



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8200922**

Nederland

⑲ NL

⑤4 **Warmtepomp.**

⑤1 Int.Cl.³: F25B 29/00, F25B 47/00.

⑦1 Aanvrager: Nederlandse Centrale Organisatie voor
Toegepast-Natuurwetenschappelijk Onderzoek te 's-Gravenhage.

⑦4 Gem.: Ir. G.F. van der Beek c.s.
NEDERLANDSCH OCTROOIBUREAU
Joh. de Wittlaan 15
2517 JR 's-Gravenhage.

②1 Aanvraag Nr. 8200922.

②2 Ingediend 5 maart 1982.

③2 --

③3 --

③1 --

⑥2 --

④3 Ter inzage gelegd 3 oktober 1983.

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

Warmtepomp.

De uitvinding heeft betrekking op een warmtepomp van het compressie- of absorptietype, bestaande uit een gesloten kringloop van een warmtetransportmedium met de gebruikelijke inrichtingen zoals een condensor voor het afgeven
5 van warmte op een hoger temperatuurniveau, een verdamper voor het opnemen van de warmte uit de omgeving op een lager temperatuurniveau en middelen voor het doen circuleren van het transportmedium, waarbij de verdamper op een temperatuurniveau werkt onder 0°C en water, in het bijzonder tussen 0°C en 10°C als warmtebron dienst doet, zoals grond-,
10 oppervlakte-, brak- of zeewater, zodat ijsvorming op de verdamper optreedt.

Een warmtepomp van het bovenbeschreven type, welke als warmtebron de stollingswarmte van water gebruikt, is bekend.
15 In de eerste plaats kan daartoe gerekend worden de uitvoeringsvorm waarbij de verdamper ondergedompeld is in het water dat de warmtebron vormt. Gedurende bedrijf wordt daarbij een massieve ijslaag opgebouwd op de verdamper, in de vorm van plaatijs of blokijs. Hoewel het ijs op zich nog
20 een redelijke warmtegeleiding geeft, wordt hierbij slechts van de stollingswarmte van het water gebruik gemaakt. Naarmate de dikte van de ijslaag toeneemt, zal de warmtedoorgangsweerstand toenemen en de warmte-opnamecapaciteit van de verdamper dus afnemen. Het zal dan noodzakelijk zijn om
25 het ijs te verwijderen, hetgeen bijvoorbeeld kan plaatsvinden door middel van een mechanische schraapinrichting of door het tijdelijk omkeren van de warmtepompcyclus om door smelten het ijs van het koelend oppervlak te lossen. Ook is bijvoorbeeld een maalinrichting nodig indien de grootte van
30 de ijsbrokken moet worden gereduceerd om een door een pijpleiding goed transporteerbare ijs-water suspensie te verkrijgen. De totale warmtepompinstallatie is hierdoor gecompliceerd en kostbaar, vraagt veel onderhoud en werkt veelal niet continu. De schraap- en maalinrichtingen vragen bovendien
35 om stevige constructies en verbruiken energie.

Op zich is het een voordeel om zo mogelijk de stollingswarmte van water te benutten, onder andere omdat daardoor het verbruik aan water gering kan zijn voor een gegeven

warmtepompcapaciteit. Immers bij gebruikmaking van de voelbare warmte van water kan er per kg water en per °C temperatuurdaling 4.18 kJ aan onttrokken worden. Gebruikmaking van de stollingswarmte van water tot ijs levert echter

5 334 kJ voor de vorming van 1 kg ijs.

Voordelen van het gebruik van water ten opzichte van andere warmtebronnen, zoals bijvoorbeeld de buitenlucht, betreffen onder andere een aanzienlijke vermindering van ruimtebeslag, geluids- en koudeluchtverlast ter plaatse
10 van de warmtepompstelling.

De uitvinding beoogt nu de nadelen verbonden aan de ijsvorming zoveel mogelijk te reduceren en een verdamper voor een warmtepomp te verschaffen welke geen mechanische ijsschraper nodig heeft, géén omkering van de warmtepomp-
15 cyclus vergt, en bij voorkeur zonder maalinrichting een verpompbare ijs-water suspensie levert. Daarbij blijft het verbruik aan water als warmtebron gering, net zoals het geval was bij de bekende verdampers met plaatijs- of blokijsvorming.

20 Volgens de uitvinding wordt de in de aanhef omschreven warmtepomp daardoor gekenmerkt, dat de verdamper in een vacuümvat is geplaatst,

dat in het vacuümvat het warmtebronwater toevoerbaar is, en dat de verdamper geen direct contact met massief water
25 heeft,

dat een vacuumpomp aangesloten is op het vat, dat het vat ingericht is voor een onderdruk kleiner dan 0,006 ata (triplepunt van water bij een temperatuur van 0°C),

30 dat ten minste één pomp voor de afvoer uit het vat van een water-ijskristalsuspensie is aangebracht, en dat een menger of dergelijke in het vat is aangebracht, die de water-ijs-suspensie in voortdurende beweging houdt en de verdamping bevordert.

35 Bij de verdamper volgens de uitvinding wordt niet alleen van de stollingswarmte van water tot ijs op de verdamper gebruik gemaakt, zoals boven reeds beschreven, doch tevens van de condensatiewarmte van waterdamp op de verdamper, alvorens de bevroering plaatsvindt. Aangezien het water
40 dat de warmtebron vormt bij een temperatuur tussen circa 0°C

8200922

en 10°C wordt toegevoerd, kan de voor deze wijze van warmte-transport benodigde sterke verdamping slechts plaatsvinden indien in het vat een diepe onderdruk in stand wordt gehouden, welke beneden het triplepunt van water ligt. Onder die
5 condities kan het water "koken" en een grote dampproductie hebben en tegelijkertijd ijskristallen in het water vormen, bij welke stolling de voor het verdampen noodzakelijke warmte wordt geleverd.

Ter toelichting diene het volgende getalvoorbeeld, waarbij ter vereenvoudiging de getallen en waarden enigszins zijn afgerond. Tevens is er van uitgegaan dat het water in het vat zich op 0°C bevindt en dat er geen voelbare warmte meer door het water wordt afgegeven.

Volgens het oudere systeem met plaatijs- of blokijsvorming op de verdamper, komen uit de stollingswarmte van
15 1 kg ijs 334 kJ vrij. Deze 1 kg ijs bevindt zich volledig op en om de verdamper.

Volgens de uitvinding echter wordt voor de afgifte van 334 kJ aan de verdamper welke zich boven het water bevindt, slechts 0,118 kg ijs, ten dele als rijp, op de verdamper afgezet. Tegelijkertijd ontstaat in het bad een hoeveelheid van 0,882 kg ijskristallen, zodat in totaal wederom 1 kg ijs is ontstaan om de 334 kJ aan de verdamper te leveren. Onder de gegeven vacuumcondities "kookt" het bad en daarbij
25 verdampt 0,118 kg water, waarvoor per kg 2500 kJ nodig zijn, zodat voor de verdamping 295 kJ onttrokken moeten worden aan het waterbad. Aangezien de stollingswarmte 334 kJ per kg oplevert, ontstaat er in het bad dus $295:334 = 0,882$ kg ijs. De waterdamp stroomt vanzelf naar de plaats waar hij
30 condenseert, namelijk naar de verdamper, alwaar 2500 kJ per kg damp ontstaat. De getransporteerde 0,118 kg damp levert de eerdergenoemde 295 kJ aan de verdamper bij zijn condensatie. Vervolgens bevriest de 0,118 kg condensaat tot ijs en levert daarbij nogmaals $0,118 \times 334 \text{ kJ} = 39 \text{ kJ}$, zodat in
35 totaal $295 + 39 = 334 \text{ kJ}$ aan de verdamper is overgedragen. De warmtebalans is aldus geheel gesloten.

Het wezenlijke verschil met de bekende verdamper met blokijs- of plaatijsvorming bestaat daaruit, dat hetzelfde aantal calorieën is overgedragen uit het water aan de verdamper, doch onder de vorming van slechts 0,118 kg ijs op
40

de verdamper in plaats van de 1 kg bij de bekende inrichtingen. De overige ijsvorming heeft in het bad plaatsgevonden en bedraagt 0,882 kg, zodat in totaal wederom $0,882 + 0,118 = 1$ kg ijs is gevormd. Het zal duidelijk zijn, dat, 5 wanneer de verdamping aan het oppervlak van het water van 0°C zou plaatsvinden, aldaar een dunne ijslaag gevormd zou worden, welke spoedig een einde zou maken aan het gewenste proces van warmteoverdracht door verdamping. Het is daarom noodzakelijk, dat het water intensief en voortdurend ver- 10 mengd wordt, of dat op bekende wijze het verdampingsoppervlak nog verder vergroot wordt door het water via schotels te laten afstromen of via fontein en te versproeien, doch in alle gevallen komt het water nimmer in directe aanraking met de verdamper. Het warmtetransport vindt uitsluitend 15 plaats via de dampfase. Het is bekend, dat bij een dergelijke intense vermenging van het water, de ijskristallen klein van afmetingen blijven, niet samenklonteren en dat een goed verpompbare water-ijskristalsuspensie ontstaat. Een suspensie met circa 30 vol.% ijskristallen blijkt nog 20 goed verpompbaar te zijn, zonder dat samenklontering plaats vindt. Gedurende warmtepompbedrijf kan afvoer van ijs-water-suspensie continu plaatsvinden evenals de corresponderende watertoevoer.

Eén van de grote voordelen volgens de uitvinding bestaat daaruit, dat bij regeneratie slechts 0,118 kg ijs van 25 de pijpen verwijderd hoeft te worden. Tegelijkertijd wordt een verpompbare water-ijskristalsuspensie gevormd, welke vervangen wordt door vers water tussen 0°C en 10°C om voor voortgezet bedrijf of voor de volgende cyclus als warmte- 30 bron te dienen. Opgemerkt zij, dat in het bovenstaande uitsluitend gesproken is over dat deel van het proces waarbij het water in het vat zich op 0°C bevindt, onder de gegeven vacuumcondities. Bij toevoer van water dat warmer is dan 0°C , zoals bijvoorbeeld grondwater van circa 10°C , zal 35 uiteraard allereerst door koken zonder ijsvorming de temperatuur van het water dalen van de toevoertemperatuur tot 0°C , doch de daarbij overgedragen warmtehoeveelheid is gering, omdat de voelbare warmte van het water slechts 4,18 kJ per kg en $^{\circ}\text{C}$ bedraagt, tegenover 334 kJ per kg bij het 40 stollen en 2500 kJ per kg bij verdamping of condensatie.

Is er na verloop van tijd een zodanig dikke ijslaag op de verdamper gevormd, dat de warmtedoorgang er teveel door wordt belemmerd, dan wordt op gebruikelijke wijze de warmtepomp tijdelijk gestopt en vangt de ontdooicyclus aan. Een
5 bekende wijze om dit te doen bestaat uit het tijdelijk "omgekeerd" laten werken van de warmtepomp, waardoor het ijs op de verdamper smelt. Bij een gunstig ontworpen verdamper, in het bijzonder van het pijptype, behoeft hiervoor slechts weinig warmte toegevoerd te worden, namelijk zoveel,
10 dat het ijs loslaat van de verdamperpijpen om vervolgens omlaag te vallen in het vat. Er behoeft derhalve slechts een breukdeel van het afgezette ijs daadwerkelijk gesmolten te worden. Gelijktijdig wordt de water-ijssuspensie uit het vat afgevoerd, nadat de omlaag gevallen ijsbrokken zo-
15 nodig vermalen zijn.

Volgens een voorkeursuitvoeringsvorm is het mogelijk om uitsluitend de ijssuspensie uit het vat te verwijderen en het vat te vullen met water van circa 25°C tot 35°C . Daarbij neemt de dampdruk in het vat toe tot circa 0,03 tot
20 0,05 ata en het ijs op de verdamper smelt door warmte-uitwisseling van de hierop condenserende waterdamp. Een omkering van de warmtepompwerking is hiervoor niet noodzakelijk. In een aantal gevallen zal de warmtepomp zelfs continu in werking kunnen blijven.

25 De opwarming van het water dat als warmtebron dient, van een temperatuur tussen 0°C en 10°C tot de bovengenoemde 25°C à 35°C , vindt volgens een voorkeursuitvoeringsvorm van de uitvinding plaats doordat in het transportmediumcircuit na de condensor een extra warmtewisselaar is geplaatst (bij
30 een compressiewarmtepompcircuit vóór de smoorinrichting), waarbij er voor de opslag van de door deze extra warmtewisselaar afgestane warmte een nevencircuit is met water of met hetzelfde medium dat als warmtebron dient, met een geïsoleerd opslagvat, een pomp en een verbinding met afsluiter
35 tussen dit circuit en het vacuumvat. Bij veel warmtepompinstallaties wordt de door het warmtepompcircuit verpompte warmte afgestaan aan een verwarmingscircuit dat de condensor met circa 35°C binnentreedt en deze verlaat bij circa 53°C . Het medium in het warmtepompcircuit koelt daarbij af
40 van circa 60°C tot circa 40°C en condenseert daarbij bij

circa 55°C , zijnde de condensatietemperatuur van een bekend koelmedium freon dat in het warmtepompcircuit gebruikt kan worden. De uit de condensor uittredende koelmediumstroom van 40°C bevat nog zoveel warmte op een bruikbaar temperatuurniveau, dat daarmee het als warmtebron dienende water met een temperatuur tussen 0°C en 10°C voorgewarmd kan worden voor de eerstvolgende nieuwe vulling van het vacuumvat. Het in dit nevenscircuit opgenomen geïsoleerde wateropslagvat kan aldus met water van circa 35°C gevuld worden.

10 Het in het onderste deel van het vat gevormde ijs is meer of minder zuiver, ook al wordt onzuiver water als warmtebron gebruikt. Verontreinigd grondwater, zoutwater en brakwater zijn alle toepasbaar, zolang de apparatuur voldoende corrosiebestendig is. Door uit de uit het vat afgevoerde water-ijssuspensie het ijs af te scheiden en eventueel te wassen, kan gezuiverd en ontzout water gewonnen worden. Ook kan op eenvoudige wijze het ijs in een seizoenopslag voor koeldoeleinden in bijvoorbeeld het warme seizoen gebruikt worden. Eveneens kan gedestilleerd water geproduceerd worden wanneer het van de verdamper afgesmolten ijs
15 afzonderlijk wordt opgevangen en afgevoerd.

Wellicht ten overvloede zij opgemerkt, dat bij het merendeel van de gebruikelijke warmtepompcycli het warmte-transportmedium de warmtepompcyclus zodanig doorloopt, dat
25 het koelmiddel als vloeistof van circa -3°C de verdamper binnentreedt en daarin verdampt, zodat de verdamper een inwendige wandtemperatuur van circa -3°C heeft. Dit is bijvoorbeeld het geval wanneer freon in het circuit gebruikt wordt. Opgemerkt zij verder, dat de beschreven installatie
30 aan aantrekkelijkheid wint, hoe groter de capaciteit is. Daarbij wordt gedacht aan een warmtepompinstallatie voor de warmteverzorging van bijvoorbeeld blokken woonhuizen met één of meerdere honderdtallen woningen of gehele wijken, of gebouwen met een vergelijkbare warmtebehoefte. Ook
35 lijkt toepassing in de glas-tuinbouw aantrekkelijk.

Omdat de warmteovergang in het vacuumvat met een achttmaal zo hoge warmtestroomdichtheid plaatsvindt als bij de bekende verdamper met plaat- of blokijsvorming, kan het vacuumvat bescheiden van afmetingen blijven, hetgeen juist

voor een vat met onderdruk aantrekkelijk is. De benodigde vacuumpomp kan klein zijn en vraagt weinig vermogen, omdat hij slechts dienst doet voor het afvoeren van in elke nieuwe watercharge opgeloste gassen. Het benodigde vacuum
5 is van een orde waarvoor normaal in de handel verkrijgbare vacuumpompen van eenvoudig type toepasbaar zijn.

Het zal voor de vakman duidelijk zijn, dat het ontwerp van de verdamper en zijn oppervlak in zodanige relatie staan tot de waterinhoud van het vat, dat tegelijkertijd
10 met het bereiken van de economisch bepaalde ijslaagdikte op de verdamper, een nog goed verpompbare water-ijssuspensie onder in het vat zal zijn ontstaan, bijvoorbeeld met de reeds eerder genoemde circa 30 vol.% ijs.

Ten slotte kan er nog op gewezen worden, dat, in tegen-
15 stelling tot bijvoorbeeld een warmtepomp met warmte-onttrekking aan de omgevingslucht, met milieuhinder door geluid en koude als nadeel, volgens de onderhavige uitvinding het gevormde ijs in veel gevallen een nuttig en waardevol bijprodukt vormt.

20 Aan de hand van de bijbehorende tekening als voorbeeld zal de uitvinding nader worden toegelicht.

In de figuur is met 1 het warmtepompcircuit en de warmtepomp schematisch aangeduid. Hoewel de uitvinding eveneens betrekking heeft op een warmtepomp van het absorptietype, is in de figuur en onderstaande beschrijving een
25 warmtepomp van het compressietype als voorbeeld beschreven. In de compressor 2 wordt het in circulatie zijnde warmte-transportmedium, zoals bijvoorbeeld freon, gecomprimeerd. De compressor wordt aangedreven door een schematisch weergegeven motor 3. Het freoncircuit is schematisch met a aan-
30 gedeut. De door de compressor 2 gecomprimeerde freondamp verlaat de compressor bij verhoogde druk en een temperatuur van ^{ten minste} circa 60°C. Bij de gegeven druk bedraagt de condensatietemperatuur van het freon circa 55°C. Het freoncircuit
35 doorloopt vervolgens de condensor 4, in welke de freondamp afkoelt tot zijn condensatietemperatuur van 55°C en verder warmte afstaat bij zijn condensatie. Alle afgegeven warmte wordt opgenomen in het verwarmingscircuit b, dat bijvoorbeeld het verwarmingscircuit van een woonwijk, een fabriek
40 of dergelijke kan zijn. In de condensor 4 treedt het medium

van het verwarmingscircuit b, zoals bijvoorbeeld water, binnen met een temperatuur van 35°C en verlaat bij 5 de condensor met de voorlooptemperatuur van 53°C . De warmte-toevoer aan het circuit b is de hoofdfunctie van de warmte-
5 pomp. Het in de condensor 4 gecondenseerde freon verlaat de condensor met een temperatuur van circa 40°C bij een druk welke slechts een weinig lager is dan de uittrededruk uit de compressor 2. De in het circuit vervolgens getekende warmtewisselaar 18 komt verderop ter sprake. In het freon-
10 circuit a is vervolgens de smoor- of expansieklep 6 geplaatst, waarin de druk verlaagd wordt en daarbij de temperatuur afneemt tot circa -3°C , dat wil zeggen tot een temperatuur welke in ieder geval onder het vriespunt van water ligt. Vervolgens stroomt de freonvloeistof in zijn circuit
15 a door een bundel verdamperbuizen 7, welke slechts schematisch zijn weergegeven. Deze verdamperpijpenbundel kan alle mogelijke in de praktijk bekende vormen aannemen, kan ook plaatvormig zijn uitgevoerd en behoeft niet horizontaal te verlopen. Door warmtetoevoer van buitenaf aan de verdamper
20 verdampt de freonvloeistof tot freondamp en handhaaft daarbij zijn temperatuur van -3°C . Over het algemeen is de installatie zodanig ontworpen, dat de vloeistof juist geheel verdampt is bij het verlaten van de verdamper, zodat de uittredetemperatuur van de freondamp ook ongeveer -3°C be-
25 draagt. Deze damp wordt vervolgens weer aan de zuigzijde van de compressor 2 toegevoerd, waarmee het circuit van het warmtepomptransportmedium gesloten is. Volgens de uitvinding is nu de verdamper 7 geplaatst in het bovenste deel van een vacuumvat 8. In dit vat wordt met behulp van een vacuumpomp
30 11 een zodanige druk gehandhaafd van minder dan 0,006 ata, dat water 9, dat zich in het onderste deel van het vat bevindt, in een toestand verkeert bij het triplepunt van water, althans wanneer het water een temperatuur van 0°C heeft. Omdat de verdamper een temperatuur van minder dan
35 0°C heeft, zal waterdamp op de verdamper condenseren en vervolgens bevriezen en daarbij eerst condensatiewarmte en vervolgens stollingswarmte aan de verdamper afgeven, welke de verdamping van de freonvloeistof binnen de verdamper veroorzaakt. Door het aanwezige water onder in het vat met
40 behulp van een schematisch weergegeven roerinrichting 12,

aangedreven door een motor 13, voortdurend in beweging te houden en bij voorkeur de verdamping nog verder te bevorderen door middel van niet-weergegeven fontein en dergelijke, zal enerzijds een intens "koken" van het water bij de
5 constante temperatuur van 0°C plaatsvinden, waarbij de ontstane waterdamp op de verdamper condenseert en vastvriest, terwijl anderzijds de voor het koken benodigde warmte aan het water van 0°C onttrokken wordt, zodat er ijskristallen in ontstaan. Dank zij de voortdurende vermenging ontstaat
10 er een toenemend aantal kleine, niet aan elkaar vastklonterende ijskristallen, zodat na enige tijd een water-ijssuspensie ontstaat, welke tot een gehalte van circa 30 vol.% ijs goed verpompbaar blijft. Dank zij het toegepaste warmte-transport uit het waterbad naar de verdamper 7 via de damp-
15 fase, zal circa 88% van het ontstane ijs zich in het bad bevinden en slechts circa 12% op de verdamper 7, ondanks het feit dat alle bij de ijsvorming vrijgekomen warmte is overgedragen aan het freon bij zijn verdamping in de verdamper 7. Via een afvoerleiding 14 kan de water-ijssuspensie
20 gemakkelijk afgevoerd worden en via niet verder weergegeven middelen zonodig verder behandeld worden. Daarbij kan het ijs afgezonderd worden en naar behoefte nuttig gebruikt worden, bijvoorbeeld in een seizoenopslag om de koelbehoefte in het warme jaargetijde te dekken. Verder kan het ge-
25 vormde ijs, eventueel na wassing, als zoetwaterbron dienen, vooral indien het aan het vacuumvat 8 gevoede water geen reinwater was, doch bijvoorbeeld zoutwater, brakwater of grondwater.

Het zal duidelijk zijn dat bij toenemende laagdikte
30 van het op de verdamper 7 afgezette ijs, de warmteoverdracht aldaar afneemt en dat dit ijs periodiek verwijderd moet worden. Dit kan op een bekende wijze plaatsvinden, waarbij de warmtepompcyclus tijdelijk omgekeerd werkzaam is en het buiten op de verdamper aanwezige ijs er van afgesmolten
35 wordt doordat een warme freonstroom door de verdamper wordt geleid. Deze bekende werkwijze kost uiteraard energie, doch bij gunstige vormgeving van het uitwendige verdamperoppervlak kan met slechts geringe warmtetoevoer het ijs losgesmolten worden van dit oppervlak, zodat het ijs als brokken
40 omlaag valt en in het bad terechtkomt. Als deze brokken

niet verwerkt zouden kunnen worden door de suspensiepomp in de afvoerleiding 14, dan dient een maalinrichting 15, aangedreven door een motor 16, de grotere brokken eerst te vermalen tot verpompbare afmetingen.

5 Als warmtebron voor de warmtepomp wordt water gebruikt van tussen 0°C en circa 10°C , dat oppervlaktewater, grondwater, zeewater, brakwater, enz. kan zijn. Schematisch is de waterbron met 10 aangeduid. Via een circuit c en een afsluiter 20 kan periodiek of ook continu water uit de warmte-
10 bron 10 naar het vat 8 gebracht worden. Bij continue toevoer zal ook continue afvoer van de water-ijssuspensie via de leiding 14 plaats moeten vinden.

Aangezien de verdamper 7 periodiek ontdooit moet worden, hetgeen door afsmelten plaatsvindt, kan het zinvol
15 zijn, onder de verdamper een, schematisch weergegeven, opvanggoot 22 aan te brengen voor het opvangen van dit smeltwater, aangezien het hier zuiver gedestilleerd water betreft. Dit kan via een leiding 23 afzonderlijk afgevoerd worden voor verder gebruik.

20 Een bijzondere, de voorkeur verdienende methode om het periodiek ontdooien van de verdamper 7 plaats te laten vinden, maakt gebruik van resterende afvalwarmte in het freon-
circuit a nadat dit de condensor 4 heeft verlaten met een temperatuur van circa 40°C . In een voor de expansieklep 6
25 aangebrachte warmtewisselaar 18 kan met de warmte uit het freoncircuit een afzonderlijk watercircuit d verwarmd worden tot circa 35°C . Dit opgewarmde water kan afkomstig zijn uit dezelfde bron 10 en wordt na verwarming opgeslagen in een geïsoleerde houder 19. Vandaar kan het periodiek via
30 een afsluiter 21 naar het vacuumvat 8 gebracht worden. Het verdient de voorkeur dit te doen bij afgesloten toevoerafsluiter 20 in het circuit c en volledig afgevoerde water-
ijssuspensie via de uitlaat 14. Het met 35°C in het vacuum-
vat 8 binnentredende water zal een zeer intense dampontwik-
35 keling geven, welke zo sterk is, dat zelfs bij in bedrijf blijvend freoncircuit a praktisch alle ijs van de verdamper 7 gesmolten kan worden in korte tijd. Slechts een zeer dunne ijslaag van een breukdeel van een mm kan op de verdamper 7 achterblijven, hetgeen geen bezwaar is, omdat de verdam-
40 per ontworpen is voor werking met een gemiddeld veel dikkere

ijslaag. Bij deze wijze van ontdooien vindt de warmtetoe-
voer via de damp op het ijs "van buitenaf" plaats, zodat
het ijs volledig als water verwijderd wordt. Na deze kort-
durende ontdooicyclus kan het bad 9 verder tot op het nor-
5 male niveau gevuld worden met water uit de bron 10. Geduren-
de de ontdooicyclus is het toegevoerde water van 35°C sterk
afgekoeld en heeft de vacuumpomp 11 wederom een druk in het
vat hersteld, noodzakelijk voor het bereiken van het triple-
punt bij 0°C . Gedurende de nu volgende werkingsperiode
10 wordt het vat 19 opnieuw gevuld met water van 35°C .

C O N C L U S I E S

1. Warmtepomp van het compressie- of absorptietype, bestaande uit een gesloten kringloop van een warmtetransportmedium met de gebruikelijke inrichtingen zoals een condensor voor het afgeven van warmte op een hoger temperatuurniveau, een verdamper voor het opnemen van de warmte uit de omgeving op een lager temperatuurniveau en middelen voor het doen circuleren van het transportmedium, waarbij de verdamper op een temperatuurniveau werkt onder 0°C en water, in het bijzonder tussen 0°C en 10°C als warmtebron dienst doet, zoals grond-, oppervlakte-, brak- of zeewater, zodat ijsvorming op de verdamper optreedt, m e t h e t k e n m e r k, dat de verdamper (7) in een vacuumvat (8) is geplaatst, dat in het vacuumvat (8) het warmtebronwater (10) toevoerbaar is en dat de verdamper (7) geen direct contact met massief water (9) heeft, dat een vacuumpomp (11) aangesloten is op het vat (8), dat het vat (8) ingericht is voor een onderdruk kleiner dan 0,006 ata (triplepunt van water bij een temperatuur bij 0°C), dat ten minste één pomp voor de afvoer uit het vat (8) van een water-ijskristalsuspensie (9, 14) is aangebracht, en dat een menger (12, 13) of dergelijke in het vat aangebracht is, die de water-ijssuspensie (9) in voortdurende beweging houdt en de verdamping bevordert.

2. Waterpomp volgens conclusie 1, m e t h e t k e n m e r k, dat in het warmtetransportmediumcircuit (a) na de condensor (4) een extra warmtewisselaar (18) is geplaatst (bij een compressiewarmtepompcircuit (a, 2) vóór de smoorinrichting (6)), dat er voor de opslag van de afgestane warmte door deze extra warmtewisselaar (18) een neven-circuit (d) is met water of met hetzelfde medium dat als warmtebron (10) dient, met een geïsoleerd opslagvat (19), een pomp en een verbinding met afsluiter (21) tussen dit circuit (d) en het vacuumvat (8).

3. Warmtepomp volgens één of meer van de voorgaande conclusies, m e t h e t k e n m e r k, dat de instal-

8200922

latie voorzien is van een geïsoleerde ruimte voor (seizoen)-opslag van het uit de suspensie (9, 14) afgezonderde ijs.

4. Warmtepomp volgens één of meer van de voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de installatie voorzien is van een scheidings- en eventueel een was-
5 inrichting, van het uit de afgevoerde suspensie (9, 14) afzonderbare ijs, ten behoeve van zoetwaterbereiding, en/of dat het afgesmolten ijs van de verdamper (7) afzonderlijk opgevangen (22) en afgevoerd wordt (destillaat) (23).

