(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 594 860 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
09.12.2015 Patentblatt 2015/50

(21) Anmeldenummer: **12184155.5**

(22) Anmeldetag: **13.09.2012**

(51) Int Cl.:
F24H 1/16 *(2006.01)* ***F24H 9/20*** *(2006.01)*
F23N 1/02 *(2006.01)* ***F23N 5/00*** *(2006.01)*
F24H 1/14 *(2006.01)* ***F23N 5/08*** *(2006.01)*
F23N 5/24 *(2006.01)*

(54) **Wärmeträgerölanlage und Verfahren zum Betreiben einer Wärmeträgerölanlage**

Heat carrier oil plant and method for operating the same

Installation à huile caloporteuse et procédé de fonctionnement d'une installation à huile caloporteuse

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **18.11.2011 DE 102011086644**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.05.2013 Patentblatt 2013/21

(73) Patentinhaber: **Ness Wärmetechnik GmbH**
73630 Remshalden (DE)

(72) Erfinder: **Ness, Dr. Andreas J.**
73614 Schorndorf (DE)

(74) Vertreter: **Kohler Schmid Möbus Patentanwälte Partnerschaftsgesellschaft mbB**
Ruppmannstraße 27
70565 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 1 907 987
DE-A1- 2 514 888
DE-U1-202007 005 195

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 2 594 860 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wärmeträgerölanlage

- mit einem Erhitzer für Wärmeträgeröl, der eine Heizvorrichtung sowie ein Erhitzerrohr aufweist, welches durch die Heizvorrichtung beheizt und von zu erhitzendem Wärmeträgeröl durchströmt ist, wobei das Wärmeträgeröl in dem beheizten Erhitzerrohr auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt ist,
- mit einer Ölversorgungsvorrichtung, welche in dem Erhitzerrohr des Erhitzers einen Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt sowie
- mit einer Vorrichtung zur Regelung des Filmtemperatur-Istwertes, die eine Temperaturbestimmungsvorrichtung sowie eine Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers umfasst.

[0002] Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zum Betreiben einer Wärmeträgerölanlage,

- wobei in einem Erhitzerrohr eines Erhitzers für Wärmeträgeröl von einer Ölversorgungsvorrichtung ein Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt wird,
- wobei das Erhitzerrohr des Erhitzers durch eine Heizvorrichtung des Erhitzers beheizt und das zu erhitzende Wärmeträgeröl, welches das beheizte Erhitzerrohr durchströmt, in dem beheizten Erhitzerrohr auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt wird und
- wobei der Filmtemperatur-Istwert geregelt wird, indem der Erhitzer gesteuert wird.

[0003] Bei Wärmeträgeröl handelt es sich um einen organischen Stoff, dessen Temperatur einen von der chemischen Zusammensetzung des Wärmeträgeröls abhängigen Maximalwert nicht überschreiten darf. Oberhalb der maximal zulässigen Temperatur würde das Wärmeträgeröl thermisch zersetzt beziehungsweise zerstört. Es ist daher dafür Sorge zu tragen, dass Wärmeträgeröl an dem Erhitzer einer Wärmeträgerölanlage nicht auf unzulässig hohe Werte erhitzt wird.

[0004] An einem Erhitzer mit einem oder mehreren beheizten und von zu erhitzendem Wärmeträgeröl durchströmten Erhitzerrohren ist die Temperatur des Wärmeträgeröls unmittelbar an der Wärmeträgerseite der Rohrwand am höchsten. Die Temperatur der Rohrwand an der Wärmeträgerseite ist in der deutschen Norm DIN 4754 vom September 1994 als "Filmtemperatur" definiert. Die Filmtemperatur des Wärmeträgeröls liegt deutlich über der "Wärmeträgertemperatur", das heißt der Temperatur des Wärmeträgeröls in der Mitte des Strömungsquerschnittes des durchströmten Erhitzerrohres. Die Temperatur des mit der Rohrwand unmittelbar in Kontakt befindlichen Wärmeträgeröls stimmt in guter Näherung mit der Filmtemperatur überein. Infolgedessen kann nachstehend der angesichts der DIN-gemäßen Definition der Filmtemperatur nicht ganz korrekte Begriff der "Filmtemperatur des Wärmeträgeröls" gebraucht werden. Aus den genannten Gründen darf der Istwert der Filmtemperatur des Wärmeträgeröls einen wärmeträgerspezifischen Höchstwert nicht übersteigen.

[0005] Derzeit gebräuchlich sind Wärmeträgerölanlagen sowie Verfahren, deren Konfiguration sich an der DIN 4754 orientiert. Im Falle des Standes der Technik wird für den Betrieb des Erhitzers einer Wärmeträgerölanlage ein konstanter Mindestvolumenstrom von Wärmeträgeröl vorgegeben. Dieser Mindestvolumenstrom wird vom Hersteller der betreffenden Wärmeträgerölanlage festgelegt und ist derart bemessen, dass eine unzulässige Überhitzung des Wärmeträgeröls und somit eine über dem zulässigen Höchstwert liegende Filmtemperatur des Wärmeträgeröls mit Sicherheit vermieden wird. Dabei ist diejenige Stelle im Erhitzer maßgebend, an welcher bei maximaler Heizleistung der Heizvorrichtung die maximal mögliche Wärmemenge eingekoppelt wird.

[0006] In der Praxis stimmen aber die Bedingungen, unter denen eine Wärmeträgerölanlage betrieben wird, in einer Vielzahl von Fällen nicht mit den Betriebsbedingungen überein, die bei der zurzeit üblichen Bemessung des Mindestvolumenstroms für den Erhitzer einer Wärmeträgerölanlage unterstellt werden. So werden die Erhitzer von Wärmeträgerölanlagen in der Praxis nicht dauerhaft bei Volllast mit maximaler Heizleistung der Heizvorrichtung betrieben. Der auf Volllast und maximale Heizleistung der Heizvorrichtung ausgelegte Mindestvolumenstrom von Wärmeträgeröl ist daher häufig überdimensioniert. Insbesondere Pumpenleistung, die zur Erzeugung des Mindestvolumenstroms bereitgestellt werden muss, wird verschwendet.

[0007] Gattungsgemäßer Stand der Technik ist offenbart in DE 1 907 987 A. Diese Druckschrift betrifft einen Zwangsdurchlauferhitzer, in welchem ein strömungsfähiger Wärmeträger, insbesondere Heißöl, zirkuliert. Eine von Wärmeträger durchströmte Rohrleitung verläuft, in Strömungsrichtung des Wärmeträgers gesehen, zunächst in einer mittels eines Brenners beheizten Brennkammer und anschließend in einem die Brennkammer umgebenden Konvektionsteil. In die Brennkammer des Zwangsdurchlauferhitzers strömt der Wärmeträger mit einer Rücklauftemperatur ein, aus dem Konvektionsteil tritt der Wärmeträger mit einer Vorlauftemperatur aus. Thermostatische Schaltvorrichtungen sind in der von Wärmeträger durchströmten Rohrleitung entweder zwischen der Brennkammer und dem Konvektionsteil oder am Eintritt in die Brennkammer angeordnet. Erreicht die Wärmeträgertemperatur zwischen der Brennkammer und dem Konvektionsteil oder am Einlauf der Brennkammer einen Wert, aufgrund dessen die Wärmeträgertemperatur nach dem Erhitzen über einem für den Wärmeträger kritischen Wert läge, so setzt die thermostatische Schaltvorrichtung zwischen der Brennkammer und dem Konvektionsteil oder die thermostatische Schaltvorrich-

tung am Eintritt der Brennkammer den Brenner des Zwangsdurchlauferhitzers still. Alternativ bewirken die thermostatischen Schaltvorrichtungen eine Absenkung der Vorlauftemperatur des Wärmeträgers. Dabei wird im Falle des Standes der Technik gemäß DE 1 907 987 A weder die "Filmtemperatur" im Sinne der DIN 4754 noch die vorliegend betrachtete "Filmtemperatur des Wärmeträgeröls" bestimmt. Die tatsächliche Maximaltemperatur des zirkulierenden Wärmeträgers bleibt folglich unberücksichtigt. Da für die maximale Ist-Temperatur des Wärmeträgers nur ein Näherungswert angesetzt wird, muss bei der Definition der Schalttemperaturen der thermostatischen Schaltvorrichtungen ein verhältnismäßig großer Sicherheitsabstand eingehalten werden. Daraus resultiert die Gefahr, dass die Schalttemperatur der thermostatischen Schaltvorrichtungen wesentlich niedriger bemessen wird und die bei Erreichen der Schalttemperatur vorgesehenen Maßnahmen erheblich häufiger eingeleitet werden, als dies tatsächlich erforderlich wäre. Darüber hinaus führt die bei Erreichen des Grenzwertes der Wärmeträgertemperatur vorgesehene Stillsetzung des Brenners zu unerwünschten Betriebsausfällen der Gesamtanlage. Die anstelle einer Stillsetzung des Brenners denkbaren und nicht näher konkretisierten Maßnahmen zur Absenkung der Rücklauftemperatur des Wärmeträgers dürften mit einem erheblichen Aufwand verbunden sein. Die Merkmale des Oberbegriffs von Anspruch 1 bzw. 5 sind aus Dokument DE 1 907 987 A bekannt.

[0008] Die Nachteile des gattungsgemäßen Standes der Technik zu vermeiden, ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung.

[0009] Erfindungsgemäß gelöst wird diese Aufgabe durch die Wärmeträgerölanlage nach Anspruch 1 sowie durch das Verfahren zum Betreiben einer Wärmeträgerölanlage nach Anspruch 5.

[0010] Im Falle der Erfindung wird demnach der Filmtemperatur-Istwert des Wärmeträgeröls bestimmt und in Abhängigkeit von dem bestimmten Wert derart geregelt, dass der Filmtemperatur-Istwert einen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert nicht übersteigt. Den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert bildet derjenige Wert, bei dessen Überschreiten das Wärmeträgeröl in Mitleidenschaft gezogen würde. Die Regelung des Filmtemperatur-Istwertes erfolgt erfindungsgemäß durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung, mittels derer der in dem Erhitzerrohr des Erhitzers strömende Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt wird. Dieser Volumenstrom wird erfindungsgemäß derart eingestellt, dass eine Überhitzung des Wärmeträgeröls ausgeschlossen ist.

[0011] In aller Regel ist eine unmittelbare Messung des Filmtemperatur-Istwertes nicht möglich. Die Temperaturbestimmung erfolgt dann anhand von Parametern, aus denen der Filmtemperatur-Istwert ermittelt werden kann. Diese Parameter werden teils gemessen, teils sind sie konstruktionsbedingt oder material- bzw. stoffspezifisch. Die erforderlichen Messungen werden vorzugsweise mit bauartzertifizierten Geräten und/oder mehrfach redundant (z.B. gleichzeitig mit mehreren Sensoren) durchgeführt. Methoden zur Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes an Wärmeträgerölanlagen sind bekannt. Die bekannten Methoden können an der erfindungsgemäßen Wärmeträgerölanlage und im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens angewandt werden. Bei dem Filmtemperatur-Höchstwert, der von dem Filmtemperatur-Istwert nicht überschritten werden darf, handelt es sich um eine von dem verwendeten Wärmeträgeröl abhängige Konstante. Sie wird dem Betreiber der Wärmeträgerölanlage üblicherweise von dem Hersteller beziehungsweise Lieferanten des Wärmeträgeröls mitgeteilt.

[0012] Sowohl die Temperaturbestimmung als auch die Steuerung des Erhitzers beziehungsweise der Ölversorgungsvorrichtung erfindungsgemäßer Wärmeträgerölanlagen erfolgt numerisch und unter Einsatz entsprechender Computer-Hardware und Computer-Software. Die für die Bestimmung der Filmtemperatur maßgebenden messbaren Parameter werden insbesondere online gemessen.

[0013] Besondere Ausführungsarten der erfindungsgemäßen Wärmeträgerölanlage gemäß Anspruch 1 und des erfindungsgemäßen Verfahrens gemäß Anspruch 5 ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen 2 bis 4 beziehungsweise 6 bis 9.

[0014] Gemäß den Ansprüchen 2 und 6 ist in bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass der Filmtemperatur-Istwert einen Filmtemperatur-Grenzwert nicht überschreiten darf, der um eine vorgegebene Temperaturdifferenz unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt. Die Festlegung eines derartigen Filmtemperatur-Grenzwertes sorgt dafür, dass bei der Regelung des Filmtemperatur-Istwertes ein Sicherheitsabstand von dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert eingehalten wird. Das Einhalten eines Sicherheitsabstands von dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert berücksichtigt insbesondere, dass eine Änderung des von der Ölversorgungsvorrichtung erzeugten Volumenstroms erst mit zeitlicher Verzögerung zu einer Veränderung des Filmtemperatur-Istwertes führt.

[0015] Erfindungsgemäß muss es sich bei dem Filmtemperatur-Grenzwert nicht zwingend um eine Konstante handeln. In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Filmtemperatur-Grenzwert vielmehr variabel vorgegeben (Anspruch 7).

[0016] In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Filmtemperatur-Istwert fortlaufend und somit zu jedem Zeitpunkt des Betriebs des Erhitzers bestimmt und unmittelbar oder über den darunter liegenden Filmtemperatur-Grenzwert mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert verglichen. Erforderlichenfalls wird der Filmtemperatur-Istwert durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung auf einen unproblematischen Wert abgesenkt (Ansprüche 3, 8).

[0017] Gemäß den Ansprüchen 4 und 9 ist in weiterer bevorzugter Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen,

dass der Erhitzer, insbesondere die Heizvorrichtung, der Wärmeträgerölanlage außer Funktion gesetzt wird, wenn der bestimmte Filmtemperatur-Istwert den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert übersteigt.

[0018] Zur Auswertung der ermittelten Messwerte, zur online-Berechnung physikalischer Größen und zur Durchführung der erforderlichen Steuerung und Regelung können erfindungsgemäß eine Sicherheits-speicherprogrammierbare Steuerung (Failsafe SPS) und/oder ein Sicherheits-Embedded Computer und/oder eine vergleichbar zuverlässige Steuerung eingesetzt werden.

[0019] Nachfolgend wird die Erfindung anhand beispielhafter schematischer Darstellungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 den grundsätzlichen Aufbau einer Wärmeträgerölanlage mit Filmtemperaturregelung und

Figur 2 den Algorithmus, nach dem an der Wärmeträgerölanlage gemäß Figur 1 der Filmtemperatur-Istwert bestimmt wird.

[0020] Ausweislich Figur 1 weist eine Wärmeträgerölanlage 1 einen Ölkreislauf 2 auf, in welchem herkömmliches Wärmeträgeröl zirkuliert. In den Ölkreislauf 2 eingeschaltet ist ein Erhitzer 3 mit einer Heizvorrichtung in Form eines Brenners 4. In dem dargestellten Beispielsfall beheizt der Brenner 4 insgesamt drei Erhitzerrohre 5 des Erhitzers 3. Eine Brennstoffversorgung 6 für den Brenner 4 ist in Figur 1 ebenso angedeutet wie ein an die Brennstoff-Zuleitung des Brenners 4 angeschlossener Brennstoff-Massenstrom-Fühler 7.

[0021] Zusätzlich zu der Brennstoffversorgung 6 ist für den Brenner 4 eine Verbrennungsluftversorgung 8 vorgesehen. An die Verbrennungsluft-Zuleitung des Brenners 4 ist ein Verbrennungsluft-Temperaturfühler 9 angeschlossen. Die Abgasseite des Brenners 4 beziehungsweise des Erhitzers 3 ist mit einem Sauerstoffsensor 10 für den Sauerstoffgehalt des Rauchgases versehen, welches beim Betrieb des Brenners 4 anfällt.

[0022] Zur Förderung des in dem Ölkreislauf 2 zirkulierenden Wärmeträgeröls dient eine Pumpe 11 herkömmlicher Bauart. Die Pumpe 11 bildet eine Ölversorgungsvorrichtung, die in den Erhitzerrohren 5 des Erhitzers 3 einen Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt. Dabei verteilt sich das von der Pumpe 11 geförderte Ölvolumen gleichmäßig auf die drei Erhitzerrohre 5.

[0023] Das in den Erhitzerrohren 5 durch den Brenner 4 erhitzte Wärmeträgeröl passiert nach dem Verlassen des Erhitzers 3 einen Vorlauftemperaturfühler 12, ehe es zu einer Strömungsmessstelle 13 gelangt. An der Strömungsmessstelle 13 sind eine Vorrichtung 14 zur Bestimmung des Wärmeträgerölvolumenstroms sowie ein Messfühler 15 für die Temperatur des Wärmeträgeröls vorgesehen.

[0024] Der Strömungsmessstelle 13 ist in dem Ölkreislauf 2 ein Wärmeverbraucher 24 nachgeschaltet. In dem Wärmeverbraucher 24 gibt das erhitzte Wärmeträgeröl Wärme ab. Anschließend wird das Wärmeträgeröl zur erneuten Erwärmung zurück zum Erhitzer 3 geführt. Die Wärmeträgerölanlage 1 bzw. deren Erhitzer 3 wird derart betrieben, dass der Wärmeverbraucher 24 mit der benötigten Wärmemenge bei benötigter Temperatur versorgt wird.

[0025] Der von der Pumpe 11 in den Erhitzerrohren 5 des Erhitzers 3 erzeugte Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl ist variabel. Durch gesteuertes Variieren dieses Volumenstroms wird der Filmtemperatur-Istwert des Wärmeträgeröls in den Erhitzerrohren 5 des Erhitzers 3 derart geregelt, dass er an keinem Arbeitspunkt des Erhitzers 3 einen für das verwendete Wärmeträgeröl spezifischen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert übersteigt. Bei Überschreiten des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes würde das Wärmeträgeröl in Mitleidenschaft gezogen, insbesondere thermisch zersetzt beziehungsweise zerstört.

[0026] Zur Regelung des Filmtemperatur-Istwertes wird dieser fortlaufend online bestimmt und online mit einem vorgegebenen Filmtemperatur-Grenzwert verglichen, der um eine vorgegebene Temperaturdifferenz unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt. Wird bei dem Temperaturvergleich festgestellt, dass der bestimmte Filmtemperatur-Istwert oberhalb des vorgegebenen Filmtemperatur-Grenzwertes liegt, so wird durch Steuerung der Pumpe 11 der von dieser erzeugte Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl in den Erhitzerrohren 5 des Erhitzers 3 derart eingestellt, dass der Filmtemperatur-Istwert auf den Filmtemperatur-Grenzwert beziehungsweise auf einen geringfügig unterhalb des Filmtemperatur-Grenzwertes liegenden Wert absinkt.

[0027] Die Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes ist vorliegend nicht durch unmittelbare Messung möglich. Stattdessen wird der Filmtemperatur-Istwert anhand einer Mehrzahl von Parametern ermittelt, bei denen es sich teils um Messwerte, teils um konstruktionsbedingte oder material- bzw. stoffspezifische Größen handelt.

[0028] Der Algorithmus, nach welchem an der Wärmeträgerölanlage 1 der Filmtemperatur-Istwert q bestimmt wird, ist in Figur 2 skizziert. Mit "(m)" sind dabei Messwerte, mit "(b)" sind konstruktionsbedingte oder material- bzw. stoffspezifische Größen gekennzeichnet.

[0029] Anhand des Flammendurchmessers d_F und anhand des von dem konstruktionsbedingten Erhitzerwendeldurchmesser, d.h. dem Wendeldurchmesser der in dem vorliegenden Beispielsfall schraubenartig verlaufenden Erhitzerrohre 5, abhängigen Emissionsgrades Flamme-Wand E_{FW} wird die unkorrigierte Wärmestromdichte $\dot{q}_0$ ermittelt. Der für den Flammendurchmesser d_F unter anderem maßgebende Brennstoffmassenstrom wird mittels des Brennstoff-Massenstrom-Fühlers 7 der Wärmeträgerölanlage 1 gemessen. Im übrigen ist der Flammendurchmesser d_F von der gewählten Brennstoffart und der Bauart des Brenners 4 abhängig. Beide

Parameter sind bekannt.

[0030] Auf der Grundlage der unkorrigierten Wärmestromdichte $\dot{q}_0$ wird unter Berücksichtigung der Luftüberschusszahl n und eines Korrekturfaktors f die Wärmestromdichte $\dot{q}$ berechnet. Die Luftüberschusszahl n kann als brennstoffspezifische Konstante angesetzt werden (z.B. 1,15 für Gas, 1,2 für HEL oder 1,3 für schweres Heizöl). Wenn, wie im vorliegenden Fall an dem Sauerstoffsensor 10 der Wärmeträgerölanlage 1, der Sauerstoffgehalt des beim Betrieb des Brenners 4 anfallenden Rauchgases gemessen wird, kann alternativ eine anhand des Sauerstoffgehaltes des Rauchgases berechnete Luftüberschusszahl n berücksichtigt werden. Die Verbrennungslufttemperatur zur Ermittlung des Korrekturfaktors f wird mittels des Verbrennungsluft-Temperatur-Fühlers 9 der Wärmeträgerölanlage 1 gemessen.

[0031] Die Wärmestromdichte q ist eine von drei Größen, anhand derer die Fimtemperaturerhöhung Δq bestimmt wird. Außerdem benötigt werden die konstruktionsbedingten Rohrabmessungen der Erhitzerrohre 5 des Brenners 4 sowie der Wärmeübergangskoeffizient innen a_i. Letzterer wird aus der Strömungsgeschwindigkeit im Erhitzerrohr v unter Berücksichtigung der Reynolds-Zahl Re, der Prandtl-Zahl Pr, der Wärmeleitfähigkeit A des verwendeten Wärmeträgeröls und des Innendurchmessers d_i der Erhitzerrohre 5 bestimmt.

[0032] Die Strömungsgeschwindigkeit im Erhitzerrohr v ist unter anderem abhängig von dem Wärmeträgeröl-Volumenstrom, der an der Vorrichtung 14 der Wärmeträgerölanlage 1 als Gesamt-Volumenstrom gemessen wird. Außerdem maßgebend sind die Anzahl der Erhitzerrohre 5 ("Rohrgangszahl") sowohl derren Rohrabmessungen.

[0033] Die Wärmeleitfähigkeit λ des verwendeten Wärmeträgeröls ist abhängig von der verwendeten Wärmeträgerölart und von der Wärmeträgeröltemperatur, die mit Hilfe des Messfühlers 15 der Wärmeträgerölanlage 1 bestimmt wird.

[0034] Der letztlich zu ermittelnde Filmtemperatur-Istwert q des Wärmeträgeröls ergibt sich als Summe aus der in der vorstehend beschriebenen Weise ermittelten Filmtemperaturerhöhung Δq und der Vorlauftemperatur des Wärmeträgeröls, die ihrerseits durch den Vorlauftemperaturfühler 12 der Wärmeträgerölanlage 1 gemessen wird.

[0035] Berechnet wird der Filmtemperatur-Istwert q in einem numerischen Filmtemperaturrechner 25, der demnach eine Temperaturbestimmungsvorrichung zur Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes q bildet.

[0036] In Abhängigkeit von dem mittels des Filmtemperaturrechners 25 bestimmten Filmtemperatur-Istwertes q wird der Erhitzer 3 gesteuert.

[0037] Zu diesem Zweck wird der Filmtemperatur-Istwert q einer Vergleichseinheit 26 einer numerischen Vorrichtung 27 zur Steuerung der Pumpe 11 zugeführt. In einem Datenspeicher 28 der Vorrichtung 27 zur Steuerung der Pumpe 11 ist der Filmtemperatur-Grenzwert hinterlegt, der von dem Filmtemperatur-Istwert q nicht überschritten werden darf.

[0038] In der Vergleichseinheit 26 wird der fortlaufend bestimmte Filmtemperatur-Istwert q fortlaufend online mit dem in dem Datenspeicher 28 hinterlegten Filmtemperatur-Grenzwert verglichen. Wird bei diesem Vergleich festgestellt, dass der Filmtemperatur-Istwert q den Filmtemperatur-Grenzwert übersteigt, so generiert eine Steuereinheit 29 der Vorrichtung 27 zur Steuerung der Pumpe 11 ein Steuersignal für einen Pumpenmotor 30 der Pumpe 11. Aufgrund dieses Steuersignals wird der von der Pumpe 11 erzeugte Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl derart vergrößert, dass der Filmtemperatur-Istwert q auf den Filmtemperatur-Grenzwert oder geringfügig darunter absinkt. Die Leistung der Pumpe 11 wird dementsprechend bedarfsabhängig geregelt. Eine Verschwendung von Pumpenleistung wird vermieden.

[0039] In dem gezeigten Beispielsfall wird der mittels des Filmtemperaturrechners 25 bestimmte Filmtemperatur-Istwert q nicht nur mit dem in dem Datenspeicher 28 hinterlegten Filmtemperatur-Grenzwert sondern darüber hinaus auch mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert verglichen. Dieser Temperaturvergleich wird in einer Sicherheits-Vergleichseinheit 31 der numerischen Steuerung für den Erhitzer 3 durchgeführt. Wird festgestellt, dass der Filmtemperatur-Istwert q über dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert liegt, so generiert eine Sicherheits-Steuereinheit 32 ein Steuersignal, aufgrund dessen Sicherheitsklappen 33, 34 in der Brennstoff-Zuleitung sowie in der Verbrennungsluft-Zuleitung des Brenners 4 die Brennstoffzufuhr und die Verbrennungsluftzufuhr zu dem Brenner 4 unterbrechen und dadurch den Erhitzer 3 außer Funktion setzen.

Patentansprüche

1. Wärmeträgerölanlage

- mit einem Erhitzer (3) für Wärmeträgeröl, der eine Heizvorrichtung (4) sowie ein Erhitzerrohr (5) aufweist, welches durch die Heizvorrichtung (4) beheizt und von zu erhitzendem Wärmeträgeröl durchströmt ist, wobei das Wärmeträgeröl in dem beheizten Erhitzerrohr (5) auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt ist,
- mit einer Ölversorgungsvorrichtung (11), welche in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) einen Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt sowie
- mit einer Vorrichtung zur Regelung des Filmtemperatur-Istwertes, die eine Temperaturbestimmungsvorrichtung sowie eine Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers (3) aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass
die Temperaturbestimmungsvorrichtung (25) zur Bestimmung des Filmtemperatur-Istwertes geeignet ist und **dass** die Vorrichtung zur Steuerung des Er-

hitzers (3) ausgebildet ist zur Steuerung des Erhitzers (3) in Abhängigkeit von dem mittels der Temperaturbestimmungsvorrichtung (25) bestimmten Filmtemperatur-Istwert, wobei die Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers (3) eine Vorrichtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) umfasst, die durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) den Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl, welchen die Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugt, in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart einstellt, dass der Filmtemperatur-Istwert einen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert nicht übersteigt.

2. Wärmeträgerölanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) den Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl, welchen die Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugt, in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart einstellt, dass der Filmtemperatur-Istwert einen Filmtemperatur-Grenzwert nicht überschreitet, der um eine vorgegebene Temperaturdifferenz unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt.

3. Wärmeträgerölanlage nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturbestimmungsvorrichtung (25) den Filmtemperatur-Istwert fortlaufend bestimmt und dass die Vorrichtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) eine Vergleichseinheit (26) umfasst, welche den fortlaufend bestimmten Filmtemperatur-Istwert fortlaufend mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert oder mit dem Filmtemperatur-Grenzwert vergleicht und dass die Vorrichtung (27) zur Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) bei Überschreiten des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes oder des Filmtemperatur-Grenzwertes durch den Filmtemperatur-Istwert den Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl, welchen die Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugt, derart einstellt, dass der Filmtemperatur-Istwert auf einen Wert sinkt, der den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert oder den Filmtemperatur-Grenzwert nicht übersteigt.

4. Wärmeträgerölanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturbestimmungsvorrichtung (25) den Filmtemperatur-Istwert fortlaufend bestimmt und dass die Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers (3) eine Vergleichseinheit (31) umfasst, welche den fortlaufend bestimmten Filmtemperatur-Istwert fortlaufend mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert vergleicht und dass die Vorrichtung zur Steuerung des Erhitzers (3) den Erhitzer (3), insbesondere dessen Heizvorrichtung (4), außer Funktion setzt, wenn der Filmtemperatur-Istwert den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert übersteigt.

5. Verfahren zum Betreiben einer Wärmeträgerölanlage (1),

- wobei in einem Erhitzerrohr (5) eines Erhitzers (3) für Wärmeträgeröl von einer Ölversorgungsvorrichtung (11) ein Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl erzeugt wird,
- wobei das Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) durch eine Heizvorrichtung (4) des Erhitzers (3) beheizt und das zu erhitzende Wärmeträgeröl, welches das beheizte Erhitzerrohr (5) durchströmt, in dem beheizten Erhitzerrohr (5) auf einen Filmtemperatur-Istwert erhitzt wird und
- wobei der Filmtemperatur-Istwert geregelt wird, indem der Erhitzer (3) gesteuert wird

dadurch gekennzeichnet, dass
der Filmtemperatur-Istwert geregelt wird, indem der Filmtemperatur-Istwert bestimmt und der Erhitzer (3) in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert gesteuert wird, indem durch Steuerung der Öl-versorgungsvorrichtung (11) der von der Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugte Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart eingestellt wird, dass der Filmtemperatur-Istwert einen zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert nicht überschreitet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch Steuerung der Ölversorgungsvorrichtung (11) der von der Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugte Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl in Abhängigkeit von dem bestimmten Filmtemperatur-Istwert derart eingestellt wird, dass der Filmtemperatur-Istwert einen Filmtemperatur-Grenzwert nicht überschreitet, der um eine vorgegebene Temperaturdifferenz unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperaturdifferenz, um welche der Filmtemperatur-Grenzwert unterhalb des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes liegt, variabel vorgegeben wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filmtemperatur-Istwert fortlaufend bestimmt und fortlaufend mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert oder mit dem Filmtemperatur-Grenzwert verglichen wird und dass bei Überschrei-

ten des zulässigen Filmtemperatur-Höchstwertes oder des Filmtemperatur-Grenzwertes durch den Filmtemperatur-Istwert der von der Ölversorgungsvorrichtung (11) in dem Erhitzerrohr (5) des Erhitzers (3) erzeugte Volumenstrom von zu erhitzendem Wärmeträgeröl derart eingestellt wird, dass der Filmtemperatur-Istwert auf einen Wert sinkt, der den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert oder den Filmtemperatur-Grenzwert nicht übersteigt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Filmtemperatur-Istwert fortlaufend bestimmt und fortlaufend mit dem zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert verglichen wird und dass der Erhitzer (3), insbesondere dessen Heizvorrichtung (4), außer Funktion gesetzt wird, wenn der Filmtemperatur-Istwert den zulässigen Filmtemperatur-Höchstwert übersteigt.

Claims

1. Thermal oil system

- with a heater (3) for thermal oil, comprising a heating device (4) and a heater pipe (5), which is heated by the heating device (4) and through which thermal oil to be heated flows, wherein the thermal oil is heated to a film temperature actual value in the heated heater pipe (5),
- with an oil supply device (11), which generates a volume stream of thermal oil to be heated in the heater pipe (5) of the heater (3), and
- with a device for regulating the film temperature actual value, comprising a temperature determination device as well as a device for controlling the heater (3),

characterised in that
the temperature determination device (25) is suitable for determining the film temperature actual value, and **in that** the device for controlling the heater (3) is designed for controlling the heater (3) in dependence on the film temperature actual value determined by means of the temperature determination device (25), wherein the device for controlling the heater (3) includes a device (27) for controlling the oil supply device (11), which device (27) sets the volume stream of thermal oil to be heated generated by the oil supply device (11) in the heater pipe (5) of the heater (3), by controlling the oil supply device (11) in dependence on the film temperature actual value determined in such a way that the film temperature actual value does not exceed a permissible film temperature maximum value.

2. Thermal oil system according to claim 1, **characterised in that** the device (27) for controlling the oil supply device (11) sets the volume stream of thermal oil to be heated, generated by the oil supply device (11) in the heater pipe (5) of the heater (3) in dependence on the film temperature actual value determined in such a way that the film temperature actual value does not exceed a film temperature limit value that lies, by a predetermined temperature difference, below the permissible film temperature maximum value.

3. Thermal oil system according to claim 2, **characterised in that** the temperature determination device (25) continuously determines the film temperature actual value, and **in that** the device (27) for controlling the oil supply device (11) includes a comparison unit (26) that continuously compares the continuously determined film temperature actual value with the permissible film temperature maximum value or with the film temperature limit value, and **in that** the device (27) for controlling the oil supply device (11) sets the volume stream of thermal oil to be heated, generated by the oil supply unit (11) in the heater pipe (5) of the heater (3), when the film temperature actual value exceeds the permissible film temperature maximum value or the film temperature limit value in such a way, that the film temperature actual value drops to a value that does not exceed the permissible film temperature maximum value or the film temperature limit value.

4. Thermal oil system according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the temperature determination device (25) continuously determines the film temperature actual value, and **in that** the device for controlling the heater (3) includes a comparison unit (31) that continuously compares the continuously determined film temperature actual value with the permissible film temperature maximum value, and **in that** the device for controlling the heater (3) sets said heater (3), in particular the heating device (4) of the same, out of action when the film temperature actual value exceeds the film temperature maximum value.

5. Method for operating a thermal oil system (1),

- wherein a volume stream of thermal oil to be heated is generated by an oil supply device (11) in a heater pipe (5) of a heater (3) for thermal oil,
- wherein the heater pipe (5) of the heater (3) is heated by a heating device (4) of the heater (3), and the thermal oil to be heated, which flows through the heated heater pipe (5), is heated in the heated heater pipe (5) to a film temperature actual value in that the heater (3) is controlled,

characterised in that
the film temperature actual value is regulated **in that**

the film temperature actual value is determined and the heater (3) controlled in dependence on the determined film temperature actual value **in that**, by controlling the oil supply device (11), the volume stream of thermal oil to be heated, generated by the oil supply device (11) in the heater pipe (5) of the heater (3), is set in dependence on the determined film temperature actual value in such a way that the film temperature actual value does not exceed a permissible film temperature maximum value.

6. Method according to claim 5, **characterised in that** the volume stream of thermal oil to be heated, generated by the oil supply device (11) in the heater pipe (5) of the heater (3) is, by controlling the oil supply device (11), set in dependence on the determined film temperature actual value in such a way that the film temperature actual value does not exceed a film temperature limit value that lies by a predetermined temperature difference below the permissible film temperature maximum value.

7. Method according to claim 6, **characterised in that** the temperature difference, by which the film temperature limit value lies below the permissible film temperature maximum value, is predetermined variably.

8. Method according to claim 6, **characterised in that** the film temperature actual value is continuously determined and continuously compared with the permissible film temperature maximum value or with the film temperature limit value, and **in that**, when the permissible film temperature maximum value or the film temperature limit value is exceeded by the film temperature actual value, the volume stream of thermal oil to be heated, generated by the oil supply device (11) in the heater pipe (5) of the heater (3), is set in such a way that the film temperature actual value drops to a value that does not exceed the film temperature limit value.

9. Method according to any one of the claims 5 to 8, **characterised in that** the film temperature actual value is continuously determined and continuously compared with the permissible film temperature maximum value, and **in that** the heater (3), in particular its heating device (4), is put out of action when the film temperature actual value exceeds the film temperature maximum value.

Revendications

1. Installation à huile de transfert thermique, comprenant

- un réchauffeur (3) d'huile de transfert thermique, muni d'un dispositif de chauffage (4), ainsi que d'un tube de réchauffage (5) qui est chauffé par ledit dispositif de chauffage (4) et est parcouru par de l'huile de transfert thermique devant être réchauffée, ladite huile de transfert thermique étant réchauffée, dans ledit tube de réchauffage (5) chauffé, jusqu'à une valeur réelle de température d'un film,
- un dispositif (11) d'alimentation en huile qui crée, dans ledit tube de réchauffage (5) dudit réchauffeur (3), un écoulement d'un volume d'huile de transfert thermique à réchauffer,
- ainsi qu'un dispositif dévolu à la régulation de ladite valeur réelle de la température du film, doté d'un dispositif de détermination de températures, ainsi que d'un dispositif affecté à la commande dudit réchauffeur (3),

caractérisée par le fait que

le dispositif (25) de détermination de températures est approprié pour déterminer la valeur réelle de la température du film ; et **par le fait que** le dispositif, affecté à la commande du réchauffeur (3), est réalisé en vue de commander ledit réchauffeur (3) en fonction de ladite valeur réelle de la température du film, déterminée au moyen dudit dispositif (25) de détermination de températures, sachant que ledit dispositif de commande du réchauffeur (3) inclut un dispositif (27) qui est dédié à la commande du dispositif (11) d'alimentation en huile et qui règle par commande dudit dispositif (11) d'alimentation en huile, en fonction de la valeur réelle déterminée de la température du film, l'écoulement du volume d'huile de transfert thermique à réchauffer, créé dans le tube de réchauffage (5) dudit réchauffeur (3) par ledit dispositif (11) d'alimentation en huile, de façon telle que ladite valeur réelle de la température du film n'excède pas une valeur maximale admissible de ladite température du film.

2. Installation à huile de transfert thermique, selon la revendication 1, **caractérisée par le fait que** le dispositif (27) dédié à la commande du dispositif (11) d'alimentation en huile règle, en fonction de la valeur réelle déterminée de la température du film, l'écoulement du volume d'huile de transfert thermique à réchauffer, créé dans le tube de réchauffage (5) du réchauffeur (3) par ledit dispositif (11) d'alimentation en huile, de façon telle que ladite valeur réelle de la température du film n'excède pas une valeur limite de ladite température du film qui est inférieure, d'une différence de température préétablie, à la valeur maximale admissible de ladite température du film.

3. Installation à huile de transfert thermique, selon la revendication 2, **caractérisée par le fait que** le dispositif (25) de détermination de températures détermine en continu la valeur réelle de la température

du film ; **par le fait que** le dispositif (27), dédié à la commande du dispositif (11) d'alimentation en huile, inclut une unité de comparaison (26) qui compare en continu ladite valeur réelle de la température du film, déterminée en continu, à la valeur maximale admissible de ladite température du film ou à la valeur limite de ladite température du film ; et **par le fait que**, dans le cas où ladite valeur réelle de la température du film excède ladite valeur maximale admissible de la température du film ou ladite valeur limite de la température du film, ledit dispositif (27) de commande du dispositif (11) d'alimentation en huile règle l'écoulement du volume d'huile de transfert thermique à réchauffer, créé dans le tube de réchauffage (5) du réchauffeur (3) par ledit dispositif (11) d'alimentation en huile, de façon telle que ladite valeur réelle de la température du film chute jusqu'à une valeur n'excédant pas ladite valeur maximale admissible de la température du film ou ladite valeur limite de la température du film.

4. Installation à huile de transfert thermique, selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée par le fait que** le dispositif (25) de détermination de températures détermine en continu la valeur réelle de la température du film ; **par le fait que** le dispositif affecté à la commande du réchauffeur (3) inclut une unité de comparaison (31) qui compare en continu ladite valeur réelle de la température du film, déterminée en continu, à la valeur maximale admissible de ladite température du film ; et **par le fait que** ledit dispositif affecté à la commande du réchauffeur (3) provoque une mise hors fonction dudit réchauffeur (3), et notamment du dispositif de chauffage (4) de ce dernier, lorsque ladite valeur réelle de la température du film excède ladite valeur maximale admissible de ladite température du film.

5. Procédé d'exploitation d'une installation (1) à huile de transfert thermique, dans lequel

- un écoulement d'un volume d'huile de transfert thermique à réchauffer est créé, par un dispositif (11) d'alimentation en huile, dans un tube de réchauffage (5) d'un réchauffeur (3) d'huile de transfert thermique,
- ledit tube de réchauffage (5) du réchauffeur (3) est chauffé par un dispositif de chauffage (4) dudit réchauffeur (3) et l'huile de transfert thermique devant être réchauffée, qui parcourt ledit tube de réchauffage (5) chauffé, est réchauffée jusqu'à une valeur réelle de température d'un film dans ledit tube de réchauffage (5) chauffé, et
- ladite valeur réelle de la température du film est régulée par commande dudit réchauffeur (3),

caractérisé par le fait que
la valeur réelle de la température du film est régulée par détermination de ladite valeur réelle de la température du film, et par commande du réchauffeur (3) en fonction de la valeur réelle déterminée de la température du film, l'écoulement du volume d'huile de transfert thermique à réchauffer, créé dans le tube de réchauffage (5) dudit réchauffeur (3) par le dispositif (11) d'alimentation en huile, étant alors réglé par commande dudit dispositif (11) d'alimentation en huile, en fonction de ladite valeur réelle déterminée de la température du film, de façon telle que ladite valeur réelle de la température du film n'excède pas une valeur maximale admissible de ladite température du film.

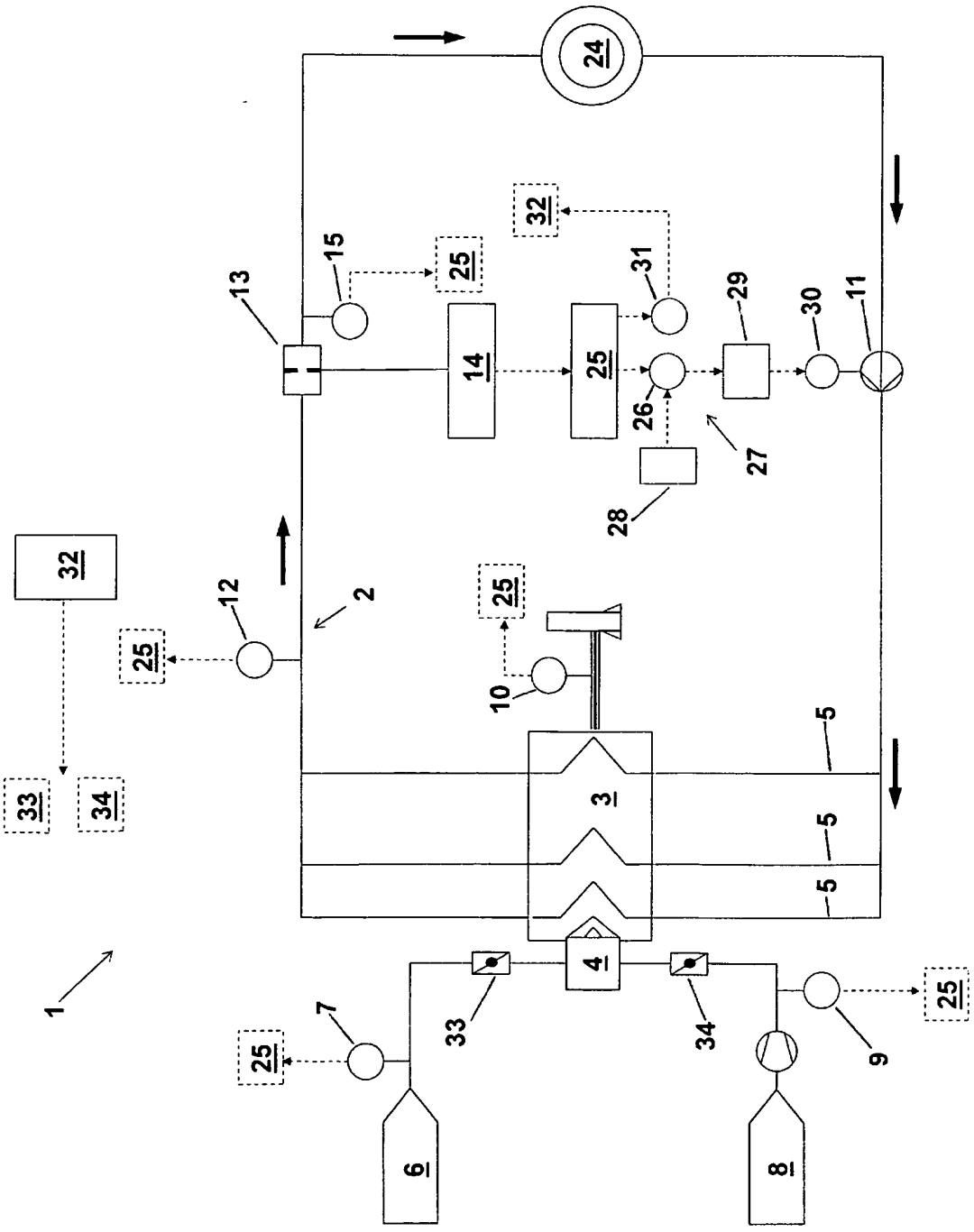
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé par le fait que** l'écoulement du volume d'huile de transfert thermique à réchauffer, créé dans le tube de réchauffage (5) du réchauffeur (3) par le dispositif (11) d'alimentation en huile, est réglé par commande dudit dispositif (11) d'alimentation en huile, en fonction de la valeur réelle déterminée de la température du film, de façon telle que ladite valeur réelle de la température du film n'excède pas une valeur limite de ladite température du film qui est inférieure, d'une différence de température préétablie, à la valeur maximale admissible de ladite température du film.

7. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé par le fait que** la différence de température, dont la valeur limite de la température du film est inférieure à la valeur maximale admissible de ladite température du film, est préétablie de manière variable.

8. Procédé selon la revendication 6, **caractérisé par le fait que** la valeur réelle de la température du film est déterminée en continu et est comparée, en continu, à la valeur maximale admissible de ladite température du film ou à la valeur limite de ladite température du film ; et **par le fait que**, dans le cas où ladite valeur réelle de la température du film excède ladite valeur maximale admissible de la température du film ou ladite valeur limite de la température du film, l'écoulement du volume d'huile de transfert thermique à réchauffer, créé dans le tube de réchauffage (5) du réchauffeur (3) par le dispositif (11) d'alimentation en huile, est réglé de façon telle que ladite valeur réelle de la température du film chute jusqu'à une valeur n'excédant pas ladite valeur maximale admissible de la température du film ou ladite valeur limite de la température du film.

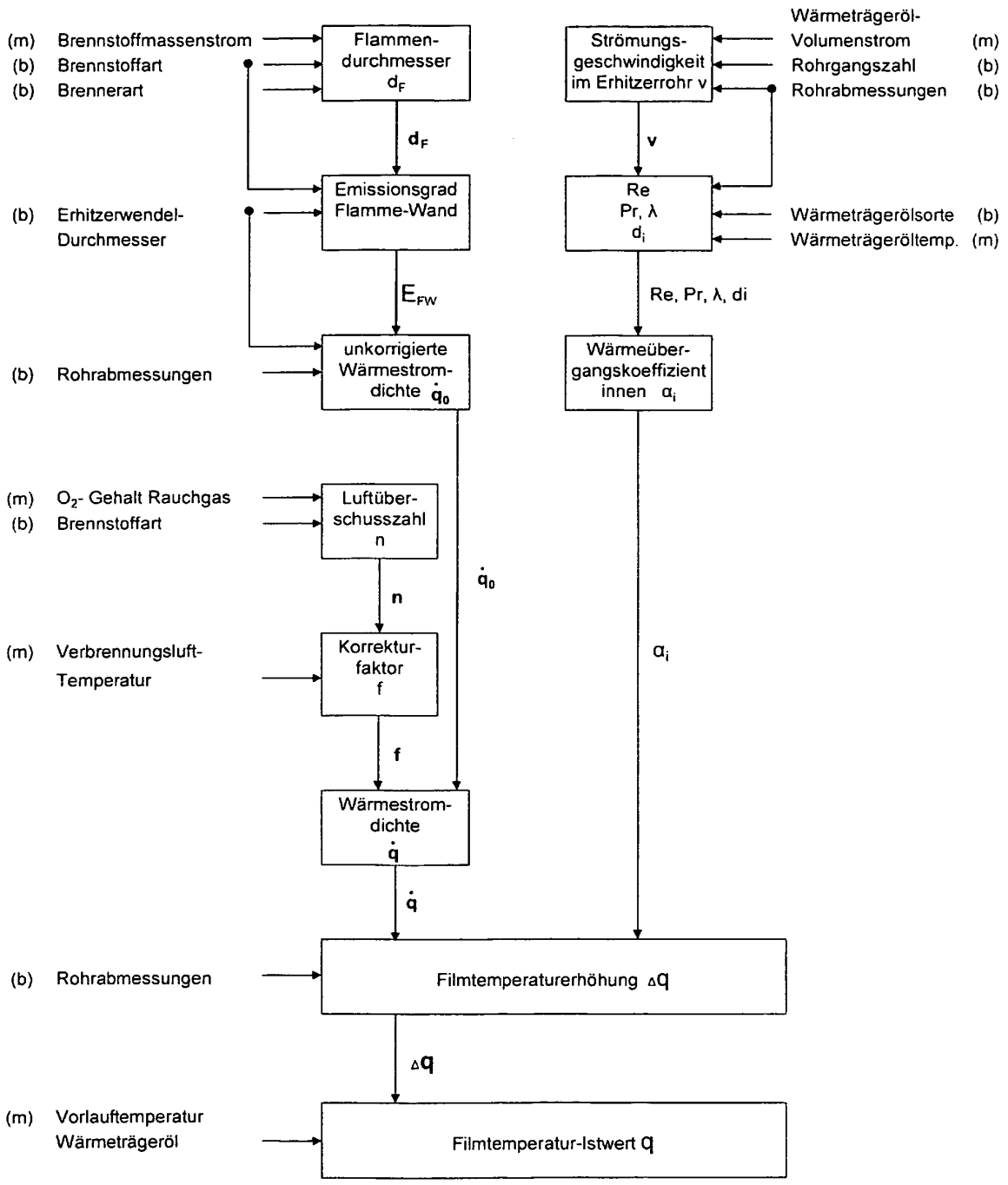
9. Procédé selon l'une des revendications 5 à 8, **caractérisé par le fait que** la valeur réelle de la température du film est déterminée en continu et est comparée, en continu, à la valeur maximale admissible de ladite température du film ; et **par le fait que** le réchauffeur (3), et notamment le dispositif de chauffage (4) de ce dernier, est mis hors fonction

lorsque ladite valeur réelle de la température du film excède ladite valeur maximale admissible de ladite température du film.


24
32
15
25
31
29
30
11
13
14
25
26
27
28
32
12
2
25
25
10
5
3
5
5
33
34
1
4
7
25
33
34
25
9
6
8

Figur 1

(m) Messwert
(b) bekannt aus Konstruktionsdaten



Figur 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 1907987 A **[0007]**