



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 292 963 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1  
Patentgesetz der DDR  
vom 27. 10. 1983  
in Übereinstimmung mit den entsprechenden  
Festlegungen im Einigungsvortrag

5(51) F 28 F 19/00  
F 24 D 19/10  
G 05 B 1/06

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) DD F 28 F / 338 812 2 (22) 16.03.90 (44) 14.08.91

(71) siehe (73)  
(72) Ahlner, Michael, Dr. rer. nat.; Guhr, Harald, Dipl.-Ing.; Hesse, Helmut; Rehberg, Peter, Dipl.-Ing.; Schulze, Ralf, Dipl.-Ing.; Wendt, Volker, DE  
(73) VEB Technische Gebäudeausrüstung Dresden, Terschekstraße 2, O - 8016 Dresden, DE  
(74) siehe (73)

(54) Verfahren zur Bestimmung des Verschmutzungsgrades von Wärmeübertragern

(55) Wärmeübertrager; Verschmutzungsgrad; Reinigung; Heizungstechnik

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Verschmutzungsgrades von Wärmeübertragern auf dem Gebiet der Heizungstechnik, vorzugsweise für Wärmeübertrager zur Gebrauchswarmwassererwärmung. Ziel der Erfindung ist es, den Zeitpunkt für die Reinigung des Wärmeübertragers durch minimalen meßtechnischen Aufwand zu ermitteln. Erfindungsgemäß wird dazu nur eine Temperatur gemessen, mit einem Sollwert verglichen und die Häufigkeit der Sollwertunterschreitungen ermittelt und unter Beachtung entsprechender Randbedingungen ausgewertet. Fig. 2

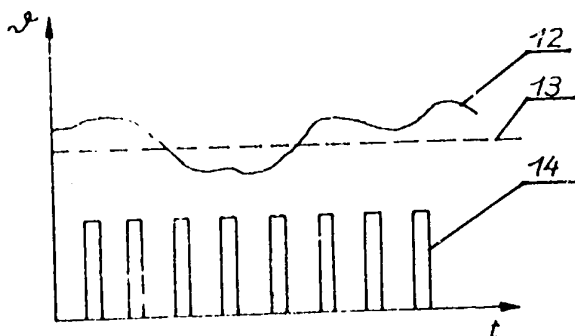


Fig. 2

## Patentanspruch:

Verfahren zur Bestimmung des Verschmutzungsgrades von Wärmeübertragern, vorzugsweise von Wärmeübertragern zur Gebrauchswarmwassererwärmung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einem Soll-Wert entsprechende Temperatur des sekundären Rücklaufes am Austritt des Wärmeübertragers gemessen wird und mittels bekannter regelungstechnischer Einrichtungen, vorzugsweise durch Temperaturfühler, Komparator, Taktgeber, UND-Glied und Zählwerk ein Maß für die Dauer und/oder Häufigkeit einer Soll-Wert-Unterschreitung in einem bestimmten Zeitintervall ermittelt wird und mit im unverschmutzten Zustand unter den gleichen Bedingungen aufgenommenen Wert verglichen und kenntlich gemacht wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung wird auf dem Gebiet der Heizungstechnik zur Bestimmung des Verschmutzungsgrades von Wärmeübertragern angewandt.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Auf den wärmeübertragenden Flächen von Wärmeübertragern können sich durch Korrosion und Ausfällung von Wasserinhaltsstoffen Ablagerungen bilden, die den Wärmeübergang allmählich verschlechtern. Da der Aufwand für die Reinigung von Wärmeübertragern erheblich ist, soll durch eine Diagnose des Verschmutzungsgrades der Zeitpunkt vorausbestimmt werden, wenn der Wärmeübertrager seine technologisch begrenzte, minimale Leistung erreicht hat und gereinigt werden muß.

Für die Ermittlung des Verschmutzungsgrades sind folgende technische Lösungen bekannt:

In den meisten Betriebsvorschriften wird die Demontage und Sichtprüfung der Wärmeübertrager festgelegt. Dieses Verfahren ist aufwendig und infolge der subjektiven Einschätzungen unsicher. Diese Prüfung ist nur bei zerlegbaren Wärmeübertragern möglich. Zum Stand der Technik gehört weiterhin die Möglichkeit, den Verschmutzungsgrad von Wärmeübertragern im Einbauzustand über die Messung der Wärmebilanz zu ermitteln. Dieses Verfahren beruht auf der Messung der primär- und sekundärseitigen Rücklauftemperaturen sowie mindestens eines Massenstromes. Die Temperatur- und Durchflußmessungen erfordern einen hohen meßtechnischen Aufwand und die Schaffung der konstruktiven Voraussetzungen zur Positionierung der Meßfühler. Ein derartiges Verfahren ist im WP-DD 263106 beschrieben. Zur Reduzierung des meßtechnischen Aufwandes wird in der DE-OS 2547832 eine Zusatzeinrichtung vorgeschlagen, die an den Wärmeübertragern angeschlossen wird. Die Prüfstrecke besteht aus einem kurzen Rohr, das von einem Druckgefäß umhüllt ist. Das Druckgefäß ist zum Teil mit Flüssigkeit gefüllt, das mittels einer Zusatzheizung bis zum Sieden erhitzt wird. Die Kondensation des Dampfes am Prüfrohr mit entsprechender Änderung des Innendruckes ist abhängig vom Verschmutzungsgrad der inneren Oberfläche des Prüfrohrs. Bei geeigneter Gestaltung der Prüfbedingungen kann dieser Zustand somit durch eine einfache Druckmessung bestimmt werden. Allerdings lassen sich diese Bedingungen nur nach Messung und Regelung des Massestromes und der Temperatur einstellen, was lediglich eine Verlagerung des meßtechnischen Aufwandes bedeutet. Die Zusatzeinrichtungen sind komplizierte Einzelanfertigungen und für kleinere Wärmeübertrager unrentabel.

Stand der Technik ist weiterhin ein Soll-Ist-Wert-Vergleich von Betriebsdaten. Dieses Verfahren wird gemäß DE-OS 3608689 zur rechnergestützten Betriebsführung von Wärmeerzeugern angewandt. Diese Lösung bedingt einen hohen technischen und organisatorischen Aufwand durch Meßfühler, Meßwerteübertragung und -auswertung sowie durch Steuer- und Regelmechanismen.

Im Patent DE-3705240 ist ein Verfahren dargestellt, das es ermöglicht, den Verschmutzungsgrad an verschiedenen Stellen des Wärmeübertragers zu ermitteln. Damit ist zwar eine höhere Meßgenauigkeit verbunden, aber infolge der extrem aufwendigen Meßtechnik nur bei bestimmten Einzelfällen sinnvoll.

Alle bekannten Lösungen weisen den Nachteil auf, daß der Aufwand für die Ermittlung des Verschmutzungsgrades in keinem ökonomisch vertretbaren Verhältnis zum Anlagenwert von Wärmeübertragern steht, so daß häufig die Diagnose des Verschmutzungsgrades durch administrative Festlegung des Reinigungszeitpunktes von Wärmeübertragern ersetzt wird.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, mit minimalem Aufwand herauszufinden, wann der Wärmeübertrager seiner Funktion nicht mehr im geforderten Maß gerecht wird.

## Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch Messung möglichst weniger Meßgrößen während der Nutzung des Wärmeübertragers den Zeitpunkt seiner erforderlichen Reinigung zu erkennen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gelöst, bei dem die Nutzungsdauer in typische Zeitintervalle gegliedert wird, in denen die Eintrittsgrößen in den

Wärmeübertrager reproduzierbar, d. h. im Mittel gleich sind und in denen die Temperatur 6 des Sekundäraustritts 5 mit einem Soll-Wert verglichen wird. Die Dauer und/oder Häufigkeit aller Soll-Wert-Unterschreitungen innerhalb vergleichbarer Zeitintervalle wird größer mit zunehmender Verschmutzung des Wärmeübertragers und erlaubt bei sinnvoller Soll-Wert-Vorgabe durch einen Vergleich mit den zu Beginn der Nutzungsdauer aufgenommenen Soll-Wert-Unterschreitungen, auf den Zeitpunkt der erforderlichen Reinigung zu schließen.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher eräutert werden. Dabei zeigt

- Fig. 1: die Schaltanordnung des Ausführungsbeispiels
- Fig. 2: den zeitlichen Verlauf der Gebrauchswarmwassertemperatur
- Fig. 3: den zeitlichen Verlauf der Ausgangssignale des Komparators und des UND-Gliedes
- Fig. 4: den zeitlichen Verlauf der Zählgröße

Figur 1 zeigt eine mögliche Realisierungsvariante der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung. Der Wärmeübertrager 1 dient dabei zur Erzeugung von Gebrauchswarmwasser 5 aus Kaltwasser 4. Mit der Primärseite ist er an den Vorlauf 2 und Rücklauf 3 eines Heizungsnetzes angeschlossen. An der Temperaturmeßstelle 6 wird die Temperatur des Gebrauchswarmwassers erfaßt und im Komparator 7 mit dem Soll-Wert 10 verglichen. Bei Unterschreiten des Soll-Wertes 10 wird der Ausgang des Komparators aktiviert und bewirkt ein Durchschalten des anliegenden Taktes 11 durch das UND-Glied 8. Der Ausgang des UND-Gliedes 8 aktiviert den Zähler 9. Der Zählerstand gibt die Dauer der Soll-Wert-Unterschreitungen im Zeitintervall  $t$  an. Bei zweckmäßig gewählten Zeitintervallen entsteht durch reproduzierbare Eingangsgrößen des Wärmeübertragers 1 am Zählwerk 9 ein Maß für den Verschmutzungsgrad des Wärmeübertragers 1.

In Figur 2 ist der zeitliche Verlauf der Temperatur 12 des Gebrauchswarmwassers 5, der Soll-Wert 13 und die Impulse 14 des Taktgebers 11 dargestellt.

Figur 3 stellt die Ausgangssignale des Komparators 15 sowie die Ausgangssignale nach dem UND-Glied 16 dar.

In Figur 4 ist der zeitliche Verlauf der im Zählwerk 9 ermittelten Informationsgröße 17 dargestellt. Dabei stellt 18 den Zuwachs der Dauer der Soll-Wert-Unterschreitung innerhalb einer selbst vorgegebenen Zeiteinheit dar. Der Wert 18 wird mit einem im verschmutzten Zustand aufgenommenen Wert verglichen. Die Differenz bildet ein Maß für den Verschmutzungsgrad. Dabei können nur Zeitintervalle mit im Mittel gleichen äußeren Bedingungen verglichen werden.

Überraschenderweise wurde festgestellt, daß während bestimmter Zeitintervalle die Gewohnheiten der Nutzer der Wärmeübertrager und die Eingangsgrößen in den Wärmeübertragern im Mittel gleich sind.

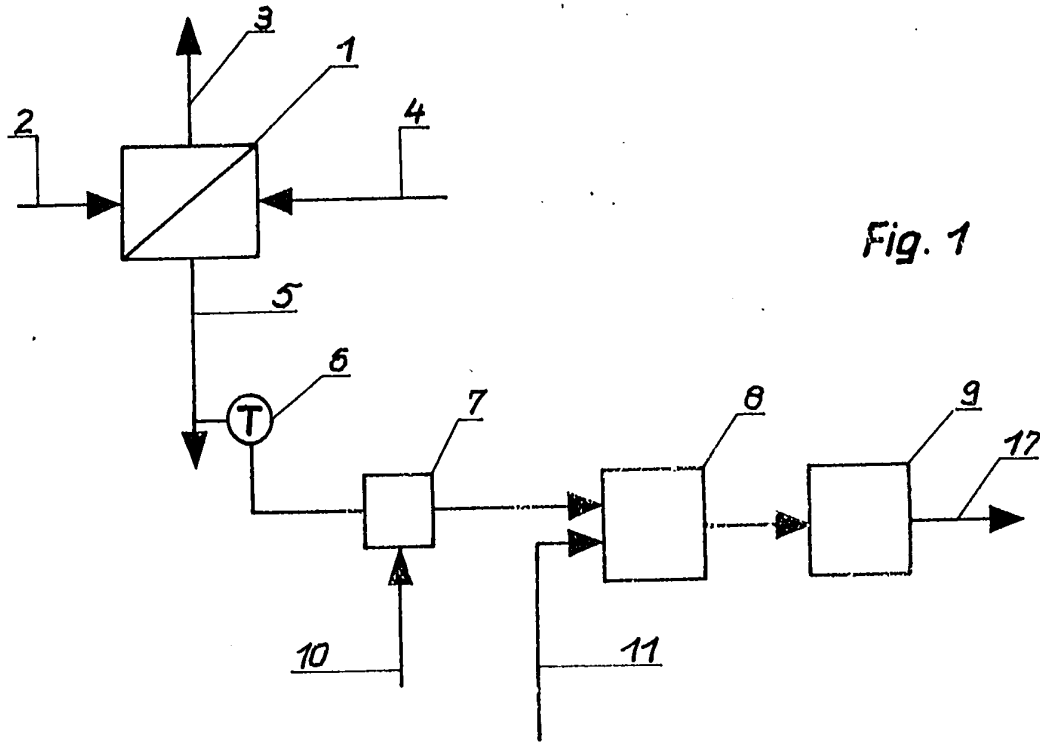


Fig. 1

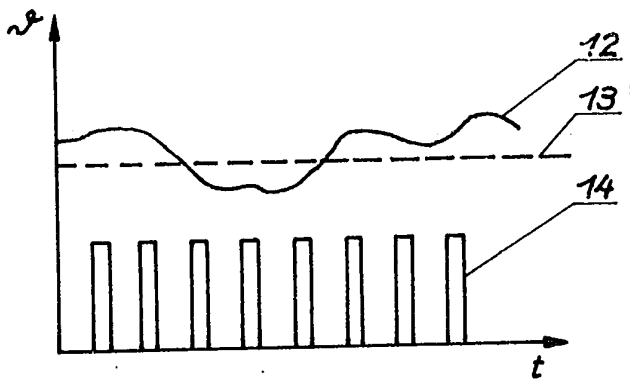


Fig. 2

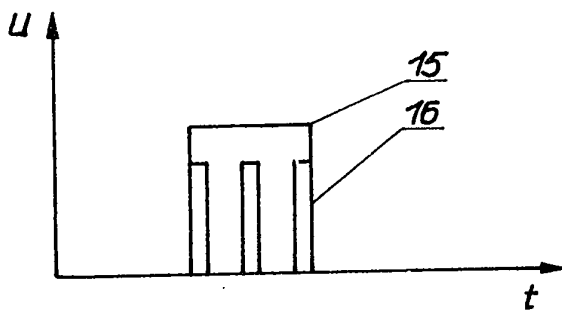


Fig. 3

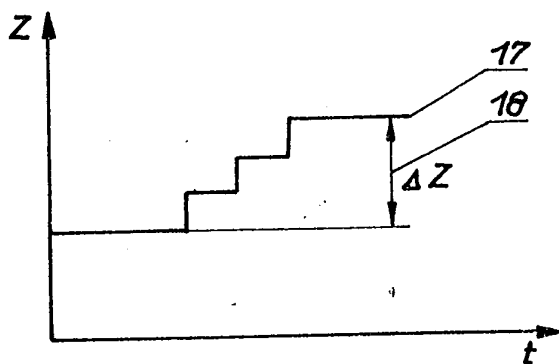


Fig. 4