



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑪ CH 684905 A5

⑤① Int. Cl.⁶: G 05 D 23/20
F 24 H 9/20

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑫① Gesuchsnummer: 2818/92

⑫② Anmeldungsdatum: 09.09.1992

⑫③ Priorität(en): 09.09.1991 AT 1786/91

⑫④ Patent erteilt: 31.01.1995

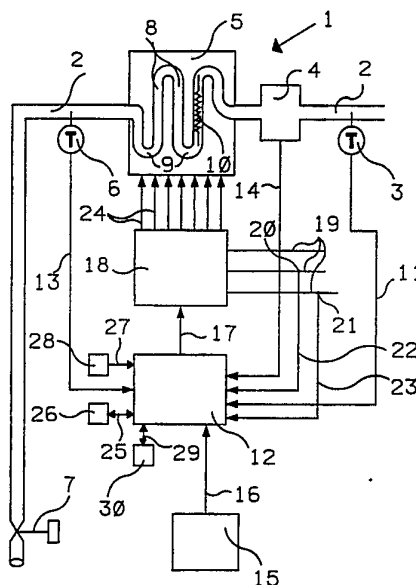
⑫⑤ Patentschrift
veröffentlicht: 31.01.1995

⑫⑦ Inhaber:
Vaillant GmbH, Dietikon

⑫⑦② Erfinder:
Taag, Jürgen, Remscheid (DE)

⑫④ **Verfahren zum Steuern der Auslauftemperatur und Vorrichtung zum Steuern der Auslauftemperatur.**

⑫⑦ Verfahren zum Steuern der Auslauftemperatur eines elektrisch beheizten Durchlauferhitzers, der in seinem Durchlaufkanal (2) einen Ultraschall-Durchsatzgeber (4) aufweist, der fehlerbehaftet ist. Um den Fehler des Durchsatzgebers (4) zu eliminieren, wird die Auslauftemperatur des erwärmten Wassers über einen Temperaturfühler (6) ermittelt und mit der an einem Soll-Wertgeber (15) vorgegebenen Auslauftemperatur verglichen. Die Differenz der beiden Temperaturwerte wird dem Messfehler des Durchsatzgebers zugeordnet, mit diesem Messfehler wird die dem Durchlauferhitzer (1) zugeführte Leistung über ein Leistungsstellglied (18) korrigiert, der Durchsatzfehler wird im einem Speicher (26) gespeichert und über ein Selbstadaptionsglied (30) ständig den Alterungsgegebenheiten angepasst.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Steuern der Auslauftemperatur eines vorzugsweise elektrisch beheizten Durchlauferhitzers mit einem mit wenigstens einem Heizkörper versehenen Durchlaufkanal, einem Temperaturfühler am Ein- und Auslass des Durchlaufkanals, einem Durchsatzgeber und einer Steuerung, die aus den Werten für Durchsatz, Ein- und Auslauftemperatur, momentane Heizleistung und vorgegebener Auslauftemperatur die notwendige Heizleistung ermittelt und den Heizkörpern zuführt.

Ein solches Steuerverfahren beziehungsweise eine mit den entsprechenden Mitteln arbeitende Vorrichtung ist bekannt.

Beim Stand der Technik wurde hierbei als Durchsatzgeber ein Flügelrad verwendet, das vom durchfließenden Wasser angetrieben wird und dessen Umdrehungen von einem Zähler gezählt werden und in einen Wasserdurchsatzwert überführt werden, mit dem die Steuerung beaufschlagt wird. Hierbei sind auf der Achse des Flügelrades Permanentmagneten angebracht, die über einen Hall-Generator eine entsprechende Impulsfolge erzeugen. Solche Durchsatzgeber neigen zu einer nicht vernachlässigbaren Fehlerrate, weil die Flügelradrehung dem Wasserdurchsatz nicht exakt genug folgt; weiterhin sind die Durchsatzgeber einer Alterung ausgesetzt, so dass der Durchsatzwert im Hinblick auf die Betriebsstundenzahl weiter zurückfällt. Der Fehler ist in aller Regel negativ, das heisst, es wird ein zu geringer Durchsatz angezeigt.

Werden Durchlauferhitzer zum Speisen einer Dusche verwendet, so spürt der Duschende sehr schnell Unregelmässigkeiten in der Auslauftemperatur. Wird als Heizkörper ein Wärmetauscher eines gasbeheizten Durchlauferhitzers eingesetzt, so zeigen sich Auslauf-Temperaturschwankungen aufgrund der thermischen Trägheit des Systems nicht ganz so schnell wie bei elektrisch beheizten Durchlauferhitzern, deren Heizkörper aus einer oder mehreren Blankdrahtwendeln bestehen.

Beiden Heizsystemen ist jedoch gemeinsam, dass ein Fehler des Durchsatzgebers zu einem quasi statischen Fehler der Auslauftemperatur führt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Steuerverfahren für die Auslauftemperatur eines Durchlauferhitzers anzugeben, mit dem der Fehler des Durchsatzgebers eliminiert werden kann und bei dem weiterhin dem Verwender des Gerätes möglichst schnell warmes Wasser der gewünschten Temperatur geliefert werden.

Zur Lösung der Aufgabe besteht die Erfindung einerseits bei einem Verfahren der eingangs näher bezeichneten Art in den Merkmalen der unabhängigen Verfahrensansprüche.

Alternativ besteht die Lösung der Aufgabe bei einer Einrichtung in den Merkmalen des unabhängigen Vorrichtungsanspruches.

Weitere Ausgestaltungen und besonders vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnungsfiguren hervor.

Der in der Figur dargestellte Durchlauferhitzer 1 weist einen Wasserkanal 2 auf, in den hintereinander ein Wassereinlauf-Temperaturfühler 3, ein Wasserdurchsatzgeber 4, ein Kanalkörper 5 und ein Wasserauslauf-Temperaturfühler 6 sowie ein Zapfventil 7 angeordnet sind. Der Kanalkörper 5 besteht aus einer Mehrzahl hydraulisch in Serie und/oder parallelliegender Einzelkanäle 8, die über Krümmer 9 miteinander verbunden sind. In einigen oder allen dieser Kanäle 8 liegen elektrische Heizkörper 10.

Statt eines Kanalkörpers 5 könnte auch ein Lamellenblock-Wärmetauscher eines gasbeheizten Durchlauferhitzers zur Anwendung kommen, dann bestehen die Heizkörper 10 aus den Aussenwandungen der Kanäle 8, die dann Lamellen tragen, an denen das von einem Brenner erwärmte Abgas des Durchlauferhitzers vorbeiströmt.

Der Wassereinlauf-Temperaturfühler 3 ist über eine Leitung 11 mit einer Steuerung 12 verbunden, an die auch der Wasserauslauf-Temperaturfühler 6 über eine entsprechende Leitung 13 angeschlossen ist. Der Wasserdurchsatzgeber 4 ist bevorzugt als Ultraschallgeber ausgebildet, kann aber auch ein Flügelrad mit Impulsausgang sein, er ist über eine Messleitung 14 mit der Steuerung 12 verbunden.

Auf die Steuerung 12 ist ein Soll-Wertgeber 15 für eine vorgebbare Wasserauslauftemperatur über eine Leitung 16 geschaltet. Die Steuerung 12 ist über eine Leitung 17 mit einem Leistungsstellglied 18 verbunden, das mit drei Netzphasen L1, L2, L3 über entsprechende Phasenleitungen 19 verbunden ist. Zwei der Phasenleitungen 19 werden über Spannungsmesser 20 beziehungsweise 21 abgefühlt, die über entsprechende Leitungen 22 und 23 mit der Steuerung 12 verbunden sind.

Vom Leistungssteller 18 können über eine Vielzahl von Schaltern, Gasventilen oder dergleichen, die summarisch mit 24 bezeichnet sind, die Heizkörper 10 mit der momentan benötigten Leistung beaufschlagt werden, sei es elektrisch über eine Schwingungspaketsteuerung oder über ein modulierendes Gasventil.

Der Steuerung 12 ist über eine Leitung 25 ein Speicher 26 für den Fehler des Durchsatzgebers 4 und über eine Leitung 27 ein Geber 28 für den Nennwert der Netzspannung zugeordnet. Bei einem gasbeheizten Durchlauferhitzer wäre der Geber 28 dem Heizwert des verwendeten Gases pro m³ verbrauchten Gases zugeordnet, während weiterhin bei einem gasbeheizten Durchlauferhitzer nicht die drei Phasenleitungen 19, sondern eine Gasuhr vorhanden wäre.

Wird der Durchlauferhitzer 1 durch Öffnen des Zapfventils 7 in Betrieb genommen, so resultiert ein

Wasserdurchsatz durch den Wasserkanal 2. Die Wassereinlaufftemperatur wird über den Einlaufftemperaturfühler 3 erfasst und über die Leitung 11 der Steuerung 12 mitgeteilt. Der Ultraschall-Durchsatzgeber 4 beginnt den Wasserdurchsatz zu messen und gibt ein entsprechendes Messergebnis über die Leitung 14 auf die Steuerung 12. Da der Benutzer an dem Soll-Wertgeber 15 eine bestimmte Wunsch-Auslaufftemperatur eingestellt hat, kann nunmehr vom Leistungsstellglied 18 die Beaufschlagung der Heizleistung auf den oder die Heizkörper 10 freigegeben werden. Das den Kanalkörper 5 durchsetzende Wasser wird erwärmt und wird dem Verbraucher zugeführt. Hierbei registriert der Wasserauslaufftemperaturfühler 6 eine Ist-Wasser-Auslaufftemperatur, die zunächst nicht der am Soll-Wertgeber 15 eingestellten Auslaufftemperatur entspricht, und zwar im wesentlichen aufgrund der Messfehler der Temperaturfühler 3 und 6, des Messfehlers des Wasserdurchsatzgebers 4 und der möglicherweise nicht der Nenn-Spannung entsprechenden Ist-Spannung an den drei Phasenleitungen 19. Da durch Vergleich des Spannungs-Ist-Wertes mit dem Spannungs-Soll-Wert die Spannungsschwankungen über die Steuerung 12 eliminiert werden können und da die Temperaturmessfehler der Fühler 3 und 6 als vernachlässigbar hinten angestellt werden können, setzt die Steuerung die verbleibende Abweichung zwischen eingestellter und Ist-Auslaufftemperatur dem Messfehler des Wasserdurchsatzgebers 4 gleich, in der entsprechenden Dimension l/min. Durch Umsetzen und einem Rechenvorgang in dem Mikroprozessor der Steuerung 12 ist es nun möglich, die momentane Heizleistung auf die Heizkörper 10 so anzupassen, dass der Fehler des Wasserdurchsatzgebers eliminiert wird. Der, wie eben beschrieben, ermittelte Erstfehler des Wasserdurchsatzgebers wird im Speicher 26 gespeichert. Da ein selbstadaptierendes Element 30 über die Leitung 29 mit der Steuerung verbunden ist, ist es möglich, den ermittelten Fehler des Wasserdurchsatzgebers 4 in bestimmten Zeiten nachzurechnen und den im Speicher 26 enthaltenen Wert durch den neu ermittelten Wert zu ersetzen. Hiermit können Alterungserscheinungen des Wasserdurchsatzgebers 4 eliminiert werden.

Für den Fall, dass es sich um einen elektrischen Durchlauferhitzer handelt, gilt für die Steuerung das Nachfolgende:

Zur Errechnung der für eine bestimmte Kombination von Mess- und Soll-Werten erforderlichen Leistung muss von folgender Gleichung ausgegangen werden:

$$(1) P_r = c \cdot \dot{V}_m \cdot (\vartheta_{AS} - \vartheta_E).$$

Hierin bedeuten P_r die erforderliche Leistung zur Erzielung einer vorgewählten Auslaufftemperatur, c die spezifische Wärme des Wassers oder des anderen in dem Durchlauferhitzer zu erheizenden Mediums, $\dot{V}_m$ der gemessene Durchsatz, ϑ_{AS} der Soll-Wert der Auslaufftemperatur des zu erheizenden Mediums und ϑ_E die Einlaufftemperatur des zu erheizenden Mediums.

Bei Zapfbeginn wird mit Hilfe der Steuerung 12 in die Gleichung 1 für $\dot{V}_m$ ein Anfangswert $\dot{V}_{m0}$ eingesetzt. Das kann ein Durchsatz Null sein oder ein Durchsatz, wie er vergleichsweise häufig vom Benutzer des Gerätes gewählt wird. Weiterhin ist es möglich, auch den Augenblicksmesswert des Durchsatzgebers 4 hier zu benutzen, selbst wenn dieser korrekturbedürftig ist. Mit diesem Wert $\dot{V}_{m0}$ und mit den übrigen Parametern wird nach Gleichung (1) eine Anfangsleistung P_{r0} errechnet, die ein entsprechendes Tastverhältnis der Schwingungspaketsteuerung einstellt und dem Wasser der Kanäle 8 über die Heizkörper 10 eine entsprechende Leistung zuführt.

Unter Berücksichtigung des tatsächlichen Wasserdurchsatzes $\dot{V}_i$, der Wassereinlaufftemperatur ϑ_E und der anliegenden Netzspannung U_i ergibt sich im Beharrungszustand die Ist-Auslaufftemperatur gemäss Gleichung (2)

$$(2) \quad \vartheta_{Ai} = \frac{U_i^2 \cdot R_N}{U_N^2 \cdot R_i} \cdot \frac{P_{r0}}{c \cdot \dot{V}_i} + \vartheta_E$$

Damit ist U_N der Nennwert der Versorgungsspannung und P_{r0} die für den Anfangszustand berechnete Leistung.

Die Abhängigkeit zwischen Wasserauslaufftemperatur und berechneter Leistung kann graphisch als Gerade dargestellt werden, deren Steigung durch das Verhältnis der Quadrate der Netzspannung und der Widerstände der Heizkörper dem Konstantanteil, bedingt durch die Einlaufftemperatur, festgelegt wird.

Gegenüber der Soll-Auslaufftemperatur ϑ_{AS} wird die sich ergebende Ist-Auslaufftemperatur ϑ_{Ai} durch den Fehler der Durchsatzerfassung gemäss Gleichung (3)

$$(3) \quad \Delta \dot{V} = \dot{V}_i - \dot{V}_m$$

abweichen. Diese Abweichung wird hier definiert zu Gleichung (4)

$$(4) \Delta \vartheta_A = \vartheta_{Ai} - \vartheta_{AS}$$

Unter Verwendung der Zusammenhänge aus den Gleichungen (1) und (2) kann diese Abweichung auch wie folgt gemäss Gleichung (5) errechnet werden:

$$(5) \Delta \dot{V}_A = \frac{U_i^2}{U_N^2} \cdot \frac{R_N}{R_i} (\dot{V}_{AS} - \dot{V}_E) \left(\frac{\dot{V}_m}{\dot{V}_i} - 1 \right)$$

wobei R_N der Nennwert des Heizwiderstandes und R_i der Ist-Wert des Heizwiderstandes bedeuten.

Um diese Abweichung möglichst weitgehend auszugleichen, sieht das erfindungsgemässe Verfahren vor, dass nach Abwarten des Beharrungszustandes in einem ersten Schritt die zuzuschaltende Leistung auf folgende Weise neu berechnet wird:

Aus der gemessenen Auslauftemperatur ϑ_{Ai} wird unter Verwendung der Gleichung (2)

$$(6) \dot{V}_i = \frac{U_i^2}{U_N^2} \cdot \frac{R_N}{R_i} \cdot \frac{P_{r0}}{c (\dot{V}_{Ai} - \dot{V}_E)}$$

der tatsächliche Durchfluss $\dot{V}_i$ und die zugehörige Abweichung $\Delta \dot{V}$ nach Gleichung (3) ermittelt.

Dieser Korrekturwert wird im Speicher 26 gespeichert und für die Errechnung der tatsächlich benötigten Leistung P_{ri} gemäss Gleichung 7 von der Steuerung 12 benutzt.

$$(7) P_{ri} = c \cdot (\dot{V}_m + \Delta \dot{V}) \cdot (\vartheta_{AS} - \vartheta_E)$$

In der Wirkung wird demgemäss der Anfangswert des Durchflusswertes um den Wert $\Delta \dot{V}$ korrigiert. Dieser Korrekturwert wird im Speicher 26 über die zweibahnige Leitung 25 gespeichert und abgerufen. Mit ihm wird so lange gerechnet, bis aufgrund einer festgestellten Abweichung zwischen Soll- und Ist-Wert der Auslauftemperatur eine erneute Korrektur notwendig wird, die über das Selbstadaptionsglied 30 und die gleichermassen zweibahnige Leitung 29 möglich ist. Die Überprüfung von Soll- und Ist-Wert der Auslauftemperatur ϑ_{Ai} wird immer nach dem Erreichen eines Beharrungszustandes durchgeführt, also immer nach Ablauf einer bestimmten Verzögerungszeit.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern der Auslauftemperatur eines insbesondere elektrisch beheizten Durchlauferhitzers mit einem mit wenigstens einem Heizkörper versehenen Durchlaufkanal, einem Temperaturfühler am Ein- und Auslass des Durchlaufkanals, einem Durchsatzgeber und einer Steuerung, die aus den Werten für Durchsatz, Ein- und Auslauftemperatur, momentaner Heizleistung und vorgegebener Auslauftemperatur die notwendige Heizleistung ermittelt und dem Heizkörper zuführt, bei dem ein Messfehler des Durchsatzgebers selbsttätig ermittelt sowie gespeichert wird und danach bei der Einstellung der momentanen Heizleistung berücksichtigt wird und anschliessend selbstadaptierend weiter gespeichert wird.

2. Vorrichtung zum Steuern der Auslauftemperatur eines beheizten Durchlauferhitzers gemäss dem Verfahren nach Anspruch 1 mit einem mit wenigstens einem Heizkörper versehenen Durchlaufkanal, einem Temperaturfühler am Ein- und Auslass des Durchlaufkanals, einem Durchsatzgeber und einer Steuerung, die aus den Werten für Durchsatz, Ein- und Auslauftemperatur, momentane Heizleistung und vorgegebener Auslauftemperatur die notwendige Heizleistung ermittelt und dem Heizkörper zuführt, und mit einem Speicher (26) für einen Messfehler des Durchsatzgebers (4) und mit einem Selbstadaptionsglied (30) für das stetige Anpassen des Messfehlers des Durchsatzgebers.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2 bei der der Steuerung bei einem elektrisch beheizten Durchlauferhitzer ein Leistungsstellglied (18) zugeordnet ist, das über drei Phasenleitungen (19) mit den Phasen L1, L2, L3 eines speisenden Drehstromnetzes verbunden ist und die Spannungsmesswertgeber (20 und 21) an wenigstens zwei Leitungen (19) angeordnet sind über Messleitungen (22, 23) mit der Steuerung (12) verbunden sind und einen Speicher (28) für den Nennwert der Netzspannung aufweist.

