



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **325992**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

F25B 40/00 (2006.01)

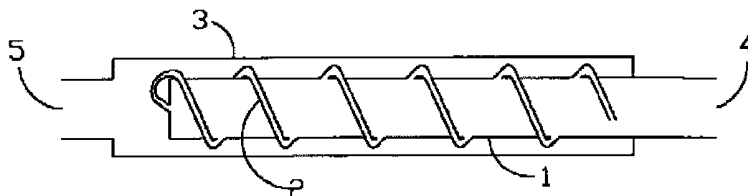
F25B 41/06 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20024334	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2001.03.05 PCT/DK01/00142
(22)	Inng.dag	2002.09.11	(85)	Videreføringsdag	2002.09.11
(24)	Løpedag	2001.03.05	(30)	Prioritet	2000.03.13, DK, 0398/00
(41)	Alm.tilgj	2002.09.11			
(45)	Meddelt	2008.09.01			
(73)	Innehaver	Lars Christian Wulff Zimmermann, Høygårdsparken 18, DK-8380 Trige, DK			
(72)	Oppfinner	Lars Christian Wulff Zimmermann, Høygårdsparken 18, DK-8380 Trige, DK			
(74)	Fullmektig	Kristine Larsen, c/o Berger, Knardalsveien 20, 1455 Nordre Frogn			

(54)	Benevnelse	Regulator med væskebeholder for kjøleanlegg og varmepumper
(56)	Anførte publikasjoner	Ingen
(57)	Sammendrag	

Regulatoren er en kjølemiddelregulator for varmepumper og kjøleanlegg. Den har en innebygd væskebeholder som automatisk suger opp overflødig kjølemiddel. Den er en hermetisk lukket enhet uten bevegelige deler. Den er robust og skal ikke justeres. Regulatoren består av en vamlveksler med stor varmekapasitet, en væskebeholder og to trykkreduserende dyser. De to dysene oppfører seg forskjellig når de gjennomstrømmes av kokende væske. I den ene, kalt en varmfølsom dyse, hemmes væskestrømmen av koking. I den andre, kalt en trykkfølsom dyse, påvirkes væskestrømmen ikke av koking. Regulatoren regulerer kjølemiddelstrømmen fra væskebeholderen til fordamperen ved hjelp av trykket i væskebeholderen - og trykket i væskebeholderen styres via varmeveksleren av behovet for kjølemiddel i fordamperen. Reguleringen sikrer at fordamperen utnyttes 100 %, at sugegassen varmes opp og kondensatet underkjøles. Disse faktorene forbedrer forholdet mellom anleggets kuldeytelse og energiforbruk med mer enn 10 prosent.



Oppfinnelsen omhandler et kjølekretsløp av den typen som er oppgitt i innledningen til krav 1. Et slikt kretsløp er kjent fra det amerikanske patentskriftet 2520045, der det beskrives hvordan kjølemiddelstrømmen mellom væskebeholder og fordamper styres av forskjellen mellom trykket i fordamperen og trykket i væskebeholderen, som tilsvarer
5 temperaturen ved fordamperens utgang. Trykkforskjellen mellom væskebeholder og fordamper tilsvarer dermed fordamperens overheting. Dette forholdet skaper en selvbalsenserende effekt ved at en stigende overheting vil øke kjølemiddelstrømmen, noe som igjen vil minske overhetingen – og omvendt. Kjølemiddelstrømmen til
10 fordamperen styres dermed av fordamperens overheting, akkurat som ved en alminnelig termoventil.

Oppfinnelsen skiller seg ut fra ovennevnte. Fordamperen oversvømmes fullstendig, og sugegassen overmettes, noe som betyr at sugegassen som går ut av fordamperen, inneholder kjølemiddel i væskeform. Temperaturen i beholderen styres av
15 varmeveksling mellom væsken fra kondensatoren og den overmettede sugegassen. Det skaper en selvbalsenserende effekt ved at temperaturen i beholderen stiger når sugegassens væskeinnhold minker, hvorved væskestrømmen til fordamperen øker, og sugegassens væskeinnhold stiger – og omvendt. Kjølemiddelstrømmen til fordamperen styres dermed av sugegassens væskeinnhold.

20 For at den nevnte selvbalsenserende effekten skal oppnås, er det helt nødvendig å gå ut fra at kjølemiddelstrømmen fra væskebeholderen mot fordamperen tiltar/avtar når temperaturen i væskebeholderen tiltar/avtar. Ved hjelp av et vanlig kapillarrør mellom væskebeholderen og fordamperen, slik det er kjent fra det amerikanske patentskriftet
25 2520045, oppfylles dette kriteriet bare når temperaturforskjellen mellom fordamper og væskebeholder er mindre enn tre kelvin. Hvis forskjellen er større enn tre kelvin, koker kjølemiddelet så mye i kapillarrøret at væskestrømmen avtar når temperaturforskjellen tiltar. Kokende kjølemiddel i kapillarrøret kan unngås ved at kjølemiddelet underkjøles før det går inn i kapillarrøret. Underkjølingen kan oppnås ved hjelp av en varmeveksler,
30 der det skjer varmeveksling mellom kjølemiddelet som går inn i kapillarrøret, og kjølemiddelet som går ut av kapillarrøret.

Som beskrevet i innledningen til krav 2 kan underkjøling oppnås med en selvkjølende dyse. Dysen består av et kapillarrør og en varmeveksler som knyttes sammen til én
35 enhet og plasseres i fordamperens inngang eller i et rør plassert i forlengelsen av fordamperens inngang.

Teknikken med kjøling i fordamperens inngang er kjent fra amerikansk patentskrift 2956421, der det beskrives hvordan et kapillarrør føres et stykke inn i fordamperen, bøyes tilbake i en U-form og munner ut ved innføringsstedet, slik at det innstrømmende
40 kjølemiddelet renner tilbake over kapillarrøret, som derved kjøles. Den selvkjølende dysen skiller seg ut fra amerikansk patentskrift 2946421 takket være en varmeveksler som er plassert før kapillarrøret, hvorved kjølemiddelet underkjøles før det går inn i kapillarrøret.

Hvis det tar lengre tid å forandre sugegassens væskeinnhold enn det tar å forandre trykket i væskebeholderen, oppstår det resonans mellom fordamperen og væskebeholderen. Dette er et problem som kan unngås ved at varmeveksleren får passe stor varmekapasitet, noe som kan oppnås ved å plassere varmeveksleren i termisk kontakt med et vannbad, for eksempel et ytre skall fylt med vann.

Med oppfinnelsen er det skapt et kjølekretsløp hvor fordamperen er oversvømt, sugegassen er tørr ved ankomst til kompressoren og kondensatet er underkjølt. Disse tre faktorene bidrar til en forbedring av forholdet mellom anleggets kjøleeffekt og energiforbruk (kalt COP). Beregninger som er bekreftet ved forsøk, viser at energibesparelsen er på mer enn 10 prosent.

Figurforklaring:

Figur 1 viser den selvkjølende dysen. Den består av et indre rør (1) forbundet med et kapillarrør (2) til et ytre rør (3). Væskestrømmens retning er fra (4) til (5). Det ytre røret (3) kan enten være inngangen til fordamperen, eller det kan være et rør som tilsluttes inngangen ved (5).

Figur 2 viser varmeveksleren sett fra siden. Den er konstruert av tre konsentriske rør (6), (7) og (8).

Det indre røret (8) er for sugegass som strømmer fra (9) til (10).

Det midre røret (7) danner en kappe omkring det innerste røret. Det er en stuss i topp (11) og bunn (12). Væske strømmer fra (11) mot (12).

Det ytre røret (6) danner en kappe omkring det midre røret. Kappen inneholder frostsikret vann, som er vist skravert på figuren.

Figur 3 viser varmeveksleren sett fra toppen. Tallene har samme betydning som i figur 2.

Figur 4 viser et kjøleanlegg som består av kompressor (16), kondensator (15), fordamper (13) og regulator (14). Regulatoren består av en varmfølsom dyse (17), varmeveksler (18), væskebeholder (19) og en trykkfølsom dyse (20). Varmeveksleren (18) er vist i detaljer i figur 2 og 3.

Konstruksjon:

Regulatoren består av fire komponenter:

17. Varmefølsom dyse

18. Varmeveksler med stor varmekapasitet

19. Væskebeholder

20. Trykkfølsom dyse

Tallene henviser til figur 4.

Varmefølsom dyse

Det er to krav til denne dysen:

- Jo større trykk over dysen – desto større kjølemiddelstrøm.

- Jo høyere temperaturfall over dysen – desto mindre kjølemiddelstrøm.

Et kapillarrør oppfyller begge krav. Kapillarrørets diameter og lengde kan enten beregnes eller finnes ved forsøk.

5 Varmeveksler med stor varmekapasitet

Varmeveksleren skal utveksle varme mellom sugegass og væske.

Varmeveksleren skal ha stor varmekapasitet, noe som hindrer resonans mellom fordamper og væskebeholder. Varmevekslerens varmekapasitet skal være så stor at trykket i væskebeholderen reagerer langsommere enn sugegassens væskeinnhold på endringer i kjølemiddelstrømmen.

Varmekapasiteten kan for eksempel dannes ved at det bygges inn en beholder med frostsikret vann.

Et eksempel vises i figur 2 og 3, der varmeveksleren er oppbygd av 3 konsentriske kobberrør.

- 15 • Det ytre røret (6) danner en beholder med passende mengde frostsikret vann.
- I det midtre røret (7) passerer væsken fra toppen (11) og nedover (12).
- I det indre røret (8) passerer sugegassen fra toppen (9) og nedover (10).

Væskebeholder

20 Beholderen (19) skal være stor nok til å inneholde alt kjølemiddelet i hele anlegget.

Trykkfølsom dyse

Det er to krav til denne dysen:

- 25 • Jo større trykk over dysen – desto større kjølemiddelstrøm.
- Kjølemiddelstrømmen gjennom dysen må ikke reagere på temperaturendringer.

Det kan for eksempel være et kapillarrør der væsken nedkjøles til sluttemperaturen før passasjen. Væsken kan nedkjøles ved at det skjer varmeveksling mellom kjølemiddelet som går inn og ut av kapillarrøret.

30 Figur 1 viser en selvkjølende dyse med denne egenskapen. Varmt kjølemiddel strømmer inn ved (4). På vei gjennom røret (1) kjøles kjølemiddelet til samme temperatur som på rørets ytterside. Kjølemiddelet passerer kapillarrøret (2) uten å koke. Fra kapillarrøret strømmer kjølemiddelet ut i bunnen av det ytre røret (3). Herfra strømmer kjølemiddelet langs det indre rørets overflate, som dermed avkjøles. Kjølemiddelet koker under varmeopptaket. Væske og damp strømmer mot fordamperen ved (5).

Reguleringsprinsipp: Tallene henviser til figur 4.

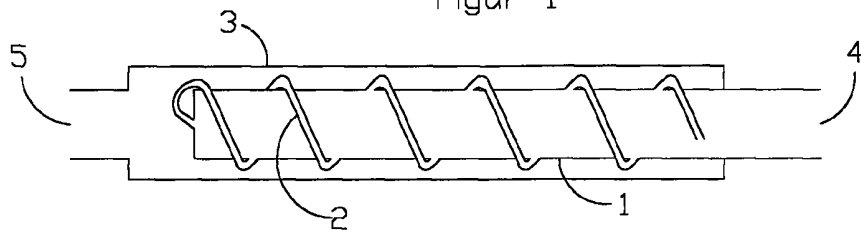
- 40 • Når kjøleanlegget startes, suger kompressoren (16) damp ut av fordamperen (13). Derved faller trykket i fordamperen, og væske suges via dysen (20) fra væskebeholderen (19).
- Trykket i kondensatoren (15) stiger, og varm væske strømmer gjennom den varmefølsomme dysen (17). På grunn av trykkfall i dysen (17) koker kjølemiddelet, og en blanding av væske og damp strømmer til varmeveksleren (18). Her
- 45 kondenserer dampen under varmeavgivelse til sugegassen og varmevekslerens masse, der temperaturen stiger – langsomt på grunn av den store varmekapasiteten.

- I takt med temperaturstigningen i varmeveksleren stiger trykket i varmeveksleren og væskebeholderen, og kjølemiddelstrømmen mot fordamperen tiltar.
- Etter en tid er fordamperen oversvømt, og sugegassen inneholder kjølemiddel i væskeform. Væsken har en kraftig effekt på varmeveksleren, der temperaturen
5 begynner å falle – langsomt på grunn av den store varmekapasiteten.
- Når temperaturen faller i varmeveksleren, faller trykket også i væskebeholderen, og kjølemiddelstrømmen mot fordamperen avtar.
- Når kjølemiddelstrømmen mot fordamperen avtar, faller sugegassens væskeinnhold. Dermed minskes kjølingen i varmeveksleren, og temperaturen stiger.
- 10 • Temperaturen i væskebeholderen stabiliseres når det er balanse i varmeveksleren mellom varme fra væsken og kjøling fra sugegassen.

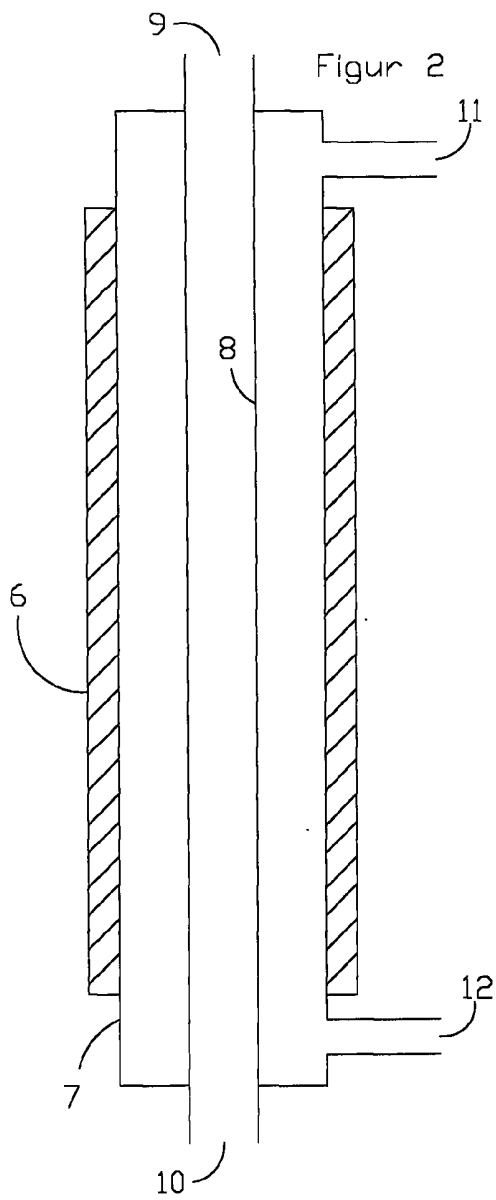
Patentkrav:

- 5 Krav 1. Kjølekretsløp med kompressor (16), kondensator (15), fordamper (13) og væskebeholder (19), varmeveksler (18) som utveksler varme mellom sugegassen fra fordamperen og væsken fra kondensatoren mot væskebeholderen, og første kapillarstrupeorgan (17) mellom kondensator og varmeveksler og andre kapillarstrupeorgan (20) mellom væskebeholder (19) og fordamper (13), **kjennetegnet ved** at det andre kapillarstrupeorganet består av en varmeveksler som nedkjøler kjølemiddelet som går inn i det andre kapillarstrupeorganet (20), hvorved
- 10 varmeveksling skjer mellom kjølemiddelet som går inn i kapillarrøret og kjølemiddelet som går ut av kapillarrøret, og varmeveksleren (18) som utveksler varme mellom sugegassen fra fordamperen mot kompressoren og væsken fra kondensatoren mot væskebeholderen, hvorved varmeveksleren får stor varmekapasitet.
- 15 Krav 2. Et lukket kjølekretsløp som beskrevet i krav 1, **kjennetegnet ved** at det andre kapillarstrupeorganet er konstruert som en selvkjølende dyse bestående av en ytre kappe (3), et indre rør (1) og et kapillarrør (2) viklet rundt det indre røret (1), med inngang koblet til det indre rørets utgang og utgang koblet til den ytre kappens bunn, hvorved kjølemiddelet som går inn i kapillarrøret, nedkjøles av kjølevæsken som går ut av
- 20 kapillarrøret.
- Krav 3. Et lukket kjølekretsløp som beskrevet i krav 1, **kjennetegnet ved** at varmeveksleren (18) er i termisk kontakt med en vannbeholder, som bidrar til varmevekslerens (18) varmekapasitet.

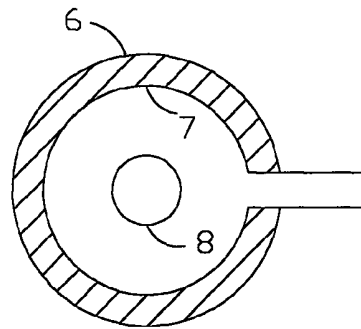
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

