



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
05.11.2008 Patentblatt 2008/45

(51) Int Cl.:
F28D 7/08 (2006.01) F28F 1/14 (2006.01)
F28G 1/02 (2006.01) F28G 1/08 (2006.01)
F02G 1/055 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08450062.8**

(22) Anmeldetag: **24.04.2008**

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

(71) Anmelder: **Frauscher, Josef, Ing.**
4774 St. Marienkirchen (AT)

(72) Erfinder: **Frauscher, Josef, Ing.**
4774 St. Marienkirchen (AT)

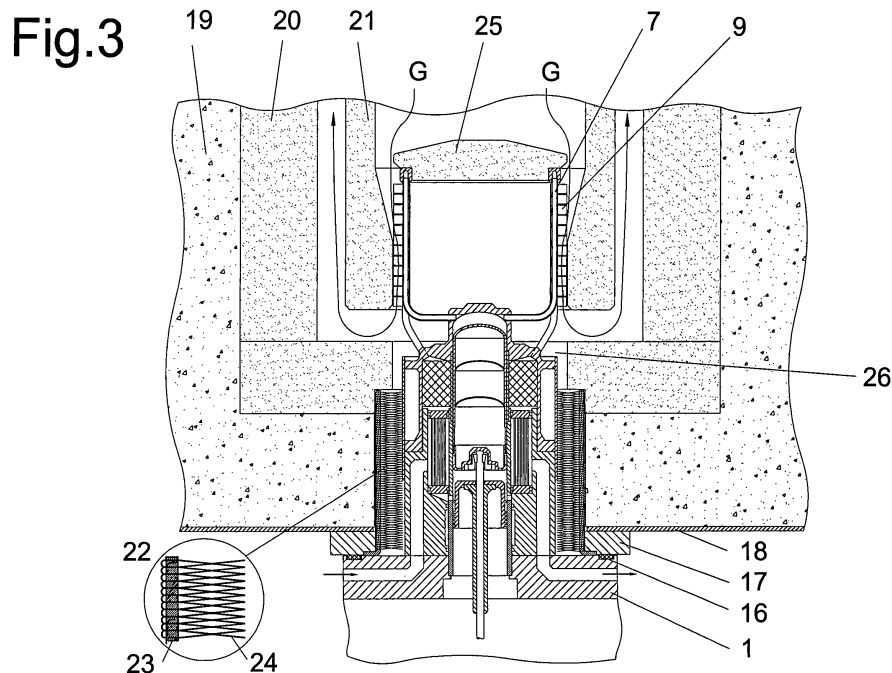
(74) Vertreter: **Hübscher, Helmut et al**
Spittelwiese 7
4020 Linz (AT)

(30) Priorität: **03.05.2007 AT 6852007**

(54) **Wärmetauscher**

(57) Die Erfindung betrifft einen von Verbrennungsgasen einer Feuerungsanlage (18 bis 21) beheizbarer Wärmetauscher mit Führungsleitungen (7) für ein zu erheizendes Medium und außen vorgesehenen von den Verbrennungsgasen beaufschlagten Rippen (9). Um bei kompakter Bauweise und hoher Beaufschlagung eine hohe Betriebssicherheit zu erzielen, weist der Wärmetauscher (7) eine von einer gedachten prismatischen oder hohlzylindrischen Umhüllenden bestimmte Grundform auf und ist in Richtung der Hauptachse dieser Um-

hüllenden durch eine Öffnung (26) im Rauchgaszug (G) der Feuerungsanlage ein- bzw. ausschiebbar angebracht. Die außen vorgesehenen Rippen (9) sind parallel zur Hauptachse angeordnet und für sie ist im Bereich der Öffnung (26) eine an die Umrissform des Wärmetauschers angepasste bürsten- oder kratzerartige Abstreifvorrichtung (22) zur Entfernung von Asche und sonstigen Verunreinigungen bei der Verstellung des Wärmetauschers vorgesehen. Eine vorteilhafte Ausgestaltung eines Aggregates aus diesem Wärmetauscher und einer Sterlingmaschine ist angegeben.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen von Verbrennungsgasen einer Feuerungsanlage beheizbarer Wärmetauscher mit Führungsleitungen für ein zu erhitzendes Medium und außen vorgesehenen von den Verbrennungsgasen beaufschlagten Rippen. Eine Weiterbildung der Erfindung bezieht sich auf die Verwendung dieses Wärmetauschers bei einer Heißgasmaschine.

[0002] Die Anwendung biogener Brennstoffe, wie Holz, Pellets, Getreide oder Stroh für thermodynamische Arbeitsmaschinen ist im Zuge der Klimadiskussion als CO₂ neutrale Energiequelle attraktiv geworden. Insbesondere in der Anwendung als Kraft-Wärmekopplungseinrichtung erzielt die Stromerzeugung aus Biomasse auch wirtschaftliche Vorteile, wenn die dabei anfallende Wärmeenergie möglichst vollständig, beispielsweise für eine Gebäudeheizung, genutzt werden kann.

[0003] Eine Reihe von Literaturstellen weist auf das Problem der Verschmutzung der Wärmetauscher durch die verunreinigten Verbrennungsgase bei Biomasse Verbrennungseinrichtungen hin. In der DE 103 37 312 B3 wird beispielsweise ein Wärmetauscher beschrieben, der glatte Längsrippen aufweist, die relativ leicht gereinigt werden können. Eine Variante schlägt einen Zwischenkreislauf zwischen den Heizgasen und dem Arbeitsmedium vor. Dieser erlaubt eine großzügige und mit glatten Flächen ausgebildete Gestaltung der Oberfläche auf der Rauchgasseite. In der Internet Veröffentlichung "bios-bioenergy.at/bios01/biomass/de/stirling.html" wird ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt beschrieben, das einerseits eine Optimierung der Verbrennungstemperaturen zum Ziel hatte, andererseits Druckluftstöße einsetzt, um die Ablagerungen am Wärmetauscher wegzublasen. Im Forschungsprojekt, das in der Veröffentlichung "Modified der Veröffentlichung "Modified Biomass Combustion System for the Application of Stirling Engines" Goblirsch, Berger, Hein, Universität Stuttgart beschrieben ist, wird die Abhängigkeit der Verschmutzung des Wärmetauschers vom Brennstoff und von der Verbrennungstechnologie beschrieben. Für großvolumige Wärmetauscher mit in größeren Abständen voneinander parallel angeordneten Rohren ist es aus der JP 57077898 A bekannt, die Rohre durch eine Abstreiferplatte zu führen, die über ein im Kessel anzubringendes Fördergetriebe innerhalb des Feuerungsraumes hin- und herstellbar ist, um Verschmutzungen abzustreifen. Für Hochleistungswärmetauscher, wie sie u. a. bei Heißgasmaschinen einsetzbar erscheinen, kommt ein derartiger Aufbau nicht in Frage.

[0004] Wärmetauscher für Heißgasmaschinen, auch als Stirlingmaschinen bekannt, die an ihrer äußeren Oberfläche durch Rauchgase beheizt werden, müssen auf der Rauchgasseite gewöhnlich eine deutlich höhere Oberfläche aufweisen, als an den prozesswirksamen Innenflächen. Der Grund dafür liegt darin, dass das Rauchgas normalerweise etwa mit atmosphärischen Druck über den Wärmetauscher streicht, während auf der Pro-

zessseite wesentlich höhere Drücke wirken, die beispielsweise bei Stirlingmaschinen oder bei Dampfprozessen mehr als 100 bar betragen können. Darüber hinaus sind auch die Strömungsgeschwindigkeiten auf der Prozessseite höher, was insgesamt zu einem unverhältnismäßig höheren spezifischen Wärmeübergang pro Flächeneinheit gegenüber jenem auf der Rauchgasseite führt. Demgemäß sind derartige Wärmetauscher auf der Außenseite mit zahlreichen Rippen versehen, die oftmals radial um die Prozessrohre herum in sehr engen Abständen angeordnet sind. Bei Betrieb mit flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen sind solche Gestaltungen durchaus geeignet, während bei Verwendung von fester Biomasse als Brennstoff die feinen Rippen kurzfristig verstopft sein können. Auch die Reinigung dieser Wärmetauscher gestaltet sich als problematisch, weil die geschmolzenen Anteile der Asche nur schwer aus den feinen Rippen herausgelöst werden können.

[0005] Aus diesen Gründen wurden bisher Wärmetauscher auf der Rauchgasseite mit weitgehend glatten Rohren oder nur mit großzügigem Rippenabstand ausgebildet, um eine Reinigung zu ermöglichen. Solche Wärmetauscher weisen allerdings einen für den Stirlingprozess erheblichen Nachteil auf: die erforderlichen Rohrlängen und Rohrdurchmesser erhöhen zwangsweise das Volumen im Inneren der Maschine auf der Arbeitsgasseite und damit einhergehend das im Hinblick auf Leistung und Wirkungsgrad schädliche Totvolumen.

[0006] Darüber hinaus besteht bei derart großzügig gestalteten Wärmetauschern die Gefahr, dass nicht das gesamte Volumen des Rauchgases über die Wärmetauscheroberfläche geleitet wird, sondern ein Teil in den großen Zwischenräumen ohne Abgabe der Wärmeenergie vorbeiströmt. Daraus erklärt sich der Nutzungsgrad bisheriger Anlagen, der kaum über 10-12% abgegebener Motorleistung in Bezug auf die zugeführte Wärmeleistung des Brennstoffes hinausgeht.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Wärmetauschers, der auch im Zusammenwirken mit verschmutzten Rauchgasen, wie sie beispielsweise bei Biomasseheizanlagen auftreten, trotz hoher Oberflächen auf der Rauchgasseite und feiner Verrippung und entsprechend kompaktem Aufbau eine sichere Reinigung ermöglicht und bei dem Überlastungen bei geringem Wärmebedarf bzw. bei Betriebsende eines angeschlossenen Wärmeverbrauchers sicher vermeidbar sind. Eine Teilaufgabe besteht darin, eine günstige Konstruktion für die Kombination einer Heißgasmaschine mit einem entsprechenden Wärmetauscher anzugeben.

[0008] Die Hauptaufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, dass der Wärmetauscher eine von einer gedachten prismatischen oder hohlzylindrischen Umhüllenden bestimmte Grundform aufweist und in Richtung der Hauptachse dieser Umhüllenden durch eine Öffnung im Rauchabzug der Feuerungsanlage ein- bzw. ausschließbar angebracht ist und dass die außen vorgesehenen Rippen parallel zur Hauptachse angeordnet sind und für sie im Bereich der Öffnung eine an die Umrissform des

Wärmetauschers angepasste bürsten- oder kratzerartige Abstreifvorrichtung zur Entfernung von Asche und sonstigen Verunreinigungen bei der Verstellung des Wärmetauschers vorgesehen ist.

[0009] Die Reinigung des Wärmetauschers erfolgt dadurch, dass dieser zyklisch in Zeitabständen, die dem Verschmutzungsgrad entsprechen, aus dem Rauchzug gezogen wird. Dabei wird der auf der Oberfläche der Rippen befindliche Belag durch die Abstreifvorrichtung entfernt. Vorteilhaft soll der Wärmetauscher unmittelbar nach diesem Vorgang wieder in seine Grundstellung gebracht werden, damit die Wärmezufuhr nur kurz unterbrochen ist und die Arbeit einer angekuppelten Maschine unterbrechungsfrei fortgesetzt werden kann.

[0010] Zur Verhinderung eines Rauchgasaustrittes beim Reinigungsvorgang und von Betriebsschäden beim Anheiz- bzw. Stillsetzvorgang ist nach einer Weiterbildung der Erfindung die Abstreifvorrichtung mit Abstand vom Innenrand der Öffnung vorgesehen und der Wärmetauscher trägt an seinem Innenende einen Verschlussstopfen oder -deckel zum Abschluss der Öffnung gegen den Rauchgaszug bei ausgeschobenem Wärmetauscher. Eine einfache Konstruktion ergibt sich, wenn der Außenmantel des Wärmetauschers aus parallel zur Hauptachse angeordneten Leitungsrohren für das zu erheizende Medium besteht, auf welche die zum Beispiel aus gebogenen Blechteilen bestehenden Rippen aufgesetzt sind.

[0011] Vorzugsweise ist zur Verstellung des Wärmetauschers ein Hilfsantrieb vorgesehen, der über eine Steuereinrichtung periodisch bzw. in Abhängigkeit von über Sensoren feststellbaren Änderungen des Betriebszustandes, zum Beispiel durch den Verschmutzungsgrad eine Verringerung des Wärmebedarfes oder willkürlich zum Beispiel während eines Anheiz- oder Stillsetzungszustandes der Feuerung ein- und ausschaltbar ist. Als Hilfsantriebe kommen unter anderem hydraulische oder pneumatische Zylinder-Kolbeneinheiten, Elektrozyylinder oder Antriebseinrichtungen mit Ritzel und Kette in Frage, wobei für das Ein- und Ausfahren eine Anbringung des Wärmetauschers auf einem geführten Schlitten vorgesehen werden kann.

[0012] Bei einem Aggregat aus einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher und einer Heißgasmaschine wird der Wärmetauscher fix mit einem Zylinder der Arbeitsmaschine verbunden und diese ist über den Hilfsantrieb gemeinsam mit dem Wärmetauscher verstellbar. Vorzugsweise kann eine Heißgasmaschine des Beta-Typs mit koaxialen Kolbenstangen des Arbeits- und Verdrängerkolbens vorgesehen werden, wobei die Kolben auf der Hauptachse angeordnet sind. Zur Einleitung des Reinigungsvorganges kann, wie erwähnt, eine zeitabhängige Steuerung oder auch eine Steuerung vorgesehen werden, die einen Leistungsabfall einer angeschlossenen Maschine feststellt.

[0013] Bei einem erfindungsgemäßen Aggregat sind die wesentlichen Verbindungen zu feststehenden Einrichtungen die Kühlwasserzu- und Ableitung, ein Elek-

trokabel für die Zu- und Ableitung der elektrischen Energie und gegebenenfalls einige Sensorleitungen für Thermoelemente oder sonstiger Sensoren. Diese Verbindungen können elastisch mittels Schläuchen bzw. Kabeln hergestellt werden, sodass die Maschine während ihrer Bewegung nicht von der Außenwelt abgekoppelt werden muss. Demnach kann die Maschine während des Reinigungsvorganges in Betrieb bleiben.

[0014] Mit dieser Art der Wärmetauscherreinigung kann eine weitere, mitunter sehr wichtige Funktion bedient werden. Wenn beispielsweise infolge eines Maschinenschadens und darauffolgenden Stillstandes keine Wärmeabnahme an der Innenseite des Wärmetauschers mehr erfolgt, besteht die Gefahr, dass eine Überhitzung auftritt und der Wärmetauscher beschädigt oder gar zerstört wird. In einem solchen Fall bietet sich die Möglichkeit an, den Wärmetauscher rechtzeitig aus dem heißen Rauchgasbereich zu ziehen. Das auslösende Argument dafür kann beispielsweise von einem Temperatursensor im Wärmetauscher oder von einem Drehzahlwächter geliefert werden.

[0015] Auch beim Anheizen der Kesselanlage ist es von Vorteil, wenn sich der Wärmetauscher außerhalb der Feuerung befindet, weil sich in dieser Phase besonders viel Verunreinigungen im Rauchgas befinden. Darüber hinaus kann die Betriebstemperatur schneller erreicht werden, weil in diesem Zustand noch keine Wärmeabnahme erfolgt.

[0016] Heizkessel für die Befuerung mit fester Biomasse sind in der Feuerungszone normalerweise mit massivem, dickwandigen Schamott ausgemauert und mit Isoliermaterial zur Vermeidung von Wärmeverlusten versehen. Die gesamte Wandstärke zwischen Atmosphäre und Feuerungszone kann bis zu einem halben Meter betragen. Da sich der Wärmetauscher im Betriebszustand in der Feuerungszone befinden muss, das Getriebe der Stirlingmaschine jedoch vorteilhaft außerhalb des Kesselgehäuses positioniert sein soll, eignen sich wie bereits oben erwähnt, derzeit vor allem Stirlingmaschinen, die nach dem "Beta" Prinzip arbeiten. Diese Bauart besteht aus einem Verdrängerkolben und einem Arbeitskolben, die sich hintereinander in einem Zylinder befinden. Dadurch ist der Zylinder bauartbedingt relativ lang ausgebildet, was zur Überwindung des Abstandes zwischen Feuerungsraum und äußerer Atmosphäre von großem Vorteil ist.

[0017] Der Stand der Technik von "Beta" Stirlingmaschinen ist zum Beispiel in dem Fachbauch "The Philips Stirling Engine" C/M Hargreaves, ISBN 0-444-88463-7, Seite 144 in einer weitgehend schematischen Darstellung ersichtlich. Auf Seite 145 ist der Wärmetauscher der dort verwendeten Maschine abgebildet. Er besteht aus einer ringförmig ausgebildeten Rohrreihe, die eine Verbindung zwischen den Regeneratoren und dem Zylinder- Expansionsraum herstellen. Das von den Regeneratoren abströmende Arbeitsgas wird über einen ringförmigen Sammler am Ende der Rohrreihe umgeleitet in eine weitere Rohrreihe, die im Zyl-

inderkopf mündet. Der Wärmetauscher ist weitgehend unberippt ausgebildet, lediglich im unteren Teil befinden sich eine ringförmig gestaltete Rippenreihe.

[0018] Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes ergeben sich aus der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung.

[0019] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise veranschaulicht. Es zeigen

Fig. 1 in teilweise vereinfachter Darstellungsweise im Schnitt eine mit einem erfindungsgemäßen Wärmetauscher gekoppelte Stirlingmaschine,

Fig. 2 einen Querschnitt nach der Linie S-S der Fig. 1 durch den Wärmetauscher,

Fig. 3 das Aggregat aus Stirlingmaschine und Wärmetauscher im Betriebszustand in einer Feuerungsanlage und

Fig. 4 in der Fig. 3 entsprechender Darstellungsweise das Aggregat im ausgefahrenen Zustand.

[0020] Fig. 1 zeigt den für die Erfindung wesentlichen Teil einer Stirlingmaschine. Er besteht aus einer Grundplatte (1), in der auch die Zuführung (E) und Ableitung (A) des Kühlwassers untergebracht sind und ein Getriebe (2) montiert ist, das als Sinusgetriebe, Taumelscheiben- oder Rhombengetriebe ausgestaltet sein kann. Im Getrieberaum kann auch ein Generator integriert sein, jedoch sind diese Elemente nicht für die weitere Erläuterung der Erfindung relevant und daher auch nicht dargestellt.

[0021] Das Getriebe betätigt über die Kolbenstange (11) den Arbeitskolben (10) und dazu phasenverschoben über die Stange (13) den Verdrängerkolben (12). Auf der Grundplatte (1) ist der Zylinderunterteil (3) befestigt, der die Zylinderlaufbuchse und den Kühler (5) beinhaltet. Im Zylinderkopf (4) ist der Regenerator (6) untergebracht, an seiner Oberseite ist der aus einzelnen Rohren bestehende Wärmetauscher (7) angebaut. Der Wärmetauscher (7) stellt eine Verbindung zwischen dem Sammelraum des Regenerators (14) und dem Zylinder- Expansionsraum (15) her. Das Arbeitsgas wird am Ende der Rohrreihe im Sammler (8) in die entsprechenden Rohrgruppen umgeleitet.

[0022] Fig. 2 zeigt den Schnitt (S-S) aus Fig. 1. Deutlich erkennbar ist die kreisförmige Anordnung der Rohrreihe des Wärmetauschers (7). An den Rohren sind U-förmig gebogene Rippen (9) angelötet, deren Enden nach außen gerichtet sind und dem Wärmetauscher insgesamt eine hohe wärmeleitende Oberfläche verleihen.

[0023] Fig. 3 zeigt Stirlingmaschine und Wärmetauscher in der Arbeitsstellung zum Feuerungsraum einer Biomassefeuerung. Der beispielhaft dargestellte Teil der Feuerungsanlage besteht aus dem Flammrohr (21), der Schamottaumkleidung (20), der Isolation (19) und dem äußeren Mantelblech (18). Ein Anschlagring (17) stellt sicher, dass zusammen mit der Grundplatte (1) und der Dichtung (16) ein Abschluss gegen Eindringen von Fremdluft in den Feuerungsraum gebildet wird. Die Ma-

schine befindet sich im Betriebszustand, die heißen Verbrennungsgase (G) werden zwangsweise über den Wärmetauscher (9) der Stirlingmaschine geleitet und in der Folge an nicht dargestellten Einrichtungen weiter abgekühlt.

[0024] In einer Öffnung (26) zum Feuerungsraum befindet sich eine rohrförmige Bürste (22), bestehend aus dem Borstenhalter (23) und den Borsten (24). Die Borsten (24) sind auf den Zylinderunterteil (3) und auf den Zylinderkopf (4) gerichtet und berühren diese Teile nur leicht. In der Zeichnung ist nachvollziehbar, dass sich die Temperatur der Bürste (22) von hohen Werten im Bereich des Feuerungsschamotts (20) über eine größere Strecke am Zylinderkopf (4) und am gekühlten Zylinderunterteil (3) auf Werte, die etwa der Kühlwassertemperatur entsprechen, abbauen kann.

[0025] Fig. 4 zeigt die erfindungsgemäße Einrichtung in ihrer Reinigungsstellung, die gleichzeitig der Anheiz- und Ruhestellung entspricht. Die Darstellung zeigt die Rippen des Wärmetauschers (9) im Bereich der Bürste (22). Um eine Reinigung zu erreichen, muss der Durchmesser des Wärmetauschers (7) samt Rippen (9) größer sein gegenüber dem Durchmesser des Zylinderkopfes (4) und des Zylinderunterteils (3). Die auf dem Wärmetauscher-Sammelring (8) befindliche Abdeckplatte (25) bildet mit der kreisrunden Öffnung in der Schamottaumkleidung (21) einen ausreichend dichten Abschluss, damit ein Betrieb der Heizanlage auch ohne Stirlingmaschine in Arbeitsstellung stattfinden kann. Die Stirlingmaschine wird mittels eines geeigneten Antriebes auf einer Führung verschoben. Diese Vorrichtung wird aus Gründen der Einfachheit hier nicht näher dargestellt.

[0026] Im Falle einer Demontage der Stirlingmaschine ist vorgesehen, auch das Bürstenrohr (22) zusammen mit der gesamten Maschine aus der Feuerungsanlage zu ziehen und die Öffnung mit einem schamottierten Dekkel zu verschließen.

40 Patentansprüche

1. Von Verbrennungsgasen einer Feuerungsanlage (18 bis 21) beheizbarer Wärmetauscher mit Führungsleitungen (7) für ein zu erhitzendes Medium und außen vorgesehenen von den Verbrennungsgasen beaufschlagten Rippen (9), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher (7) eine von einer gedachten prismatischen oder hohlzylindrischen Umhüllenden bestimmte Grundform aufweist und in Richtung der Hauptachse dieser Umhüllenden durch eine Öffnung (26) im Rauchgaszug (G) der Feuerungsanlage ein- bzw. ausschiebbar angebracht ist und dass die außen vorgesehenen Rippen (9) parallel zur Hauptachse angeordnet sind und für sie im Bereich der Öffnung (26) eine an die Umrisssform des Wärmetauschers angepasste bürsten- oder kratzerartige Abstreifvorrichtung (22) zur Entfernung von Asche und sonstigen Verunreinigungen

gen bei der Verstellung des Wärmetauschers (7) vorgesehen ist.

2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstreifvorrichtung als Bürste (22) mit Metallborsten (24) ausgeführt ist. 5

3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Abstreifvorrichtung (22) mit Abstand vom Innenrand der Öffnung (26) vorgesehen ist und der Wärmetauscher (7) an seinem Innenende einen Verschlussstopfen (25) oder -deckel zum Abschluss der Öffnung (26) gegen den Rauchgaszug bei ausgeschobenem Wärmetauscher (7) trägt. 10
15

4. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außenmantel des Wärmetauschers (7) aus parallel zur Hauptachse angeordneten Leitungsrohren (7) für das zu erheizende Medium besteht, auf welche die zum Beispiel aus gebogenen Blechteilen bestehenden Rippen (9) aufgesetzt sind. 20

5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Verstellung des Wärmetauschers (7) ein Hilfsantrieb vorgesehen ist, der über eine Steuereinrichtung periodisch bzw. in Abhängigkeit von über Sensoren feststellbaren Änderungen des Betriebszustandes, zum Beispiel durch den Verschmutzungsgrad, eine Verringerung des Wärmebedarfes oder willkürlich zum Beispiel während eines Anheiz- oder Stillsetzungszustandes der Feuerung ein- und ausschaltbar ist. 25
30
35

6. Aggregat aus einem Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5 und einer Heißgasmaschine, **dadurch gekennzeichnet, dass** der den Erhitzer der Heißgasmaschine bildende Wärmetauscher mit der Heißgasmaschine gekuppelt und über den Hilfsantrieb gemeinsam mit der Heißgasmaschine verstellbar ist. 40

7. Aggregat nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Heißgasmaschine des Beta-Typs mit koaxialen Kolbenstangen des Arbeits- und Verdrängerkolbens vorgesehen und diese Kolben auf der Hauptachse des Wärmetauschers angeordnet sind. 45
50

55

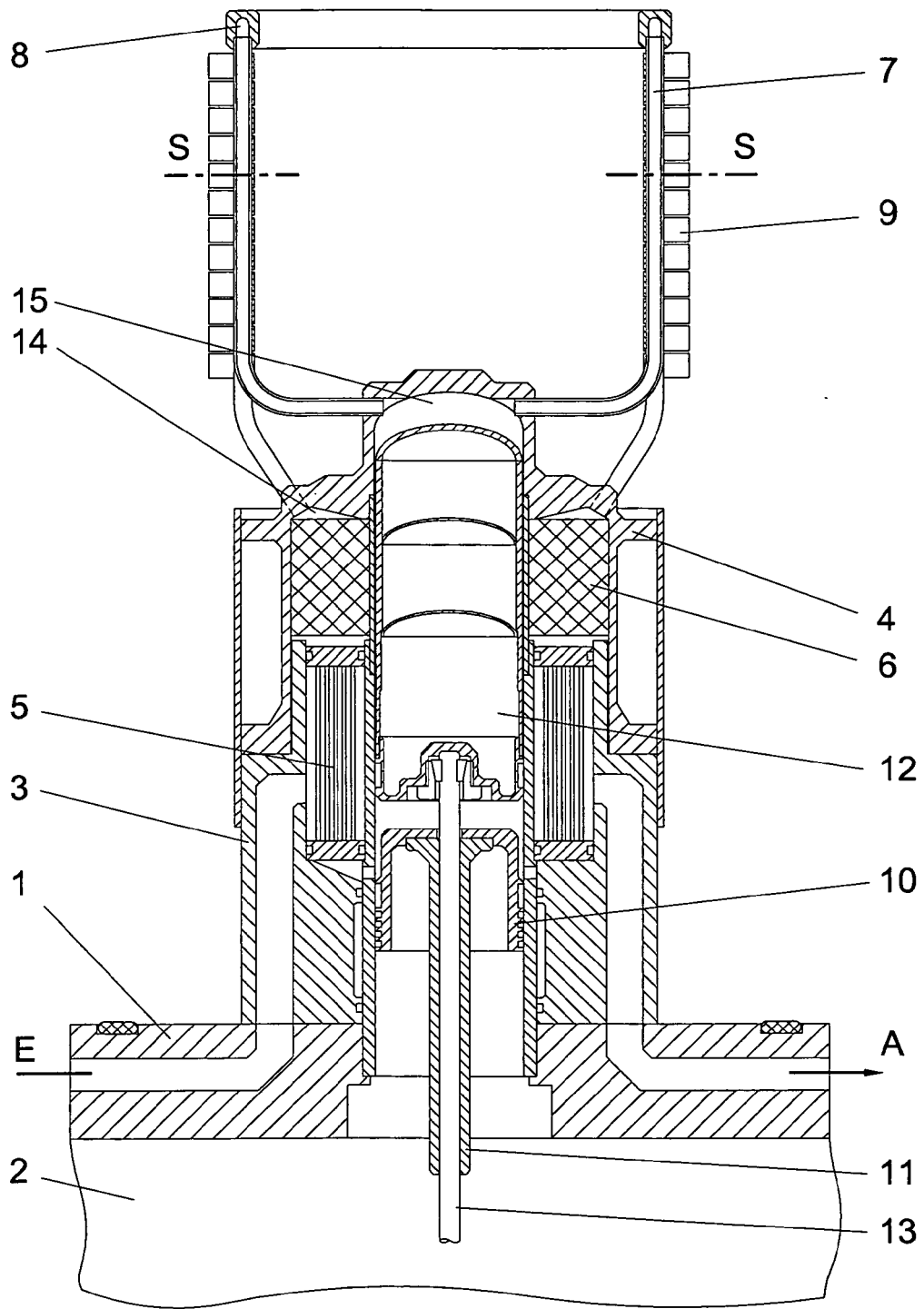


Fig. 1

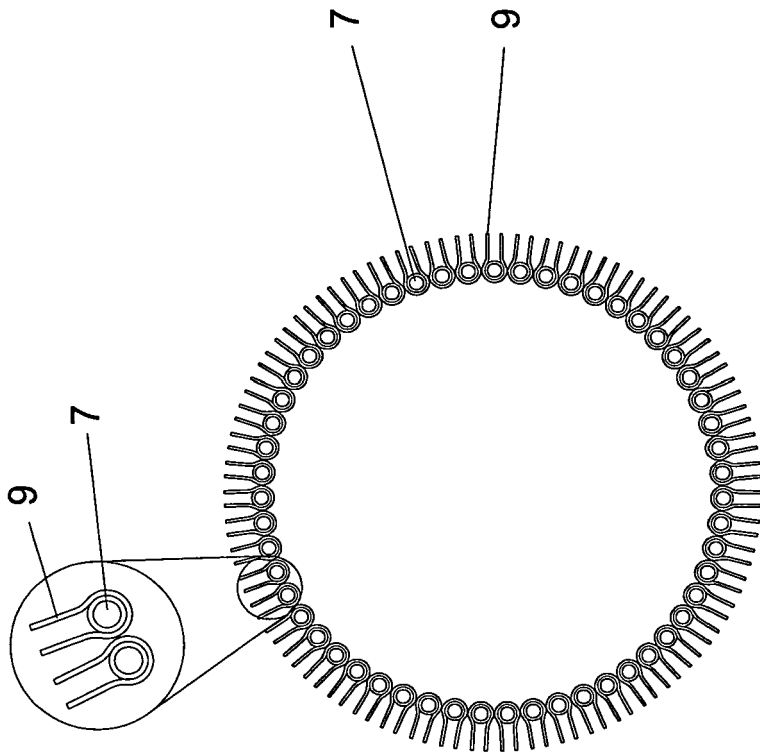


Fig. 2

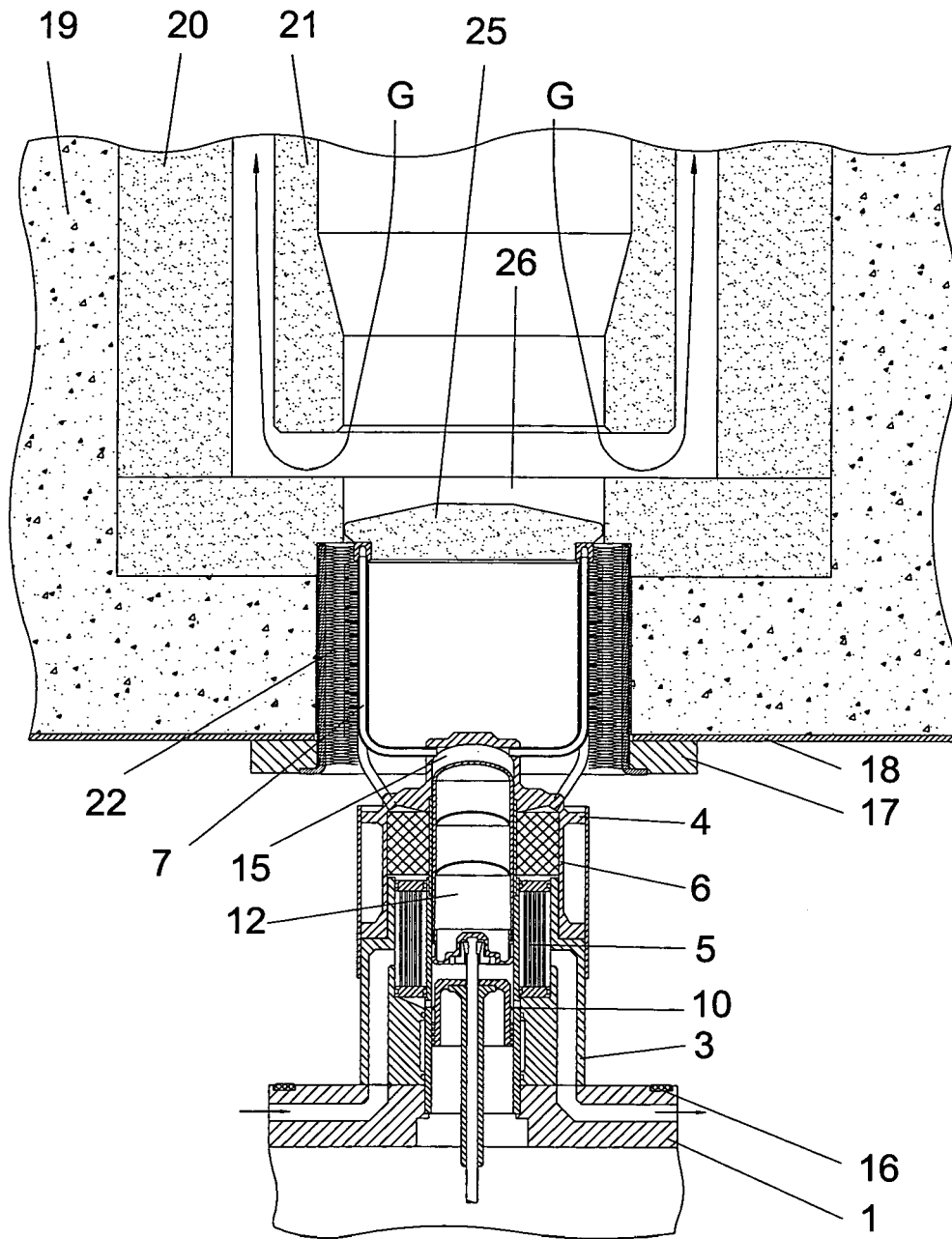


Fig.4

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 10337312 B3 [0003]
- JP 57077898 A [0003]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- The Philips Stirling Engine. *C/M Hargreaves*, ISBN 0-444-88463-7, 144 [0017]