



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.07.2001 Patentblatt 2001/29

(51) Int Cl.7: **F01K 3/18, F22B 1/18**

(21) Anmeldenummer: **00126349.0**

(22) Anmeldetag: **02.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: **MAN Turbomaschinen AG GHH BORSIG**
46145 Oberhausen (DE)

(72) Erfinder: **Gericke, Bernd**
51067 Köln (DE)

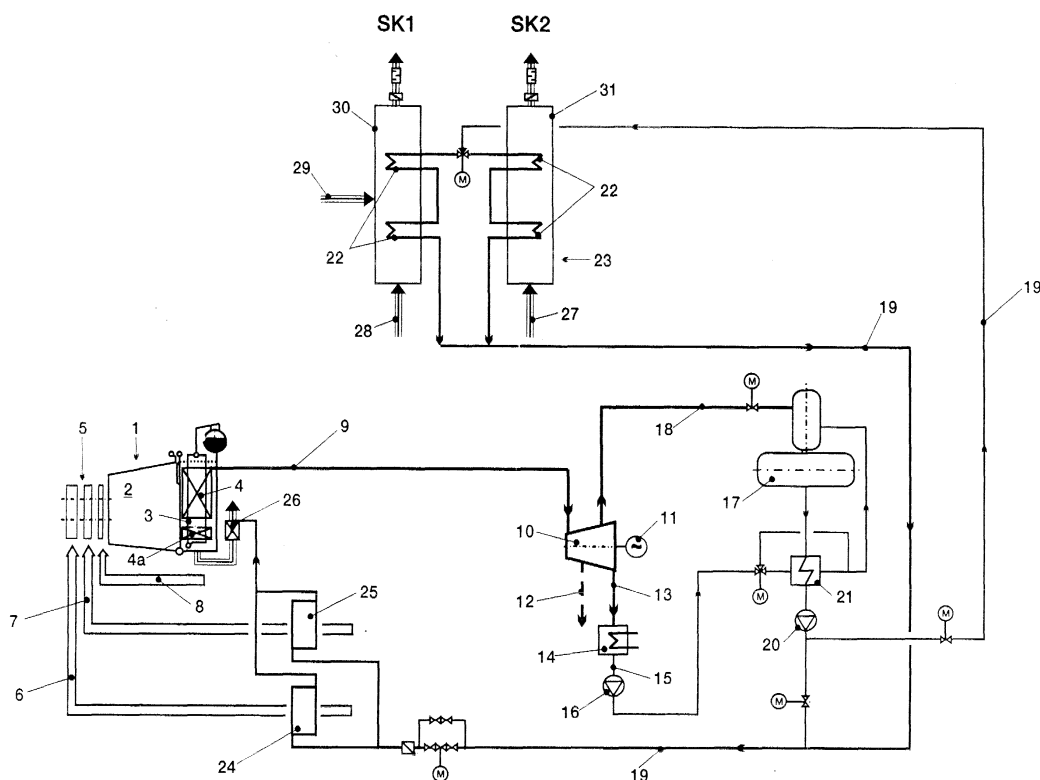
(30) Priorität: **15.01.2000 DE 10001512**

(74) Vertreter: **Radünz, Ingo, Dipl.-Ing.**
Schumannstrasse 100
40237 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren zur Erzeugung von Dampf und eine Dampferzeugeranlage**

(57) In einem Verfahren zur Erzeugung von Dampf in einer Dampferzeugeranlage mit einem mit Gichtgas gefeuerten Dampferzeuger (1) wird das entgaste Speisewasser des Dampferzeugers (1) in einem externen Wasser/Wasser-Wärmetauscher (21) im Wärmetausch mit Dampfturbinenkondensat gekühlt. Das gekühlte und anschließend hochgespannte Speisewasser wird in ei-

nem von dem Dampferzeuger (1) unabhängigen Abhitzekeessel (23) im Wärmetausch mit Abluft vorgewärmt. Das dem Dampferzeuger (1) zugeführte Gichtgas und die dem Dampferzeuger (1) zugeführte Verbrennungsluft werden im Wärmetausch mit dem vorgewärmten Speisewasser in außen liegenden Vorwärmern (24, 25) vorgewärmt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung von Dampf in einer Dampferzeugeranlage mit einem mit Gichtgas gefeuerten Dampferzeuger und eine Dampferzeugeranlage.

[0002] In Hüttenwerken fallen prozessbedingte Abfallgase wie Gicht-, Koksofen- und Konvertergas an. Es besteht Interesse daran, diese Abfallgase in effizienter Weise zur Stromerzeugung auszunutzen. Wegen der erhöhten Investitionen und wegen des technischen Risikos, diese Abfallgase in Gasturbinen für Kombiprozessen einzusetzen, werden konventionelle Lösungen mit Hochdruckdampferzeugern angestrebt. Bei den prozessbedingt starken Heizwertschwankungen, z. B. des Gichtgases muss bei der Verstromung zur Stabilisierung der Verbrennung im Dampferzeuger Erdgas und Heizöl als Stützfeuer eingesetzt werden.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, das gattungsgemäße Verfahren derart weiterzuentwickeln, dass auf eine Stützfeuerung mit Edelbrennstoffen bei der Verbrennung des Gichtgases im Dauerbetrieb verzichtet werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Verfahren erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst. Eine Dampferzeugeranlage zur Durchführung des Verfahrens ist Gegenstand des Anspruches 5. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Durch die Einkopplung von Abwärme in den Verbrennungsprozess kann auch bei abgesenkten Heizwerten im Gichtgas auf Edelbrennstoffe als Stützfeuer verzichtet werden. Derartige Abwärme fällt in Sinterkühlanlagen von Hüttenwerken an, in denen zeitgleich auch Gichtgas als Abfallgas aus dem Hochofenprozess erzeugt wird. Die von den gesinterten Feinerzen an die Kuhlluft abgegebene Wärme wird gemäß der Erfindung über Wärmetauscherflächen im Abhitzekeessel durch ein Wärmeverschiebesystem in das Hochdrucksystem des Dampferzeugers eingekoppelt. Damit wird Abfallwärme mit unterschiedlichem und insbesondere niedrigem Temperaturniveau und Abfallgas mit schwankendem und insbesondere geringem Heizwert zur Erzeugung von Dampf ausgenutzt.

[0006] Die Wärmeausnutzung im Bereich der Sinterkühlanlagen gestaltet sich auf Grund der besonderen Temperatur- und Kuhlftmengenverhältnisse besonders vielschichtig. Längs des Sinterbandes wird an verschiedenen Stellen dem Sintergut über Kuhlft Wärme entzogen, wodurch Wärmequellen unterschiedlichen Temperaturniveaus entstehen. Um einen entsprechend hohen Anteil des unterschiedlichen Wärmepotentials sinnvoll ausnutzen zu können, bedarf es eines besonderen Abhitzekeesselkonzeptes. Der exergetisch interessanteste Teil der Abwärmemenge aus der Sinterkühlanlage macht nur einen geringen Prozentsatz der gesamten Kuhlftmenge aus. Während dieser verhältnis-

mäßig geringe Kuhlftmassenstrom dank seiner höheren Gastemperatur sich besonders zur hohen Speisewasservorwärmung anbietet, wird der größere Kuhlftmassenstrom mit niedriger Temperatur zur restlichen Speisewasservorwärmung genutzt. Um zusätzliche Temperaturstrahlen auf der Kuhlftseite zu vermeiden, werden beide Kuhlftströme erst in der Mitte des zweigeteilten Abhitzekeessels bei nahezu gleichem Temperaturniveau zusammengeführt.

[0007] Dabei ermöglicht die Absenkung der Temperatur des entgasten Speisewassers durch den Wärmetausch mit dem zurückgeführten Dampfturbinenkondensat die Einkopplung von Abwärme von niedrigem Temperaturniveau.

[0008] Die Temperatur des Speisewassers wird vor dem Eintritt in die Wärmetauscherflächen des Abhitzekeessels auf den physikalisch niedrigstmöglichen Wert abgesenkt. Vorteilhaft ist es dabei, wenn das Speisewasser durch den Wärmetausch mit dem zurückgeführten Dampfturbinenkondensat gekühlt wird. Die auf diese Weise abgesenkte Temperatur des Speisewassers erlaubt auch aus der niedertemperaturigen Sinterkühlft Wärme auszukoppeln.

[0009] Das Wärmeverschiebesystem besteht aus zwei außen liegenden zusätzlichen Vorwärmern, welche die Abwärme teilweise der gesamten Verbrennungsluft und dem Brennstoff Gichtgas zuführen. Hierdurch wird der Heizwert des Gichtgases so weit erhöht, dass im Normalbetrieb kein Stützfeuer über hochkalorige Edelbrennstoffe wie Erdgas notwendig ist.

[0010] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher erläutert. Die Zeichnung zeigt ein Verfahrensschema zur Erzeugung von Dampf.

[0011] Ein nach dem Naturumlaufprinzip arbeitender Dampferzeuger 1 enthält eine Brennkammer 2, der ein von oben nach unten durchströmter Rauchgaszug 3 nachgeschaltet ist. In dem Rauchgaszug 3 sind Nachschaltheizflächen wie der Überhitzer 4 und der Konvektionsverdampfer 4a angeordnet. Anstelle eines Naturumlaufdampferzeugers kann auch ein Zwangsumlauf- oder ein Zwangsdurchlaufdampferzeuger eingesetzt werden. Es kann auch eine andere als die dargestellte Rauchgasführung, z. B. nach Art eines Turmkessels verwendet werden.

[0012] Der Dampferzeuger 1 wird mit Gichtgas befeuert. Die Brennkammer 2 ist an der Stirnseite mit nur schematisch dargestellten Brennern 5 versehen. Die Brenner 5 sind mit einer Luftleitung 6 zur Zuführung von Verbrennungsluft und mit einer Gichtgasleitung 7 zur Zuführung von Gichtgas verbunden. Bei Störfällen und bei Ausfall des später beschriebenen Abhitzekeessels 23 kann zur Absicherung der Dampfleistung Koksofengas oder Erdgas als Notfallbrennstoff eingesetzt werden. Dieser Notfallbrennstoff wird den Brennern 5 über eine Gasleitung 8 zugeführt.

[0013] An den Überhitzer 4 des Dampferzeugers 1 ist eine Dampfleitung 9 angeschlossen, die zu einer

Dampfturbine 10 geführt ist. Die Dampfturbine 10 ist mit einem Generator 11 zur Stromerzeugung gekoppelt. Der Dampfturbine 10 kann über eine geregelte Entnahme 12 Prozessdampf entnommen werden, der in ein Dampfnetz eingespeist wird.

[0014] Der Ausgang der Dampfturbine 10 ist mit einer Abdampfleitung 13 verbunden, die zu einem Kondensator 14 geführt ist. In dem Kondensator 14 wird der Abdampf kondensiert, und das Dampfturbinenkondensat wird über eine Kondensatleitung 15, in der eine Förderpumpe 16 angeordnet ist, zu einem Entgaser 17 gefördert. Der Entgaser 17 wird mit Anzapfdampf betrieben, der über eine Anzapfleitung 18 der Dampfturbine 10 entnommen wird.

[0015] An den Entgaser 17 ist eine Speisewasserleitung 19 angeschlossen, in der eine Speisewasserpumpe 20 angeordnet ist, die den Druck des Speisewassers auf den Prozessdruck des Dampferzeugers 1 erhöht. In der Speisewasserleitung 19 ist zwischen dem Entgaser 17 und der Speisewasserpumpe 20 ein Wasser/Wasser-Wärmetauscher 21 angeordnet, der gleichzeitig an die Kondensatleitung 15 angeschlossen ist.

[0016] Die Speisewasserleitung 19 ist zu parallel geschalteten Wärmetauscherflächen 22 geführt, die in einem Abhitzekeßel 23 angeordnet sind. Stromabwärts von den Wärmetauscherflächen 22 ist die Speisewasserleitung 19 mit einem externen Luftvorwärmer 24, an den die Luftleitung 6 angeschlossen ist, und parallel dazu mit einem Gasvorwärmer 25, an den die Gichtgasleitung 7 angeschlossen ist, verbunden. Im Anschluss an den Luftvorwärmer 24 und den Gasvorwärmer 25 ist die Speisewasserleitung 19 zu einem Speisewasservorwärmer 26 geführt, der von dem Rauchgas durchströmt ist, das den Dampferzeuger 1 verläßt. Dieser Speisewasservorwärmer 26 ist wasserseitig mit dem Wasser-Dampf-Kreislauf des Dampferzeugers 1 verbunden.

[0017] Der Abhitzekeßel 23 ist einer Sinteranlage zur Sinterung von Feinerzen auf einem Sinterband nachgeschaltet. Während des Sinterprozesses wird Luft der auf dem Sinterband ruhenden Schicht der Sintermischung bzw. des Sinters zugeführt. Durch die Luft wird der Sinterprozess durch die Verbrennung der der Sintermischung beigemischten Feinkohle aufrechterhalten. Nach erfolgter Sinterung wird über zusätzliche Gebläse Kühlluft durch den Sinter gedrückt oder gesaugt. Auf diese Weise fällt längs des Sinterkühlbandes SK1 im Gaszug 30 Abluft mit unterschiedlichen Temperaturen und in unterschiedlichen Mengen oder aber, wie im Gaszug 31 dargestellt, Kühlluft mit einer entsprechenden Mischtemperatur beim Sinterkühlbandes SK2 an. Um diese verschiedenen Abluftströme 27, 28, 29 in dem Abhitzekeßel 23 ausnutzen zu können, ist der Abhitzekeßel 23 zweigeteilt und weist zwei Gaszüge 30, 31 auf. Die Wärmetauscherflächen 22 sind auf diese beiden Gaszüge 30, 31 verteilt. Die Gaszüge 30, 31 des Abhitzekeßels 23 sind mit Anschlussstutzen für die unterschiedlichen Abgasströme 27, 28, 29 versehen. Der Ab-

gasstrom 29, der eine niedrigere Temperatur aufweist als der Abgasstrom 28 wird in den Abhitzekeßel 23 an einer Stelle eingespeist, an der der Abgasstrom 28 durch Abkühlung eine Temperatur angenommen hat, die etwa der des Abgasstromes 29 entspricht. Beide Sinterkühlanlagen SK1 und SK2 können in Bezug auf die oben beschriebene Wärmeauskopplung auch in Reihe geschaltet werden.

[0018] In dem Wasser/Wasser-Wärmetauscher 21 wird das entgaste Speisewasser aus dem Entgaser 17 im Wärmetausch mit dem Kondensat aus dem Kondensator 14 soweit wie möglich abgekühlt. Durch die Speisewasserpumpe 20 wird der Druck des gekühlten Speisewassers auf den Prozessdruck des Dampferzeugers 1 gebracht. In dem Abhitzekeßel 23 wird die Temperatur des gekühlten und hochgespannten Speisewassers entsprechend erhöht. Mit dieser Temperatur tritt das Speisewasser in den Luftvorwärmer 24 und den Gasvorwärmer 25 ein, wodurch die Verbrennungsluft und das Gichtgas jeweils höchstmöglich vorgewärmt werden. Bei Eintritt in den Speisewasservorwärmer 26 weist das Speisewasser dann noch eine Temperatur von wenigen Kelvin oberhalb der Temperatur im Entgaser 17 auf. Die Werte können je nach den Gegebenheiten an den Sinterkühlanlagen SK1, SK2 und je nach den vorliegenden Dampfparametern stark variieren.

[0019] Das Speisewasser wird vor dem Eintritt in die Wärmetauscherflächen 22 des Abhitzekeßels 23 auf die physikalisch niedrigstmögliche Temperatur abgekühlt. Besteht aufgrund der Zusammensetzung der den Abhitzekeßel 23 durchströmenden Abgase nicht die Gefahr, dass eine Taupunktunterschreitung auftritt, die Korrosionsschäden an den Wärmetauscherflächen verursacht, so wird, wie beschrieben, das Speisewasser vor dem Eintritt in die Wärmetauscherflächen durch Dampfturbinenkondensat gekühlt. Das trifft normalerweise auf Abhitzekeßel zu, in denen Abluft aus Sinterkühlbändern gekühlt wird. Muss jedoch mit Korrosionsschäden gerechnet werden, so muss die Temperatur des Speisewassers vor dem Eintritt in die Wärmetauscherflächen 22 des Abhitzekeßels 23 etwa der Temperatur des Entgasers 17 entsprechen. In diesem Fall wird abweichend von der Zeichnung der Wasser/Wasser-Wärmetauscher 21 in die Speisewasserleitung 19 stromaufwärts von dem Luftvorwärmer 24, und dem Gichtgasvorwärmer 25 und stromabwärts von dem Speisewasservorwärmer 26 verlegt. Dabei wird unter Absenkung der Speisewassertemperatur für den Speisewasservorwärmer 26 das Dampfturbinenkondensat vor dem Eintritt in dem Entgaser 17 vorgewärmt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Dampf in einer Dampferzeugeranlage mit einem mit Gichtgas gefeuerten Dampferzeuger (1), dadurch gekennzeichnet, dass das entgaste und anschließend hochgespannte

- Speisewasser des Dampferzeugers (1) in einem von dem Dampferzeuger (1) unabhängigen Abhitzekeessel (23) im Wärmetausch mit Abluft vorgewärmt wird und dass das dem Dampferzeuger (1) zugeführte Gichtgas und die dem Dampferzeuger (1) zugeführte Verbrennungsluft im Wärmetausch mit dem vorgewärmten Speisewasser in außen liegenden Vorwärmern (24, 25) vorgewärmt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das entgaste Speisewasser in einem externen Wasser/Wasser-Wärmetauscher (21) im Wärmetausch mit Dampfturbinenkondensat gekühlt wird, dass der Druck des entgasten Speisewassers erhöht und dass das gekühlte und hochgespannte Speisewasser dem Abhitzekeessel zugeführt wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Abhitzekeessel (23) einer Sinteranlage zur Sinterung von Feinerzen nachgeschaltet ist und dass die in der Sinterkühlanlage mit unterschiedlichen Temperaturen anfallenden Abluftströme (27, 28, 29) entsprechend ihrem jeweiligen Temperaturniveau getrennt voneinander in den Abhitzekeessel (23) eingeführt werden.
 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Speisewasser vor dem Eintritt in den Abhitzekeessel (23) auf die physikalisch niedrigstmögliche Temperatur gekühlt wird.
 5. Dampferzeugeranlage zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 4, wobei der Dampferzeuger (1) der Dampferzeugeranlage eine mit Gichtgas befeuerte Brennkammer (2) und Nachschaltheizflächen aufweist, denen eine Dampfturbine (10), ein Kondensator (14) und ein Entgaser (17) nachgeschaltet sind und wobei an den Entgaser (17) eine Speisewasserleitung (19) angeschlossen ist, in der eine Speisewasserpumpe (20) zur Druckerhöhung angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Speisewasserleitung (19) zu Wärmetauscherflächen (22) geführt ist, die innerhalb eines von dem Dampferzeuger (1) unabhängigen Abhitzekeessels (23) angeordnet sind und dass die Wärmetauscherflächen (22) des Abhitzekeessels (23) speisewasserseitig mit einem Vorwärmer (24) zur Vorwärmung von Verbrennungsluft und mit einem Vorwärmer (25) zur Vorwärmung von Gichtgas verbunden sind.
 6. Dampferzeugeranlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass in der Speisewasserleitung (19) zwischen dem Entgaser (17) und der Speisewasserpumpe (20) ein Wasser/Wasser-Wärmetauscher (21) angeordnet ist, der an die Kondensatlei-
- tung (15) zwischen dem Kondensator (14) und dem Entgaser (17) angeschlossen ist.
7. Dampferzeugeranlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Abhitzekeessel (23) einer Sinteranlage zur Sinterung von Feinerzen nachgeschaltet ist.
 8. Dampferzeugeranlage nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Abhitzekeessel (23) zweigeteilt und mit mehreren Anschlüssen für die Zufuhr von unterschiedlichen Abluftströmen (27, 28, 29) versehen ist.

