



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

702 828 A2

(51) Int. Cl.: F25B 30/00 (2006.01)
F25D 21/06 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00335/11

(22) Anmeldedatum: 28.02.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.09.2011

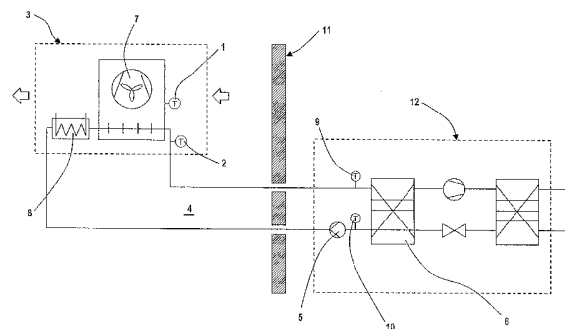
(30) Priorität: 04.03.2010 AT A344/2010

(71) Anmelder:
Vaillant GmbH, Riedstrasse 12
8953 Dietikon (CH)

(72) Erfinder:
Hermann-Josef Bahlmann, 50825 Köln (DE)
Markus Hiegemann, 44791 Bochum (DE)
Martin Lebernegg, 42855 Remscheid (DE)
Ralf Prescha, 42929 Wermelskirchen (DE)
Udo Raeck, 50259 Pulheim (DE)
Christian Schäfer, 42897 Remscheid (DE)
Andreas Veiser, 40627 Düsseldorf (DE)

(54) Verfahren zum Abtauen eines Luft-Sole-Wärmetauschers einer Wärmepumpe mit einem Solekreislauf.

(57) Bei einem Verfahren zum Abtauen eines Luft-Sole-Wärmetauschers (3) einer Wärmepumpe mit einem Solekreislauf (4), in dem sich eine Umwälzpumpe (5) befindet, wobei der Solekreislauf (4) mit dem Verdampfer (6) der Wärmepumpe verbunden ist, einer Erfassung der Umgebungslufttemperatur T_U mittels eines ersten Temperatursensors (1) und einer Erfassung der Temperatur der Sole $T_{S,W}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers (3) mittels eines zweiten Temperatursensors (2), wobei der Luft-Sole-Wärmetauscher (3) über ein Gebläse (7) zur Förderung von Umgebungsluft durch den Luft-Sole-Wärmetauscher (3) verfügt, wird beim Betrieb der Umwälzpumpe (5), frühestens jedoch nach einer vorbestimmten Zeit $t_{\min}$ nach dem Start der Umwälzpumpe (5) die Temperaturdifferenz ΔT zwischen der Umgebungslufttemperatur T_U und der Temperatur der Sole $T_{S,W}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers (3) erfasst und in dem Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT einen vorbestimmten Betrag $\Delta T_{\max}$ übersteigt, ein Abtauvorgang eingeleitet.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Abtauen eines Luft-Sole-Wärmetauschers einer Wärmepumpe mit einem Solekreislauf.

[0002] Mittels Luft-Sole-Wärmetauschern kann Wärmepumpen Umweltwärme selbst von sehr niedrigem Temperaturniveau zur Verfügung gestellt werden. Bei Kompressionswärmepumpen wird das Kältemittel im Wärmepumpenkreislauf auf Temperaturen bis kleiner $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ abgekühlt. Somit kann selbst bei einer Aussentemperatur von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ der Umwelt Wärme entzogen und im Verdampfer auf den Wärmepumpenkreislauf übertragen werden.

[0003] Hierbei kann es jedoch zur Verreifung beziehungsweise Vereisung des Luft-Sole-Wärmetauschers kommen, insbesondere dann, wenn warme, feuchte Luft am kalten Luft-Sole-Wärmetauscher abgekühlt wird. Diese Vereisung erhöht den Strömungswiderstand und verringert somit den Luftvolumenstrom und verschlechtert hierdurch den Wärmeübergang im Wärmetauscher, so dass bei übermässiger Vereisung der Luft-Sole-Wärmetauscher enteist werden muss. Dies sollte vorzugsweise selbsttätig geschehen.

[0004] Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum effektiven Abtauen eines Luft-Sole-Wärmetauschers zu generieren, das die Notwendigkeit des Enteizens erkennt und entsprechende Massnahmen einleitet.

[0005] Erfindungsgemäss wird dies durch ein Verfahren mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs gelöst. Dem entsprechend werden bei einer Wärmepumpe mit einem Solekreislauf, in dem sich ein Luft-Sole-Wärmetauscher und eine Umwälzpumpe befinden, die Umgebungstemperatur der Luft und die Temperatur der Sole stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers erfasst. Überschreitet die Temperaturdifferenz dieser beiden Medien im Betrieb eine bestimmte Differenz, so ist dies ein sicheres Indiz für einen vereisten Luft-Sole-Wärmetauscher, so dass ein Abtau- beziehungsweise Enteisierungsvorgang eingeleitet wird.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich gemäss den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

[0007] Wird während des Abtauvorgangs der Wärmepumpenprozess ausgeschaltet, so wird dem Solekreislauf keine Wärme entzogen, so dass er sich leichter aufheizen kann.

[0008] Durch das Fördern von Luft mittels Gebläse durch den Luft-Sole-Wärmetauscher und der Sole mittels Umwälzpumpe wird der Solekreislauf auf Umgebungstemperatur erwärmt. Reicht dies für die Abtauung nicht aus, so kann ein vorzugsweise elektrisches Heizelement im Solekreislauf zugeschaltet werden. Dies kann stufenweise (zuerst nur das Gebläse, dann Gebläse plus Heizelement) geschehen. Das Einschalten des Heizelements kann dabei nach einer vorbestimmten Zeit nach Beginn des Abtauvorgangs oder beim Erreichen einer bestimmten Temperaturdifferenz, die kleiner als erstgenannte Temperaturdifferenz ist, erfolgen.

[0009] Der Abtauvorgang wird beendet, sobald die Temperatur der Sole stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers einen vorgegebenen Wert oder eine errechnete Temperatur, die um eine bestimmte Differenz über der Temperatur zu Beginn des Abtauvorgangs liegt, übersteigt. Alternativ wird der Abtauvorgang beendet, sobald der Temperaturgradient signifikant ansteigt.

[0010] Die Erfindung wird nun anhand der Figuren erläutert. Hierbei zeigen

Fig. 1 eine Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens und

Fig. 2 den Temperaturverlauf beim erfindungsgemässen Verfahren.

[0011] Fig. 1 zeigt einen Solekreislauf 4 einer Wärmepumpe 12 mit einem Luft-Sole-Wärmetauscher 3, der über ein Gebläse 7 zur Förderung von Umgebungsluft durch den Luft-Sole-Wärmetauscher 3 verfügt. In dem Solekreislauf 4 befindet sich ferner eine Umwälzpumpe 5. Der Solekreislauf 4 ist über einen Verdampfer 6 mit der Wärmepumpe 12 verbunden. Ein erster Temperatursensors 1 zur Erfassung der Umgebungslufttemperatur T_U ist auf der Lufteintrittsseite des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 angeordnet. Ein zweiter Temperatursensors 2 ist im Solekreislauf 4 zur Erfassung der Temperatur der Sole $T_{s,w}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 positioniert. Ein Heizelement 8 ist unmittelbar stromauf des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 im Solekreislauf 4 angeordnet.

[0012] Die Wärmepumpe 12 ist in diesem Fall in einem Haus aufgestellt. Durch die Hauswand 11 hindurch führt der Solekreislauf 4 zum Luft-Sole-Wärmetauscher 3. Im Solekreislauf 4 sind ferner stromab und stromauf des Verdampfers 6 jeweils ein dritter und ein vierter Temperatursensor 9, 10 angeordnet.

[0013] Beim Betrieb der Wärmepumpe 12 ist unter anderem die Umwälzpumpe 5 in Betrieb. Es wird zumindest temporär die Umgebungslufttemperatur T_U im Ansaugbereich und die Temperatur der Sole $T_{s,w}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 erfasst. Ist der Luft-Sole-Wärmetauscher 3 nicht vereist, so kann die Sole Wärme aus der Umgebung aufnehmen. Im Idealfall würde die Sole die Umgebungstemperatur annehmen; bedingt durch die endliche Wärmetauscherfläche bleibt die Sole jedoch stets etwas kälter. Kommt es zu einer Vereisung des Luft-Sole-Wärmetauschers 3, so nimmt die Temperaturdifferenz ΔT zwischen der Umgebungslufttemperatur T_U und die Temperatur der Sole $T_{s,w}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 zu. Je vereister der Luft-Sole-Wärmetauscher 3 ist, desto grösser wird die Temperaturdifferenz ΔT .

[0014] Beim Stillstand der Umwälzpumpe 5 kann es zu grossen Temperaturdifferenzen ΔT kommen. Daher muss die Umwälzpumpe 5 für das erfindungsgemässe Verfahren für eine vorbestimmte Zeit $t_{\min}$, die einen stattgefundenen Temperaturausgleich zwischen der Umgebungsluft und der Sole am zweiten Temperatursensors 2 gewährleistet, eingeschaltet sein. Die Temperaturdifferenz ΔT zwischen der Umgebungslufttemperatur T_U und die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 wird dann erfasst. Übersteigt die Temperaturdifferenz ΔT einen vorbestimmten Betrag $\Delta T_{\max}$ von beispielsweise 7 K, so muss davon ausgegangen werden, dass der Luft-Sole-Wärmetauscher 3 nicht nur geringfügig vereist ist und ein Abtauvorgang notwendig ist.

[0015] Beim Abtauvorgang wird der Wärmepumpenprozess entweder ausgeschaltet oder auf niedriger Modulation betrieben, so dass über den Verdampfer 6 dem Solekreislauf 4 keine beziehungsweise kaum Wärme entzogen wird. Die Umwälzpumpe 5 bleibt eingeschaltet. Das Gebläse 7 fördert Umgebungsluft durch den Luft-Sole-Wärmetauscher 3, so dass Wärme aus der Umgebung auf den Luft-Sole-Wärmetauscher 3 übertragen wird.

[0016] Ein Abtauen beziehungsweise Enteisen kann durch zwei Effekte erreicht werden: Die Zufuhr von Schmelzwärme und die Abgabe von Feuchte des Eises an die Umgebungsluft. Für letztgenannten Effekt ist es notwendig, dass die Umgebungsluft nicht gesättigt ist. Da das Sättigungsvermögen von Luft temperaturabhängig ist, wird letztendlich eine bestimmte Mindesttemperatur der Umgebungsluft benötigt.

[0017] Das Enteisen mittels Zufuhr von Schmelzwärme setzt voraus, dass das wärmenden Medium eine Temperatur oberhalb der Schmelztemperatur von Eis (0 °C) besitzt.

[0018] Hieraus folgt, dass in dem Fall, in dem die Umgebungstemperatur T_U oberhalb eines vorgegebenen Wertes $T_{U,\min}$, beispielsweise 5 °C, liegt, das Enteisen nur mittels Betrieb des Gebläses 7 und der Umwälzpumpe 5 erfolgen kann.

[0019] Unterschreitet die mittels des ersten Temperatursensors 1 erfasste Umgebungslufttemperatur T_U diesen vorgegebenen Wert $T_{U,\min}$, so wird das Heizelement 8, das stromauf des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 im Solekreislauf 4 angeordnet ist, zeitversetzt oder unmittelbar eingeschaltet.

[0020] Wird das Heizelement 8 mit konstanter Leistung betrieben, so kann die Temperatur stromab des Heizelements 8 durch die Variation des Volumenstroms mittels einer drehzahlregelten Umwälzpumpe 5 eingestellt werden.

[0021] Solang sich Eis am Luft-Sole-Wärmetauscher 3 befindet, steigt die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ am zweiten Temperatursensor 2 im Solekreislauf 4 stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 nicht signifikant an.

[0022] Der Abtauvorgang wird beendet, sobald die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers 3 einen vorgegebenen Wert $T_{S,W,\max}$ oder eine Temperatur, die um eine bestimmte Differenz ΔT_S über der Temperatur zu Beginn des Abtauvorgangs liegt, übersteigt oder der Temperaturgradient dT_S/dt signifikant ansteigt. Letzteres ist beispielsweise dann der Fall, wenn während des Enteizens der Temperaturanstieg unter 0,1 K/min liegt und plötzlich der Temperaturanstieg auf einen Betrag grösser 1 K/min ansteigt.

[0023] Fig. 2 zeigt den Verlauf des Abtauens. Bis zum Zeitpunkt t_1 verlaufen die Umgebungslufttemperatur T_U sowie die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ am zweiten Temperatursensors 2 parallel. Ab dem Zeitpunkt t_1 sinkt die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ da der Luft-Sole-Wärmetauscher 3 vereist. Zum Zeitpunkt t_2 ist die Temperaturdifferenz $\Delta T_{\max}$ zwischen der Umgebungslufttemperatur T_U sowie die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ erreicht. Der Wärmepumpenkreislauf wird abgeschaltet, während die Umwälzpumpe 5 und das Gebläse 7 weiterlaufen. Die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ steigt durch die Aufnahme von Umgebungswärme und gleicht sich der Umgebungslufttemperatur T_U an. Nach einer vorbestimmten Zeit Δt nach Erreichen der Temperaturdifferenz $\Delta T_{\max}$ wird das Heizelement 8 zum Zeitpunkt t_3 eingeschaltet. Alternativ kann das Heizelement 8 eingeschaltet werden, wenn die Temperaturdifferenz ΔT zwischen der Umgebungslufttemperatur T_U sowie die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ eine vorgegebene Temperaturdifferenz $\Delta T_{\min}$, die kleiner als $\Delta T_{\max}$ ist, erreicht. So kann beispielsweise das Heizelement 8 eingeschaltet werden, sobald die Sole nur noch 1 bis 2 K kälter als die Umgebung ist. Nun wird die Sole auf eine Temperatur grösser der Umgebungstemperatur T_U erhitzt. Da die Wärme als Schmelzwärme an den Luft-Sole-Wärmetauscher 3 abgegeben wird, verharrt die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ nach einem kurzen Temperaturanstieg bei einer Temperatur knapp oberhalb der Schmelztemperatur. Diese Temperatur ergibt sich im Gleichgewicht dadurch, dass sich in einem Wärmetauscher stets ein Temperaturgefälle einstellt und der Luft-Sole-Wärmetauscher 3 durch den Schmelzprozess selbst bei 0°C verbleibt. Erst wenn das Eis geschmolzen ist, steigt die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ signifikant an. Anhand des gemessenen Anstiegs (Gradienten) der Temperatur der Sole $T_{S,W}$ oder anhand des Überschreitens einer Absoluttemperatur, beispielsweise 4 °C, wird die Eisfreiheit festgestellt, so dass der Abtauvorgang zum Zeitpunkt t_4 beendet wird.

[0024] Die Erfindung ist nicht nur auf Kompressionswärmepumpen beschränkt. So kann erfindungsgemäss beispielsweise auch ein Luft-Sole-Wärmetauscher einer Sorptionswärmepumpe enteist werden.

Bezugszeichenliste

[0025]

erster Temperatursensor	1
zweiter Temperatursensor	2

Luft-Sole-Wärmetauscher	3
Solekreislauf	4
Umwälzpumpe	5
Verdampfer	6
Gebläse	7
Heizelement	8
dritter und ein vierter Temperatursensor	9, 10
Hauswand	11
Wärmepumpe	12

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abtauen eines Luft-Sole-Wärmetauschers (3) einer Wärmepumpe mit einem Solekreislauf (4), in dem sich eine Umwälzpumpe (5) befindet, wobei der Solekreislauf (4) mit dem Verdampfer (6) der Wärmepumpe verbunden ist, einer Erfassung der Umgebungslufttemperatur T_U mittels eines ersten Temperatursensors (1) und einer Erfassung der Temperatur der Sole $T_{S,W}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers (3) mittels eines zweiten Temperatursensors (2), wobei der Luft-Sole-Wärmetauscher (3) über ein Gebläse (7) zur Förderung von Umgebungsluft durch den Luft-Sole-Wärmetauscher (3) verfügt, dadurch gekennzeichnet, dass beim Betrieb der Umwälzpumpe (5), frühestens jedoch nach einer vorbestimmten Zeit $t_{\min}$ nach dem Start der Umwälzpumpe (5) die Temperaturdifferenz ΔT zwischen der Umgebungslufttemperatur T_U und der Temperatur der Sole $T_{S,W}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers (3) erfasst wird und in den Fall, in dem die Temperaturdifferenz ΔT einen vorbestimmten Betrag $\Delta T_{\max}$ übersteigt, ein Abtauvorgang eingeleitet wird.
2. Verfahren zum Abtauen eines Luft-Sole-Wärmetauschers (3) einer Wärmepumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beim Abtauvorgang der Wärmepumpenprozess ausgeschaltet wird, während das Gebläse (7) Luft fördert.
3. Verfahren zum Abtauen eines Luft-Sole-Wärmetauschers (3) einer Wärmepumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Fall, in dem die Umgebungstemperatur $T_{U,\min}$ einen vorgegebenen Wert unterschreitet, ein Heizelement (8), das stromauf des Luft-Sole-Wärmetauschers (3) im Solekreislauf (4) angeordnet ist, eingeschaltet wird, wobei das Einschalten des Heizelements (8) vorzugsweise erst nach einer vorbestimmten Zeit Δt nach Erreichen der Temperaturdifferenz $\Delta T_{\max}$ oder beim Erreichen einer Temperaturdifferenz $\Delta T_{\min}$, die kleiner als $\Delta T_{\max}$ ist, erfolgt.
4. Verfahren zum Abtauen eines Luft-Sole-Wärmetauschers (3) einer Wärmepumpe nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abtauvorgang beendet wird, sobald die Temperatur der Sole $T_{S,W}$ stromab des Luft-Sole-Wärmetauschers (3) einen vorgegebenen Wert $T_{S,W,\max}$ oder eine Temperatur, die um eine bestimmte Differenz ΔT_S über der Temperatur zu Beginn des Abtauvorgangs liegt, übersteigt oder der Gradient der Temperatur der Sole $T_{S,W}$ signifikant zunimmt.

Fig. 1

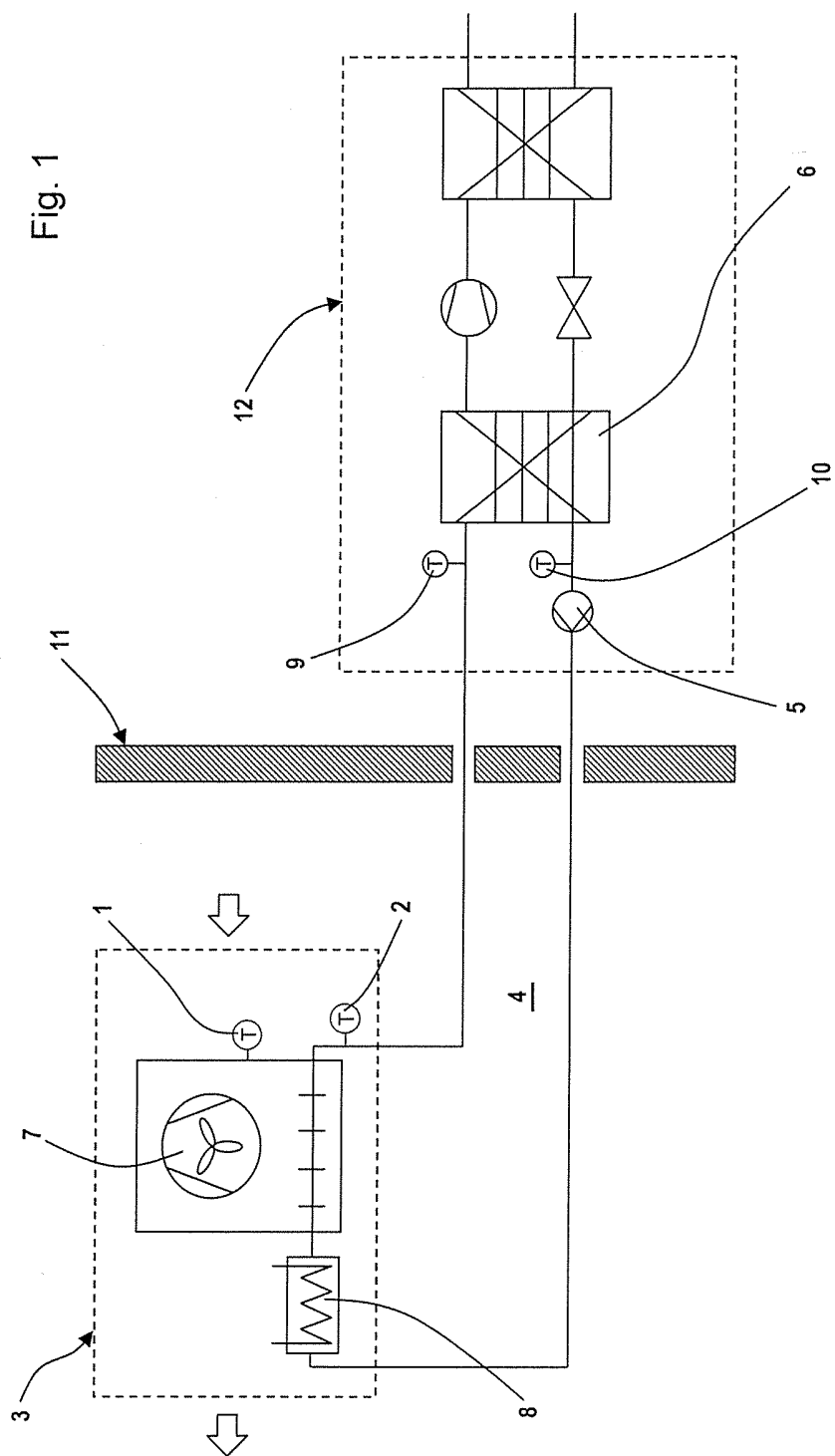


Fig. 2

