

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
KØBENHAVN

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 154107 B

(21) Patentansøgning nr.: 1568/85

(22) Indleveringsdag: 09 apr 1985

(41) Alm. tilgængelig: 12 okt 1985

(44) Fremlagt: 10 okt 1988

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 11 apr 1984 DE 3413535

(51) Int.Cl.⁴

G 01 N 25/18

F 25 B 49/00

(71) Ansøger: *DANFOSS A/S; 6430 Nordborg, DK

(72) Opfinder: Janos *Winter; DK, Jesper *Lichtenberg; DK

(74) Fuldmægtig: -

(54) Måleanordning til konstatering af en væskeandel i kølemidlet

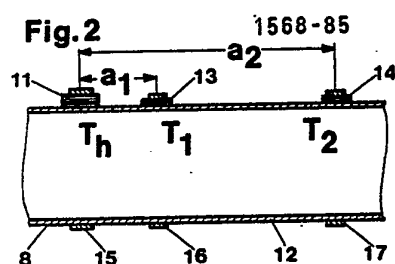
(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

1568-85

Måleanordning til konstatering af en væskeandel i kølemidlet

Der beskrives en måleanordning til konstatering af en væskeandel i kølemidlet, som forlader fordampere (6) af et køleanlæg eller lignende gennem en sugeledning (8). Den er forbundet med et varmeelement (11), en måle-temperaturføler (13) og en referenceværdigiver (14). Differensen mellem følersignal og referenceværdi udnyttes. Måle-temperaturføleren (13) står i termisk kontakt med røret (12) og er i rørretningen anbragt forskudt i en afstand (a_1) fra varmeelementet (11), således at følersignalet ved tilstedeværelse af en væskeandel i kølemidlet er lavere end ved tilstedeværelse af tørt kølemiddel. På denne måde kan ekspansionsventilen (5) styres i afhængighed af kølemidlets fugtighedsgrad.



DK 154107 B

Opfindelsen angår en måleanordning til konstatering af en væskeandel i kølemidlet, som forlader fordamperen af et køleanlæg gennem en sugeledning, der er forbundet med et rør-
væggen opvarmende varmeelement, en måle-temperaturføler til
5 afgivelse af et følersignal og en referenceværdigiver, hvorved differensen mellem følersignal og referenceværdi udnyttes.

Ved en kendt måleanordning af denne art (DE-AS 10 55 018) befinder måle-temperaturføleren sig i umiddelbar nærhed af
10 varmeelementet, nemlig enten i omkredsretning ved siden af varmeelementet eller radialt uden for varmeelementet. Under hensyntagen til varmeovergangstallet mellem rørvæggen og faseblandingen, som ved tiltagende andel af ufordampet kølemiddel i faseblandingen bliver større, indstilles ved ufor-
15 andret varmeeffekt en varmestørningslignevægt, ved hjælp af hvilken måle-temperaturfølerens temperatur påvirkes. Som referenceværdi tjener sugetrykket i sugeledningen. Differensdannelsen sker i en indstillingsmotor for den fordamperen forankoblede ekspansionsventil. Ved at anvende en tempera-
20 turføler med væske-damp-fyldning belastes indstillingsmotorens membran eller stempel på den ene side af damptrykket og på den anden side af sugeledningstrykket. Måle-følertemperaturen ændres imidlertid kun meget lidt, hvis der i stedet for fugtigt kølemiddel strømmer tørt kølemiddel gennem suge-
25 ledningen.

Man kender allerede termiske masse gennemstrømningsmålere (Instruments and Control Systems, februar 1970, side 85 - 87), ved hvilke der i det indre af det af et medium gennemstrømmede rør er anbragt et modstands-varmeelement og med
30 samme afstand foran og bagved en temperaturføler. Ved en anden udførelsesform opvarmes røret udefra på to med afstand anbragte steder, mens der derimellem, med samme afstand fra varmeanordningerne, er anbragt hver et temperaturmålested. Ved udnyttelse af temperaturdifferensen kan masse gennem-
35 strømningen konstateres.

Formålet med opfindelsen er at angive en måleanordning af den i indledningen beskrevne art, ved hvilken man med større sikkerhed kan konstatere tilstedeværelsen af væskeandele i kølemidlet og med større nøjagtighed kan konstatere fugtighedsgraden.

Denne opgave løses ifølge opfindelsen ved, at måle-temperaturføleren står i termisk kontakt med rørvæggen og i rørretningen er anbragt forskudt i en afstand fra varmeelementet.

Den fra varmeelementet tilførte varme udbreder sig i rørvæggen, således at måle-temperaturføleren, som er anbragt mod strømmen eller med strømmen i afstand fra varmeelementet, får en temperaturforhøjelse i sammenligning med det ikke opvarmede rør. Er kølemidlet tørt, dvs. foreligger i damp- eller gasform, så fås der et forholdsvist lille varmeovergangstal mellem rørvæg og kølemiddel. Måletemperaturen er tilsvarende høj. Er kølemidlet derimod fugtigt, dvs. indeholder væskeandele, så er varmeovergangstallet større og målefølertemperaturen derfor tilsvarende lavere. Ved tilstedeværelse af en væskeandel i kølemidlet er følersignalet derfor måleligt lavere end ved tilstedeværelse af tørt kølemiddel. På denne måde kan fx en ekspansionsventil, som er koblet foran fordamperen, reguleres i afhængighed af fugtighedsgraden, enten modulerende eller i form af en to-punktsregulering.

Ved enkle forsøg kan det afstandsområde konstateres, i hvilket der mellem kølemiddel af en forudbestemt fugtighedsgrad og tørt kølemiddel er tydelige forskelle i måletemperaturen til stede. For i nærheden af varmeelementet er temperaturforskellene endnu meget små, fordi den forskellige afkøling ikke kunne udvirkes tilstrækkeligt længe. Når afstanden til varmeelementet bliver for stor, nærmer rørtemperaturen sig i begge tilfælde sugegastemperaturen eller en overvejende af denne bestemt temperatur, således at der igen ikke kan kon-

stateres en tilstrækkelig temperaturforskel. Mellem disse yderligheder findes der for hvert et køleanlæg en optimal afstand, hvor forskellen mellem måletemperaturerne for tørt og fugtigt kølemiddel er størst.

- 5 Især udgør afstanden mellem varmeelement og måle-temperaturføler 1 - 5 cm, fortrinsvis ca. 2 cm. En sådan afstand egner sig til et stort antal køleanlæg af mindre og middel størrelse.

- 10 Ved en foretrukken udførelsesform er der sørget for, at referenceværdigiveren er dannet af en reference-temperaturmåler, der er anbragt i termisk kontakt med rørvæggen på et sted, som ved tilstedeværelse af en væskeandel i kølemidlet og ved tilstedeværelse af tørt kølemiddel tilnærmelsesvis har den samme temperatur. Ved benyttelsen kan der da arbej-
- 15 des med differensen mellem måletemperatur og referencetemperatur, således at der på den ene side fås en meget nøjagtig måling og på den anden side et meget enkelt kredsløb.

- Således kan reference-temperaturføleren være anbragt i en betydelig større afstand fra varmeelementet end måle-temperaturføleren. Som allerede nævnt ovenfor nærmer de rørvæg-
- 20 temperaturerne med en stor afstand, som fremkommer ved tørt kølemiddel og ved vådt kølemiddel, sig i stor afstand fra varmeelementet hinanden.

- Formålstjenligt udgør afstanden mellem varmeelement og reference-temperaturføler 8 - 20 cm, fortrinsvis 10 - 15 cm.
- 25

- En anden mulighed er, at reference-temperaturføleren er anbragt med en kortere afstand fra varmeelementet end måle-temperaturføleren. Uafhængig af kølemidlets tilstand hersker der også i varmeelementets område nogenlunde den samme tem-
- 30 peratur.

Det er her særlig gunstigt, hvis reference-temperaturføleren i omkredsretning er anbragt forskudt i forhold til varmeelementet. Den ligger da i samme højde som varmeelementet og påvirkes i det væsentlige af rørvægttemperaturen, som er bestemt af varmeelementet.

Desuden kan følerne og varmeelementet være anbragt i et fælles hus, hvilket letter anbringelsen.

Det er også gunstigt, når følerne og varmeelementet er termisk isoleret udadtil. De påvirkes da ikke af ændringer i omgivelsestemperaturen.

Ved en fordelagtig udførelsesform er måle-temperaturføler og reference-temperaturføler termoelektriske elementer, hvis spændinger er koblet mod hinanden. Serieforbindelsen af de to følere giver differenssignalet, som giver de gunstigste forudsætninger for udnyttelsen.

Opfindelsen beskrives nedenfor nærmere ved hjælp af på tegningen viste udførelseseksempler, der viser i

fig. 1 en skematisk fremstilling af et varmepumpeanlæg med måleindretningen,

fig. 2 måleanordningen i fig. 1 i forstørret målestok,

fig. 3 en variation af måleanordningen i fig. 2 og

fig. 4 i et diagram temperaturforløbet i rørledningsvæggen.

Ved varmepumpeanlægget i fig. 1 transporterer en kompressor 1 over en trykledning 2 gasformigt kølemiddel til en kondensator 3, i hvilken vand opvarmes i et sekundærkredsløbs slange 4. Det således kondenserede kølemiddel når over en

ekspansionsventil 5 til en fordamper 6, som er afkølet af en blæser 7. På fordamperens udgang tilsluttes en sugeledning 8, som igen fører til kompressoren 1.

5 En måleanordning 9 tjener til konstatering, om der befinder sig tørt kølemiddel i sugeledningen 8, eller om kølemidlet henholdsvis endnu indeholder væskeandele og hvilken fugtighedsgrad det har. Måleanordningen 9 virker på en koblingsanordning 10, som tjener styringen af ekspansionsventilen 5. Så snart det gennem sugeledningen 8 strømmende kølemiddel
10 indeholder væskeandele, lukker ekspansionsventilen 5, indtil der igen er tørt kølemiddel til stede. Ekspansionsventilen 5 kan også styres i afhængighed af kølemidlets fugtighedsgrad.

Måleanordningen 9 har et varmeelement 11, som ligger an mod sugeledningens 8 rørvæg 12. Rørvæggen 12 består af et godt
15 varmeledende materiale, især et metal som kobber. I en afstand a_1 fra varmeelementet er anbragt en måle-temperaturføler 13, som ligeledes ligger an mod rørvæggen 12. I en betydelig større afstand a_2 er anbragt en reference-temperaturmåler 14, som ligeledes ligger an mod rørvæggen 12. Varmeelementet 11 fastholdes ved hjælp af et spændebånd 15 og følerne 13 og 14 ved hjælp af spændebånd 16 og 17 på sugeledningen 8. De nævnte dele er omgivet af en termisk isolation
20 18. Det hele befinder sig i et hus 19. Varmeelementet 11 kan over sine klemmer 20 forsynes med en forsyningsspænding, som
25 bestemmer varmeeffekten.

Ved den varierede udførelsesform i fig. 3, ved hvilken der for tilsvarende dele benyttes med 100 forhøjede henvisningsbetegnelser, har måle-temperaturføleren 113 den samme afstand a_1 fra varmeelementet 111. Reference-temperaturføleren
30 114 befinder sig derimod i den samme aksiale stilling som varmeelementet 111 og er kun forskudt i omkredsretning.

I diagrammet i fig. 4 er rørvæggens 12 temperatur T vist som

funktion af rørets 8 længde x . Det antages, at varmeelementet 11 befinder sig på stedet $x = 0$ og bringer rørvæggen på en temperatur T_h . X-aksen svarer til en af kølemidlets sugetryk og omgivelsestemperaturen forudbestemt basistemperatur T_0 . Kurven I viser temperaturforløbet i rørvæggen 12, når kølemidlet er tørt, altså ikke indeholder væskerester. Kurven II viser derimod temperaturforløbet, når kølemidlet er vådt, og der derfor indstilles et større varmeovergangstal mellem rørvæg og kølemidlet. De to kurver begynder ved den samme temperatur T_h og nærmer sig med større blivende afstand x basistemperaturen T_0 . Måle-temperaturføleren 13, som er anbragt i positionen x_1 fra varmeelementet 11, måler derefter ved tørt kølemiddel temperaturen T_{1t} og ved vådt kølemiddel temperaturen T_{1n} . Reference-temperaturføleren 14, som er anbragt i positionen x_2 , måler i begge tilfælde en værdi T_2 , som ligger ubetydeligt over basistemperaturen T_0 . Kurver for vilkårlige fugtighedsgrader forløber mellem kurverne I og II.

De to kurver I og II er eksponentialkurver med forløbet

$$f(x) = (T_h - T_0) \cdot e^{-mx}$$

med

$$m = \sqrt{\frac{\alpha \cdot x \cdot U}{1 \cdot x \cdot A}}$$

hvorved

- T_h = rørvæggens 12 temperatur i varmeelementets 11 område
- T_0 = sugegastemperaturen
- α = varmeovergangstallet mellem rørvæg og kølemiddel
- 1 = varmetransmissionen langs rørvæggen 12
- U = rørets 12 udvendige omkreds
- A = rørets 12 tværsnitsflade

Ved udførelsesformen i fig. 1 og 2 er temperaturfølerne 13 og 14 udformet som termoelementer, og deres spændinger er koblet mod hinanden, således at koblingsanordningen 10 tilføres spændingsdifferensen, som ved tørt kølemiddel svarer til temperaturdifferensen ΔT_t og ved vådt kølemiddel til den betydeligt lavere temperaturdifferens ΔT_n . Sådanne forskelle kan koblingsanordningen 10 uden besvær udnytte og styre ekspansionsventilen 5 svarende dertil.

Ved udførelsesformen i fig. 3 anvendes i stedet for den lave referencetemperatur T_2 temperaturen T_h i varmeelementets 11 område. I dette tilfælde står ved tørt kølemiddel temperaturdifferensen $\Delta T'_t$ og ved vådt kølemiddel temperaturdifferensen $\Delta T'_n$ til rådighed for koblingsanordningen 10. Også disse forskelle kan let udnyttes.

Som varmeelement kommer normale modstands-varmeelementer i betragtning. I nogle tilfælde anbefales anvendelsen af en PTC-modstand. Varmeeffekten kan være relativ ringe. Den skal kun have en sådan værdi, at der i forudbestemt afstand a_1 indstilles en tydelig differens mellem de to kurver I og II.

Temperaturfølerne kan være af vilkårlig kendt type og udformes især som temperaturafhængig modstand eller som termoelement. Som referenceværdi kan der i stedet for rørvæggens basistemperatur også benyttes henholdsvis sugegastemperaturen og det tilhørende sugegasttryk.

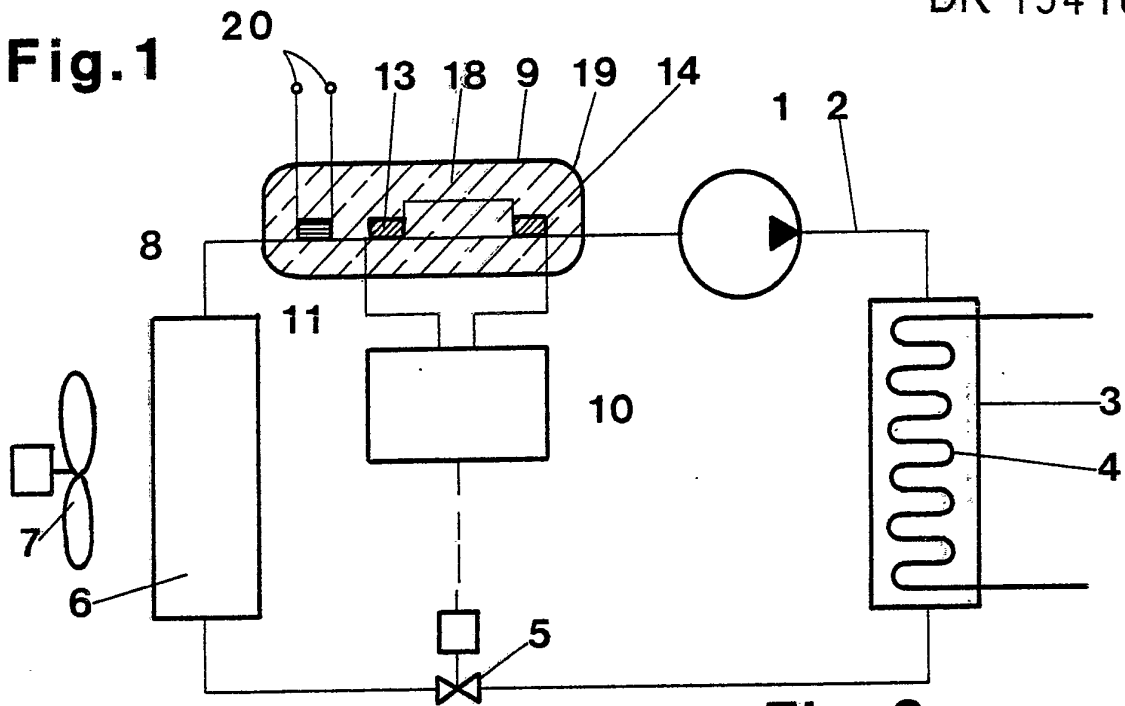
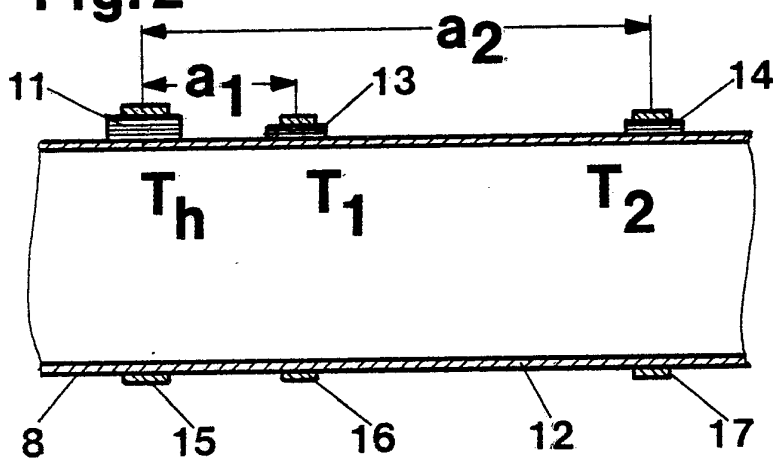
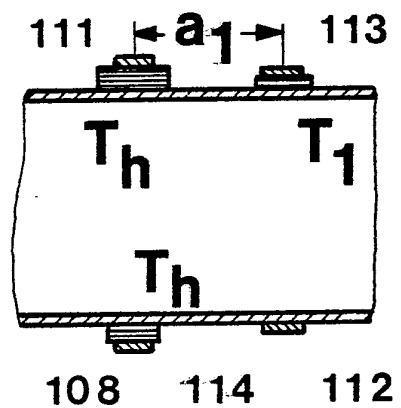
Som praktisk værdi for afstanden a_1 anbefales ca. 2 cm og for den større afstand a_2 ca. 10 - 15 cm. Disse værdier er typiske for rørstørrelser med en udvendig diameter på 17 - 25 mm og en indvendig diameter på 15 - 23 mm. For varmeovergangstallet α er typiske værdier $200 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ for den tørre tilstand og ca. $2000 \text{ J/m}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C}$ for den våde tilstand af kølemidlet. Dette svarer til en faktor på 10. Ganske vist aftager denne faktor noget ved meget høje strømningshastig-

heder, men den er endnu tilstrækkelig til tydelig konstatering af kølemidlets fasetilstand.

P A T E N T K R A V

1. Måleanordning til konstatering af en væskeandel i køle-
midlet, som forlader fordamperen (6) af et køleanlæg
gennem en sugeledning (8; 108), der er forbundet med et
rørvæggen (12; 112) opvarmende varmeelement (11; 111),
5 en måle-temperaturføler (13; 113) til afgivelse af et
følertsignal og en referenceværdigiver (14; 114), hvor-
ved differensen mellem følertsignal og referenceværdi
udnyttes, k e n d e t e g n e t v e d, at måle-tempe-
raturføleren (13; 113) står i termisk kontakt med rør-
10 væggen (12; 112) og i rørretningen er anbragt forskudt
i en afstand (a_1) fra varmeelementet (11; 111)).
2. Måleanordning ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t
v e d, at afstanden mellem varmeelement (11; 111) og
måle-temperaturføler (13; 113) udgør 1 - 5 cm, for-
15 trinsvis ca. 2 cm.
3. Måleanordning ifølge krav 1 eller 2, k e n d e t e g -
n e t v e d, at referenceværdigiveren er dannet af en
reference-temperaturføler (14; 114), der er anbragt i
termisk kontakt med rørvæggen (12; 112) på et sted, som
20 ved tilstedeværelse af en væskeandel i kølemidlet og
ved tilstedeværelse af tørt kølemiddel tilnærmelsesvis
har den samme temperatur (T_h ; T_2).
4. Måleanordning ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t
v e d, at reference-temperaturføleren (14) er anbragt i
25 en større afstand (a_2) fra varmeelementet (11) end må-
le-temperaturføleren (13).
5. Måleanordning ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t
v e d, at afstanden (a_2) mellem varmeelement (11) og
reference-temperaturføler (14) udgør 8 - 20 cm, for-
30 trinsvis 10 - 15 cm.

6. Måleanordning ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t v e d, at reference-temperaturføleren (114) er anbragt med en kortere afstand fra varmeelementet (111) end måle-temperaturføleren (113).
- 5 7. Måleanordning ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t v e d, at reference-temperaturføleren (114) i omkredsretning er anbragt forskudt i forhold til varmeelementet (111).
- 10 8. Måleanordning ifølge et af kravene 1-7, k e n d e t e g n e t v e d, at følerne (13, 14) og varmeelementet (11) er anbragt i et fælles hus (19).
9. Måleanordning ifølge et af kravene 1-8, k e n d e t e g n e t v e d, at følerne (13, 14) og varmeelementet (11) udadtil er termisk isoleret.
- 15 10. Måleanordning ifølge et af kravene 1-9, k e n d e t e g n e t v e d, at måle-temperaturføler (13) og reference-temperaturføler (14) er termoelektriske elementer, hvis spændinger er koblet mod hinanden.

Fig.1

Fig.2

Fig.3

Fig.4
