhængighed af fartøjets hovedmotor (21), og/eller de nævnte apparaters (15-18) kølebehov. Derved kan en forudindstillet temperatur holdes i ferskvandskredsen. Den foreliggende opfindelse beskriver hvorledes strømmen gennem varmeveksleren (1) henholdsvis shuntledningen (11) aftastes, og hvorledes pumpekapaciteten til pumpning af havvand gennem varmeveksleren (1) i afhængighed af denne aftastning hæves eller sænkes.



Den foreliggende opfindelse angiver en fremgangsmåde og et apparat til styring af den pumpekapacitet, der er nødvendig til pumpning af primærkølevand gennem en varmeveksler, der er indrettet som central køler i et system af apparater med variable kølebehov, hvilken varmeveksler har en fra apparaterne kommende indløbsindledning og en til apparaterne gående udløbsledning for sekundærkølevand, en shuntledning, der strækker sig mellem de nævnte ledninger, samt en reguleringsventil, der er indrettet til i afhængighed af et aftastet kølebehov at regulere strømmen af sekundærkølevand gennem shuntledningen henholdsvis varmeveksleren.

Køleanlæg af denne type forekommer f.eks. om bord på skibe, hvor havvand pumpes til en eller flere samvirkende varmevekslere, der er dimensioneret til at opfylde alle de kølebehov, der foreligger for de forskellige apparater om bord. Til disse apparater hører først og fremmest fartøjets drivmotor, men dertil flere andre typer motorer og udrustning af forskellig slags.

For sikkert at tilgodese kølebehovet for blandt andet fartøjets fremdrivningsmotor, kræver gældende søsikkerhedsbestemmelser, at fartøjet er udrustet med mindst to forskellige pumper til pumpning af primært kølevand (havvand) til den centrale varmeveksler. En af disse pumper er derved en såkaldt "stand-by" pumpe. Dette kan betyde, at et fartøj har to sådanne ens pumper, der hver har tilstrækkelig kapacitet til at varmeveksleren kan opfylde hele fartøjets kølebehov. En af disse pumper kan til sin drift være forsynet med en såkaldt tohastighedsmotor således, at den efter behov kan anvendes med reduceret kapacitet. Et andet forekommende arrangement er, at et fartøj har tre

pumper, der hver har en kapacitet på 50% af den primære kølevandsstrøm, der er nødvendig for at tilfredsstille fartøjets samlede kølebehov. Andre arrangementer forekommer også.

- 5 Den indledningsvis nævnte shuntledning forbi varmeveksleren er indrettet til at lede en sekundær kølevandsstrøm, hvis størrelse er afhængig af det øjeblikkelige kølebehov for de i systemet indgående apparater, dels af den øjeblikkeligt herskende temperatur af primærkølevandet, dvs. havvandet. Fartøjets
10 køleanlæg er normalt dimensioneret til at kunne behandle hele fartøjets kølebehov selv ved en forholdsvis høj havvandstemperatur. Dette betyder, at pumpekapaciteten til pumpning af primært kølevand til tider
15 kan reduceres, f.eks. når fartøjet besejler relativt kolde farvande, eller når fartøjet ligger for anker, eller fremdrives med kraftigt reduceret fart.

- I praksis forekommer det imidlertid sjældent på fartøjer med trinvis regulerbar pumpekapacitet for primær-
20 kølevandssiden, at pumpekapaciteten reduceres ved aftagende kølebehov, fordi ingen om bord bemærker, hvornår kølebehovet er reduceret i nøjagtig sådan grad, at pumpekapaciteten kan reduceres et trin, hvilket igen beror på, at fartøjet ikke har
25 nogen udrustning til indikation af en sådan nedgang i kølebehovet. Normalt forefindes der en til en alarmanordning sluttet temperaturvagt i sekundærkølevandskredsen, hvorved der indikeres et større kølebehov, end der kan tilfredsstilles ved hjælp af den for
30 øjeblikket udnyttede pumpekapacitet på primærvandssiden. En temperaturovervågning i dette kredsløb kan dog ikke give oplysning om et mindre kølebehov der kunne tilfredsstilles med et trins mindre pumpekapacitet på primærvandssiden, idet et sådant mindre

kølebehov automatisk kompenseres ved hjælp af den tidligere beskrevne reguleringsventil ved, at en større sekundær vandstrøm end tidligere styres igennem shuntledningen (dvs. at en mindre strøm styres igennem varmeveksleren), hvilket medfører, at den ønskede temperatur opretholdes i sekundærkølevandskredsen. Det har således været anset for vanskeligt på en enkel måde at automatisere en styring af kapacitetsudnyttelsen for pumperne på primærvandsiden, da pumpekapaciteten kun har kunnet ændres trinvis.

En følge af, at en sådan trinvis foranderlig pumpekapacitet til pumpning af primærkølevandet i praksis sjældent eller aldrig justeres efter de rådende kølebehov er, at der medgår unødigt meget energi til drift af disse pumper. Da motorerne til drift af disse pumper er de allerstørste forbrugere af el-energi om bord, og da elenergi, der produceres om bord på et fartøj, er meget dyr, er det derfor af stor betydning, at disse pumper udnyttes effektivt.

En kendt fremgangsmåde, der tages i brug for at effektivisere udnyttelsen af de aktuelle pumper om bord på et fartøj er at anvende en udrustning til omdrejningstalregulering af pumperne. Herved har man i nogen tilfælde udeladt den tidligere beskrevne shuntledning, hvorved pumpekapaciteten for pumpning af primært kølevand reguleres direkte i afhængighed af den aftastede temperatur i sekundærkølevandskredsen. I et andet tilfælde justeres kapaciteten for en omdrejningstalsreguleret pumpe i afhængighed for den aftastede temperatur for det primærkølevand, der forlader varmeveksleren.

For det første er udrustning til omdrejningstalregulering af pumper meget dyr. For det andet har en sådan udrustning meget lav virkningsgrad. For det tredje er den reguleringsnøjagtighed, der kan opnås ved omdrejningstalregulering af pumper ganske dårlig, hvilket medfører at man ikke med en sådan udrustning kan få en optimal kapacitetsudnyttelse af pumperne. Man tvinges derfor til, for at undgå perioder med utilstrækkelig pumpekapacitet, der medfører utilstrækkelig køling, at justere reguleringsudstyret på en sådan måde, at pumperne i gennemsnit arbejder med noget højere kapacitet end det egentligt er nødvendigt.

Formålet med den foreliggende opfindelse er at frembringe en enkel løsning af vanskelighederne ved et køleanlæg af den indledningsvis angivne art med trinvis foranderlig pumpekapacitet til pumpning af primærkølevandet, ved at tilpasse den nævnte pumpekapacitet efter det øjeblikkelige kølebehov.

For det andet er det formålet med opfindelsen at tilvejebringe en fremgangsmåde og et apparat, der gør det muligt effektivt at udnytte pumpeudrustningen til pumpning af primært kølevand i et køleanlæg af den angivne art, hvilket indebærer, at omkostningerne for den aktuelle køling omfattende såvel omkostningerne til anskaffelse af pumpe- og reguleringsudstyr, som omkostningerne til driften af dette udstyr, bliver lavere end hvad der kan opnås ved hjælp af tidligere kendt udrustning.

Det er endvidere et formål med opfindelsen at frembringe et apparat, der enkelt kan monteres i et allerede eksisterende køleanlæg til tilpasning af pumpekapaciteten efter det øjeblikkelige kølebehov. Disse formål opfyldes ifølge opfindelsen ved, at en trinvis

justerbar pumpekapacitet til pumpning af primært kølevand gennem varmeveksleren styres i afhængighed af strømmen af sekundært kølevand gennem shuntledningen og varmeveksleren således; at pumpekapaciteten øges, når strømmen gennem shuntledningen er reduceret til
5 en forudbestemt første værdi, henholdsvis mindskes, når strømmen gennem shuntledningen er nået op til en forudbestemt højere anden værdi.

Ifølge en foretrukken udførelsesform for opfindelsen aftastes, som et mål for strømmen gennem shuntledningen, eller varmeveksleren, den aktuelle position
10 af ventilleget i den reguleringsventil, der er indrettet til automatisk at fordele strømmen af sekundær kølevand gennem shuntledningen, henholdsvis varmeveksleren, i afhængighed af et aftastet kølebehov
15 i sekundær kølevandskredsen.

Opfindelsen beskrives nærmere med henvisning til den medfølgende tegning, der viser et eksempel på et køleanlæg, der er indrettet til anvendelse på et skib.

20 Det på tegningen viste køleanlæg indeholder en som central køler fungerende varmeveksler 1, sædvanligvis en pladevarmeveksler. Fire pumper 2, 3, 4 og 5 er indrettet til alternativt at blive igangsat til at pumpe vand, der indtages ved 6, gennem varmeveksleren 1. Pumperne 2-5 har forskellig kapacitet
25 og kan f.eks. være tilpasset til at frembringe 30, 50, 70 henholdsvis 100% af den maksimalt nødvendige strøm af havvand med en vis temperatur gennem varmeveksleren 1. En havvandsledning 7 forbinder pumperne 2-5 med varmeveksleren 1, fra hvilken der udgår en ledning 8 til tilbageledning af opvarmet havvand til havet.

Varmeveksleren 1 er indrettet til gennemstrømning med ferskvand, der skal køles af havvandet, og har en indløbsledning 9 og en udløbsledning 10 for ferskvand. Mellem indløbsledningen 9 og udløbsledningen 10 strækker der sig en shuntledning 11. Ved tilslutningen mellem udløbsledningen 10 og shuntledningen 11 er der anbragt en justerbar trevejsventil 12.

I udløbsledningen 10 i strømningsretningen set efter trevejsventilen 12, er der anbragt en pumpe 13 og et temperatúraftastningsorgan 14. Udløbsledningen 10 strækker sig derfra videre til forskellige apparater 15 til 18, der skal køles med det i varmeveksleren 1 afkølede vand. Apparatene kan f.eks. være en luftkøler til fartøjets hovedmotor, en smøreoliekøler, en ferskvandsdestillator, etc. Antallet af apparater om bord, der kræver køling, er betydeligt større end det fremgår af tegningen.

Fra apparaterne 15-18 strækker der sig en ledning 19 til en trevejsventil 20, der indgår i en separat kølekreds for skibets hovedmotor, der på tegningen er betegnet med 21. I dette kølekredsløb indgår der yderligere ledninger 22-24 og en i ledningen 22 anbragt pumpe 25.

Fra ledningen 19 udgår der en ledning 26, der tilsammen med ledningen 27, der kommer fra ledningen 23, er sluttet til den tidligere nævnte ledning 9, der udgør indløbsledningen til varmeveksleren 1.

Til styring af de i kølesystemet indgående pumper, ventiler m.m., findes der en central styreenhed 28. Den er blandt andet sluttet det temperatúraftastningsorgan 14 (ved hjælp af en signaleringsledning 29),

trevejsventilen 12 (ved hjælp af en signaleringsledningerne 30 og 31) samt et apparat 32 til selektiv igangsætning af pumperne 2-5 (ved hjælp af en signalledning 33). Mellem apparatet 32 og pumperne 2-5
5 strækker der sig signalledninger 34, 35, 36 og 37.

Til styreenheden 28 er der sluttet en trevejsventil 20 og et i kølekredsløbet 21-25 indgående (ikke vist) temperatúraftastende organ. .

10 Det ovenfor beskrevne kølesystem fungerer på følgende måde:

I en antaget udgangstilstand er pumpen 3 i gang, hvorved der pumpes havvand gennem ledningen 7 til varmeveksleren 1 og derfra gennem ledningen 8 tilbage til havet. Samtidigt pumpes der ved hjælp af pumpen 13
15 ferskvand gennem ledningen 10 til apparaterne 15-18 og videre gennem ledningen 19 til det specielle kølekredsløb for hovedmotoren 21. Fra ledningen 19 strømmer en første del af ferskvandet gennem ledningen 26 direkte til ledningen 9, mens resten af ferskvandet
20 gennem trevejsventilen 20 strømmer videre gennem ledningen 22 til pumpen 25. Derfra pumpes ferskvandet gennem hovedmotoren 21 til ledningen 23, hvorfra en del recirkuleres via ledningen 24, og resten ledes til tilledningen 9 gennem ledningen 27. Indstillingen af
25 trevejsventilen 20 styres automatisk af styreenheden 28 i afhængighed af temperaturen, der aftastes i ledningerne 22 og 23 (ikke vist).

Det fra ledningerne 26 og 27 kommende ferskvand strømmer videre gennem ledningen 9, hvorfra en del strømmer
30 gennem shuntledningen 11 direkte til ledningen 10, mens resten strømmer ind i varmeveksleren 1 og køles

af havvandet.

Trevejsventilen 12's indstilling styres af styreenheden 28 i afhængighed af den temperatur, der af organet 14 aftastes i ledningen 10. Trevejsventilen indstilles automatisk på en sådan måde, at
5 temperaturen ved 14 holdes på en forud indstillet værdi.

Hvis der opstår et større kølebehov for apparaterne 15-18 og/eller hovedmotoren 21, stiger ferskvandets temperatur i ledningen 10 noget. Et signal, der
10 er et udtryk for dette, går over signalledningen 29 til styreenheden 28, hvorfra der udgår et signal til omstyring af trevejsventilen 12 over signalledningen 30. Dette medfører, at trevejsventilen 12's indstilling ændres noget, sådan at en større strøm af ferskvand bringes til at gennemstrømme varmeveksleren 1, og en dertil svarende mindre strøm af ferskvand styres gennem shuntledningen 11. Herved kommer temperaturen af det ferskvand, der passerer det temperaturaf-
15 tastende organ, atter til at synke til den tidligere nævnte forudbestemte værdi.
20

På denne måde bliver strømmingen gennem shuntledningen 11 mindre og mindre ved successivt stigende kølebehov. Som et mål for strømmen gennem shuntledningen 11 (henholdsvis gennem varmeveksleren 1) aftastes
25 stillingen for ventilleget i trevejsventilen 12 kontinuert. Et signal, der er et udtryk for ventillegetets stilling, og dermed for strømmen gennem shuntledningen 11, går gennem signalledningen 31 til
30 styreenheden 28. Når dette signal indikerer at strømmen gennem shuntledningen er blevet reduceret til en vis minimumsværdi, udgår der et signal fra styreenheden 28 til apparatet 32, hvilket signal forårsager i-

gangsætning af pumpen 4, samt, efter en vis tidsforsinkelse, afbrydelse af pumpen 3.

Pumpen 4, der har større kapacitet end pumpen 3, frembringer en øget strøm af havvand gennem varmeveksleren 1, så at ferskvandstrømmen gennem varmeveksleren 1 køles mere effektivt end tidligere, hvorved ferskvandets temperatur synker i ledningen 10. Temperaturen aftastes af organet 14, hvilket medfører en justering af trevejsventilen 12 således, at strømmen gennem shuntledningen 11 øges, og dermed strømmen gennem varmeveksleren 1 mindskes, indtil den forudbestemte temperatur i ledningen 10 opnås.

Hvis kølebehovet for apparaterne 15-18 og/eller hovedmotoren 21 bliver mindre efter nogen tid, synker temperaturen i ledningen 10. Dette medfører, at ventilen 12 indstilles således, at en større strøm end tidligere går gennem shuntledningen 11, og altså, at en tilsvarende mindre strøm passerer gennem varmeveksleren 1. Når strømmen gennem shuntledningen 11 som følge af et kraftigt mindsket kølebehov er øget til en vis maksimumværdi, udgår der et signal fra styreenheden 28 til apparatet 32, hvilket signal igangsætter pumpen 3, og efter nogen tidsforsinkelse, afbrydes pumpen 4.

Pumpen 3, der har mindre kapacitet end pumpen 4, frembringer en mindre strøm af havvand end tidligere gennem varmeveksleren 1, hvilket medfører en mindre effektiv køling af det ferskvand, der passerer gennem varmeveksleren. Derved øges temperaturen i ledningen 10, hvilket aftastes ved 14 og medfører en sådan indstilling af ventilen 12, at strømmen gennem shuntledningen 11 mindskes, indtil den forudbestemte temperatur i ledningen 10 er nået.

- Hvis kølebehovet pludseligt øges så kraftigt, at indkobling af en ny pumpe med et trins større kapacitet, viser sig utilstrækkeligt, og dermed at strømmen gennem shuntledningen fortsætter, eller synker under minimumværdien, indkobles yderligere en pumpe med endnu et trins større kapacitet, etc. På modsvarende måde indkobles successivt nye pumper med mindre kapacitet, hvis kølebehovet pludseligt skulle mindskes kraftigt.
- 10 I den ovenfor beskrevne udførelsesform for opfindelsen indgår der fire pumper med forskellig kapacitet, der er indrettet til at arbejde én ad gangen. Det er hermed forudsat, at pumperne er centrifugalpumper. Hvis pumperne var af typen positive pumper, kunne to eller
- 15 flere af pumperne være i arbejde samtidigt. I et sådant tilfælde kunne man variere den udnyttelige pumpekapacitet i flere og mindre trin, end ved hjælp af de i det ovenfor beskrevne eksempel anvendte pumper. Ifølge et andet alternativ kan alle pumperne være lige
- 20 store, hvorved mere end én pumpe kan være i funktion samtidigt, selv om det drejer sig om centrifugalpumper. Med fordel kan en af disse lige store pumper være forsynet med en såkaldt tohastighedsmotor, således at den kan drives med to forskellige kapaciteter.

P a t e n t k r a v :

1. Fremgangsmåde til styring af den nødvendige pumpekapacitet til pumpning af primært kølevand gennem en varmeveksler (1), der er indrettet som central køler i et system af apparater (15-18, 21) med variabelt kølebehov, hvor varmeveksleren indeholder en fra apparaterne kommende indløbsledning (9), og en til apparaterne gående udløbsledning (10) til sekundært kølevand, en shuntledning (11), der strækker sig mellem nævnte ledninger (9, 10), samt en reguleringsventil (12), der er indrettet til i afhængighed af et aftastet kølebehov at regulere strømmen af sekundært kølevand gennem shuntledningen (11) henholdsvis varmeveksleren (1), k e n d e t e g n e t ved, at en trinvis foranderlig pumpekapacitet til pumpning af primært kølevand gennem varmeveksleren (1) styres i afhængighed af strømmen af sekundært kølevand gennem shuntledningen (11) og varmeveksleren (1) således, at pumpekapaciteten øges, når strømmen gennem shuntledningen (11) er faldet til en forudbestemt første værdi, henholdsvis mindskes, når strømmen gennem shuntledningen (11) er nået op til en forudbestemt højere anden værdi.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at strømmen af sekundært kølevand gennem shuntledningen (11) aftastes ved aftastning af positionen af reguleringsventilens (12) ventillegeme.

3. Apparat til udøvelse af fremgangsmåden ifølge krav 1 eller 2 og til styring af den pumpekapacitet, der er nødvendig til pumpning af primært kølevand gennem en varmeveksler (1), der er indrettet som central køler i et system af apparater (15-18, 21) med variabelt kølebehov, hvor varmeveksleren har en fra apparaterne kommende indløbsledning (9), og en til appa-

raterne gående udløbsledning (10) for sekundært kølevand, en shuntledning (11), der strækker sig mellem de nævnte ledninger (9, 10), samt en reguleringsventil (12), der er indrettet til i afhængighed af et erkendt kølebehov at regulere strømmen af sekundært kølevand gennem shuntledningen (11), henholdsvis varmeveksleren (1), kendetegnet ved, at det indeholder organer (2-5, 28-32), der er indrettet til trinvis ændring af pumpekapaciteten til pumpning af primært kølevand gennem varmeveksleren (1), organer (12, 28, 31), der er indrettet til at reagere, når strømmen gennem shuntledningen (11) og varmeveksleren (1) er aftaget til en første henholdsvis forøget til en anden højere værdi, hvilke organer er indrettet til at påvirke organerne (2-5, 28, 32) til trinvis at ændre pumpekapaciteten til pumpning af primært kølevand gennem varmeveksleren (1) på en sådan måde, at kapaciteten øges, når strømmen gennem shuntledningen er aftaget til den nævnte første værdi, og mindskes, når strømmen gennem shuntledningen er øget til den nævnte anden værdi.

4. Apparat ifølge krav 3, kendetegnet ved, at de nævnte organer (12, 28, 31) er indrettet til at aftaste positionen af ventilleget i den nævnte reguleringsventil.

