

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 148 302 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
14.06.2006 Patentblatt 2006/24

(51) Int Cl.:
F24D 19/10 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **01890113.2**

(22) Anmeldetag: **12.04.2001**

(54) Verfahren zum Regeln der Entnahmetemperatur von Brauchwasser

Method for regulating the tapping temperature of sanitary water

Procédé de réglage de la température de la prélèvement de l'eau sanitaire

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(30) Priorität: **19.04.2000 AT 6932000**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.10.2001 Patentblatt 2001/43

(73) Patentinhaber: **Technische Alternative
elektronische
Steuerungsgerätegesellschaft m.b.H.
3872 Amaliendorf (AT)**

(72) Erfinder: **Fichtenbauer, Kurt
3872 Amaliendorf (AT)**

(74) Vertreter: **Hübscher, Helmut et al
Patentanwaltskanzlei Hübscher
Postfach 411
4010 Linz (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 621 450 EP-A- 0 886 110
DE-A- 4 028 490 GB-A- 2 293 438
US-A- 4 698 574 US-A- 5 607 008

EP 1 148 302 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Regeln der Entnahmetemperatur von sekundärseitig in einem Wärmetauscher erwärmtem Brauchwasser, welcher Wärmetauscher primärseitig in einem über eine Wärmequelle, insbesondere einen Pufferspeicher, führenden, mit einer in ihrer Drehzahl steuerbaren Umwälzpumpe ausgestatteten Heizkreis eingebunden ist, nach dem ein PID-Regler den Pumpenantrieb in Abhängigkeit vom Vergleich der gemessenen sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers als Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert ansteuert.

[0002] Zur Brauchwarmwassererzeugung ist es bekannt, das Brauchwasser sekundärseitig über einen Wärmetauscher im Durchlauferhitzerprinzip zu erwärmen, welcher Wärmetauscher durch einen Primärkreis mit Umwälzpumpe und Wärmequelle, beispielsweise einem mit heißem Heizungswasser befüllten Pufferspeicher, wärmebeaufschlagt wird, wobei der Energieeintrag in den Wärmetauscher von der primärseitigen Durchflußmenge und damit von der Drehzahl der Umwälzpumpe abhängt. Zur Regelung bzw. Konstanthaltung der Brauchwassertemperatur wird die Brauchwasseraustrittstemperatur am Wärmetauscher als Istwert gemessen und über einen PID-Regler (Proportional-Integral-Differentialregler) mit dem gewünschten Sollwert verglichen und dementsprechend die Umwälzpumpe in ihrer Drehzahl gesteuert. Da die Regler eine bestimmte Dynamik besitzen und demnach die Pumpendrehzahl nur in einem begrenzten Bereich ordnungsgemäß variieren können, wobei vor allem im unteren Drehzahlbereich eine empfindliche Überreaktion bei der Regelung zustande käme, ist bisher die Pumpenantriebssteuerung durchgehend von Null bis zur Nenndrehzahl nicht möglich. Es ist notwendig, einen sekundärseitigen Durchfluß, also eine Warmwasserentnahme zu erkennen, wozu Strömungsschalter, Differenzdruckmesser, Wasseruhren u. dgl. dienen, und die Umwälzpumpe im Primärkreis abzuschalten, so lange es keinen sekundärseitigen Durchfluß gibt und erst dann einzuschalten, wenn ein solcher Durchfluß auftritt, also Brauchwasser entnommen wird. Ist die Umwälzpumpe eingeschaltet, erfolgt dann die Regelung des Pumpenantriebes in einem Drehzahlbereich von ca. 30 bis 100 % der Nenndrehzahl, um den Energieeintrag in den Wärmetauscher zur Brauchwarmwassererzeugung zu beeinflussen. Dieses Verfahren bringt allerdings nur eine geringe Regelgenauigkeit mit sich, reagiert langsam auf sekundärseitige Durchflußmengenänderungen und führt zu einem hohen Rücklauf in den Pufferspeicher mit der Gefahr von Durchmischungen innerhalb des Speichers. Zur Erklärung wird bemerkt, daß große Volumenstromänderungen, wie sie bei einer Erhöhung der Drehzahl aus dem Abschaltzustand auf mindestens 30 % der Nenndrehzahl auftreten, wegen der thermischen Trägheit der Komponenten eine Thermostatfunktion mit hoher Hysterese ergeben. Bei einem entsprechenden Einschalten der Pumpe aufgrund

der Wärmeverluste durch die Isolierung wird rasch ein hohes Temperaturniveau im Wärmetauscher erreicht. Es ergeben sich dadurch erhöhte Bereitschaftsverluste und es dauert einige Zeit bis das Energieniveau im Wärmetauscher unter die Solltemperatur gesunken ist, wonach wieder wegen der Systemträgheit eine "Temperaturlücke", also eine Wasserabgabe unter der Solltemperatur auftritt. Nach einer "Einseifpause" bei Handwasch- und Badeeinrichtungen kann andererseits wieder eine Über-
temperatur im abgegebenen Brauchwasser, die sogar mit einer Verbrühungsgefahr verbunden ist, auftreten. Dazu kommt noch der Aufwand für die Durchflußerkennung sowie die Störanfälligkeit der entsprechenden Einrichtungen und Geräte und deren Ansprechträgheit.

[0003] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs geschilderten Art anzugeben, das auf rationelle Weise ein funktionssicheres und feinfühliges Regeln der Entnahmetemperatur von Brauchwasser erlaubt.

[0004] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß der PID-Regler mit einer Reglerstufe für die Drehzahl Null ausgestattet und der Pumpenantrieb über den gesamten Drehzahlbereich nur in Abhängigkeit vom Ist-Sollwertvergleich angesteuert wird, wobei im Falle der Drehzahlstufe Null und eines erkennbaren Temperaturgradienten der Austrittstemperatur der I-Teil des PID-Reglers in seine Grundstellung zurückversetzt wird.

[0005] Ein elektronischer PID-Regler umfaßt drei Regelteile, den Proportionalteil zur Verstärkung der Differenz zwischen Ist- und Sollwert, den Integralteil zum Ausgleichen der durch den Proportionalteil bleibenden Regelabweichung und den Differentialteil zur Beeinflussung der Reaktion des Reglerausganges in Abhängigkeit von der Steilheit des Gradienten des Istwertes. Dadurch gleicht der Integralteil langfristig die vom Proportionalteil bleibenden Regelabweichungen aus und der Differentialteil führt bei einer raschen Änderung des Istwertes zu einer Überreaktion des Reglers, um die Regelwirkung zu beschleunigen. In der Praxis wird unter einem Heranregeln an die Drehzahlstufe Null auch eine Regelung bis z. B. 5 % der Nenndrehzahl verstanden.

[0006] Erfindungsgemäß wird auf die Erkennung eines sekundärseitigen Durchflusses im Wärmetauscher verzichtet und dafür beim Regler die Drehzahlstufe Null eingeführt, so daß aufgrund der immer gemessenen sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers ein ständiger Bereitschaftsaufwand zur Brauchwarmwasserabgabe besteht und zudem für eine Konstanthaltung der Austrittstemperatur gesorgt ist. Nach der Beendigung einer Warmwasserentnahme wird sekundärseitig die Austrittstemperatur am Wärmetauscher über den Sollwert steigen, wodurch der Regler die Pumpendrehzahl vermindert. Da aber ohne Brauchwasserentnahme eine Überhöhung des Istwertes bestehen bleibt, wird der Pumpenantrieb schließlich bis zur Drehzahlstufe Null angesteuert und die Umwälzpumpe stillgesetzt. Sinkt die Austrittstemperatur aufgrund von Wärmeverlusten, wird der Regler die Pumpendrehzahl entsprechend dem Ist-

Sollwertvergleich wieder erhöhen, bis die vorgegebene Temperatur erreicht ist, was neuerlich zu einer gewissen Überhöhung der Austrittstemperatur in Folge der endlichen Wärmeübertragungsgeschwindigkeit und der Trägheit der Temperaturmessung führt. Die Überhöhung der Austrittstemperatur, also des Istwertes, während des Bereitschaftszustandes erkennt ein PID-Regler als Regelabweichung, die den Integralteil voll ausnützt, so daß der Integralteil wegen der nicht möglichen Reduzierung der Drehzahl unter die Drehzahlstufe Null, seinen negativen Wert bis zum Maximum absenkt. Wird dann Brauchwasser entnommen, kommt es zwar rasch zu einem Absinken der Austrittstemperatur unter den Sollwert, aber da der Integralteil einen tiefen negativen Wert aufweist, würde trotz des hohen Differentialteils der Istwert dem Sollwert nur sehr langsam angeglichen werden. Um dies zu vermeiden, wird daher bei Auftreten eines entsprechenden Gradienten der Austrittstemperatur der Integralteil in seine Grundstellung zurückversetzt, wodurch die vom Regler zum Wiedererreichen des Normalzustandes benötigte Zeit wegfällt. Ein rasches Ausregeln ist daher bei Brauchwasserentnahme gewährleistet.

[0007] Erfindungsgemäß kann außerdem der Reglerausgang bei Überschreiten einer dem Sollwert gegenüber erhöhten Temperaturschwelle durch den Istwert abgeschaltet werden, wobei vorzugsweise die Temperatur etwa 1-3 °C über dem Sollwert liegt. Am Ende einer Warmwasserentnahme steigt der Istwert wegen des dann fehlenden Durchflusses nur langsam an, wodurch auch die Pumpendrehzahl nur langsam gegen Null geht und es im Heizkreis zu einem Rückpumpen heißen Speichermediums in den Pufferspeicher und damit zu einem Vermischen des unteren kalten Speichermediums mit dem heißen Speichermedium, also einer Entschichtung im Pufferspeicher käme. Dies wird durch das Abschalten des Reglerausganges und damit das Abschalten der Umwälzpumpe vermieden, wobei ein Unterschreiten der Temperaturschwelle durch den Istwert wieder zum Einschalten des Reglers bzw. der Pumpe führt.

[0008] Wird die primärseitige Eintrittstemperatur des Wärmetauschers durch einen im Heizkreis eingebundenen thermischen Mischer auf einen vorbestimmbaren Höchstwert begrenzt, kann das Regelverhalten in Folge der geringeren Regler- und Pumpendynamik verbessert werden. Außerdem läßt sich die Verkalkungsgefahr aufgrund der geringeren Temperaturen im Wärmetauscher verringern.

[0009] In der Zeichnung ist das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise anhand eines Anlagenschemas veranschaulicht.

[0010] Eine Brauchwarmwasseranlage 1 umfaßt einen Heizkreis 2 mit einem Pufferspeicher 3 und einer in ihrer Drehzahl steuerbaren Umwälzpumpe 4 sowie einen Brauchwasserkreis 5 mit einem Brauchwasserzulauf 6 und einem Brauchwasserablauf 7, wobei ein Wärmetauscher 8 primärseitig in den Heizkreis 2 und sekundärseitig in den Brauchwasserkreis 5 eingebunden ist und bedarfsweise Brauchwasser im Durchlauferhitzerprinzip

erwärmt. Zur Regelung der Entnahmetemperatur des Brauchwassers gibt es einen PID-Regler 9, der den Pumpenantrieb 10 in Abhängigkeit vom Vergleich der sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers 8 als Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert ansteuert. Ein Temperaturfühler 11 im Austrittsbereich des Brauchwasserablaufes aus dem Wärmetauscher 8 liest die entsprechenden Temperaturwerte in den Regler 9 ein. Der Pumpenantrieb 10 wird über den gesamten Drehzahlbereich von Drehzahlstufe Null bis zur Nenndrehzahl ohne Erkennung eines Durchflusses durch den Brauchwasserkreis 5 vom Regler 9 angesteuert, so daß sich sowohl ein Bereitschaftszustand im Wärmetauscher 8 ergibt als auch die Entnahmetemperatur des Brauchwassers in engen Grenzen konstant halten läßt, wobei zur Beseitigung der Reglerträgheit aufgrund der Sättigungsdrift des Integralteiles dieser Integralteil bei Drehzahlstufe Null und bei einem bestimmten Temperaturgradienten der Austrittstemperatur in die Grundstellung zurückversetzt wird.

[0011] Zur Verbesserung des Regelverhaltens und zur Vermeidung von Verkalkungen im Wärmetauscher 8 kann in den Heizkreis 2 ein thermischer Mischer 12 mit einer dem Pufferspeicher 3 überbrückenden Umgegangsleitung 13 eingebaut sein, so daß die primärseitige Eintrittstemperatur des Wärmetauschers 8 auf einen bestimmten Höchstwert begrenzt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regeln der Entnahmetemperatur von sekundärseitig in einem Wärmetauscher (8) erwärmtem Brauchwasser, welcher Wärmetauscher (8) primärseitig in einem über eine Wärmequelle (3), insbesondere einen Pufferspeicher, führenden, mit einer in ihrer Drehzahl steuerbaren Umwälzpumpe (4) ausgestatteten Heizkreis eingebunden ist, nach dem ein PID-Regler (9) den Pumpenantrieb (10) in Abhängigkeit vom Vergleich der gemessenen sekundärseitigen Austrittstemperatur des Wärmetauschers (8) als Istwert mit einem vorgegebenen Sollwert ansteuert, **dadurch gekennzeichnet, daß** der PID-Regler (9) mit einer Reglerstufe für die Drehzahl Null ausgestattet und der Pumpenantrieb (10) über den gesamten Drehzahlbereich nur in Abhängigkeit vom Ist-Sollwertvergleich angesteuert wird, wobei im Falle der Drehzahlstufe Null und eines erkennbaren Temperaturgradienten der Austrittstemperatur der I-Teil des PID-Reglers (9) in seine Grundstellung zurückversetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Reglerausgang bei Überschreiten einer dem Sollwert gegenüber erhöhten Temperaturschwelle durch den Istwert abgeschaltet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die primärseitige Eintrittstempe-

ratur des Wärmetauschers (3) durch einen im Heizkreis eingebundenen thermischen Mischer (12) auf einen vorbestimmbaren Höchstwert begrenzt wird.

Claims

1. Method for regulating the tapping temperature of sanitary water heated in the secondary side in a heat exchanger (8) which is incorporated into the primary side in a heating circuit leading via a heat source (3), particularly a buffer storage device, equipped with a circulation pump (4) which can be controlled in relation to speed, according to which a PID regulator (9) controls the pump drive (10) in dependence upon the comparison of the measured secondary-side outlet temperature of the heat exchanger (8) as an actual value with a predefined target value, **characterised in that** the PID regulator (9) is equipped with a regulating stage for zero speed and the pump drive (10) is controlled over the whole speed range only in dependence upon the actual / target value comparison wherein in the case of the zero speed stage and a detectable temperature gradient of the outlet temperature the I part of the PID regulator (9) is reset to its initial state.
2. Method according to claim 1, **characterised in that** the regulator outlet is shut off if the actual value exceeds a threshold which is increased in relation to the target value.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterised in that** the primary-side inlet temperature of the heat exchanger (3) is limited to a predefinable maximum value by a thermal mixer (12) incorporated into the heating circuit.

Revendications

1. Procédé de réglage de la température de prélèvement d'eau sanitaire, chauffée, côté secondaire, dans un échangeur de chaleur (8), ledit échangeur de chaleur (8) étant incorporé côté primaire dans un circuit de chauffage passant par une source de chaleur (3), en particulier un accumulateur tampon, avec une pompe de circulation (4) dont la vitesse de rotation peut être commandée, procédé selon lequel un régulateur PID (9) commande l'entraînement de pompe (10) en fonction de la comparaison de la température de sortie côté secondaire mesurée de l'échangeur (8), en tant que valeur réelle, à une valeur de consigne prédéterminée, **caractérisée en ce que** le régulateur PID (9) est équipé d'un étage de régulateur pour la vitesse de rotation zéro, et l'entraînement de pompe (10) est commandé sur l'ensemble de la plage des vitesses de rotation, unique-

ment en fonction d'une comparaison valeur réelle-valeur de consigne, sachant que, dans le cas d'un degré de vitesse de consigne zéro et d'un gradient de température identifié de la température de sortie, la partie 1 (intégrale) du régulateur PID (9) subit un rappel à sa position de base.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la sortie de régulateur est mise hors service, dans le cas où la valeur réelle dépasse un seuil de température augmenté par rapport à la vitesse de consigne.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la température d'entrée, côté primaire, de l'échangeur de chaleur (3) est limitée à une valeur maximale, susceptible d'être prédéterminée, au moyen d'un mélangeur thermique (12), incorporé dans le circuit de chauffage.

