

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 130 314 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.06.2005 Patentblatt 2005/23

(51) Int Cl.7: **F22G 1/16**

(21) Anmeldenummer: **01102302.5**

(22) Anmeldetag: **01.02.2001**

(54) **Hochdruckdampferzeuger**

High pressure steam generator

Générateur de vapeur à haute pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **29.02.2000 DE 10009454**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.09.2001 Patentblatt 2001/36

(73) Patentinhaber: **MAN TURBO AG**
46145 Oberhausen (DE)

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

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

(56) Entgegenhaltungen:

CH-A- 323 723	DE-A- 1 551 270
DE-B- 1 120 061	DE-C- 971 815
FR-A- 1 371 934	FR-A- 1 426 434
GB-A- 721 276	GB-A- 839 669
US-A- 4 027 145	

EP 1 130 314 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hochdruckdampf-
ferzeuger mit einem aus Hochdruckteil und Mittel- oder
Niederdruckteil bestehenden Dampfturbinensatz mit
den Merkmalen des Oberbegriffes des Anspruches 1.

[0002] Derartige Hochdruckdampf-
ferzeuger können dazu dienen, zum Beispiel Hüttengase effizient zu ver-
stromen, was seit jeher ein entscheidender ökonomi-
scher Faktor in Hüttenkraftwerken gewesen ist. In der
Regel wurden dabei einfache, aber höherwertigere
Kreisprozesse mit hohen Dampfparametern und rege-
nerativer Speisewasservorwärmung neu installiert oder
nachgerüstet. Dies hatte zur Folge, dass teilweise neue
moderne Hüttengasdampf-
ferzeuger mit integrierter, um-
weltfreundlicher Feuerung den Dampfparametern der
vorhandenen älteren Industrie-Dampfturbinen ange-
passt wurden.

[0003] Im Zuge von Wirkungsgradsteigerungen und
CO₂-Reduktionspotentialen bieten sich in industriellen
Hüttenkraftwerken unter Wiederverwendung der vor-
handenen Hochdruckdampf-
ferzeuger Lösungen mit ei-
nen Zwischenüberhitzer an. Der Einsatz von Zwischen-
überhitzern stellt eine bekannte und erprobte Technolo-
gie zur Steigerung des elektrischen Wirkungsgrades im
Dampfprozess dar. Hierbei werden die Heizflächen der
Zwischenüberhitzer als Mitteldruckteil im Hochdruck-
dampf-
ferzeuger integriert, wobei die beiden Dampfturbi-
nenstufen auf einer gemeinsamen Welle angeordnet
werden. Der Hochdruckteil und der Mittel- oder Nieder-
druckteil des Hochdruckdampf-
ferzeugers und des
Dampfturbinensatzes sind daher betriebsmäßig stark
miteinander verknüpft.

[0004] Aus der US-A-4 027 145 ein Hochdruckdamp-
ferzeuger bekannt ist, der mit einem aus Hochdruckteil
und Niederdruckteil bestehenden Dampfturbinensatz
gekoppelt ist, der seinerseits mit einem gemeinsamen
Generator verbunden ist. Der Dampf-
ferzeuger enthält eine
Doppelbrennkammer mit zwei Brennkammern, die
von als Hochdruckverdampfer ausgebildeten Rohrwän-
den umschlossen und feuerungsseitig miteinander ver-
knüpft sind. Die eine Brennkammer nimmt zwei Über-
hitzer auf, und die andere Brennkammer nimmt einen
Zwischenüberhitzer auf, über den der Hochdruckteil
und der Niederdruckteil des Dampfturbinensatzes mit-
einander verbunden sind.

[0005] Aus DE 971 815 C ist ein Hochdruckdampf-
ferzeuger mit zwei Brennkammern bekannt, die am Aus-
trittsseite miteinander verbunden sind. Jede der Brenn-
kammern nimmt einen Verdampfer, einen Überhitzer
und einen Hochdruck- oder einen Niederdruck-Zwi-
schenüberhitzer auf. In Strömungsrichtung der Rauch-
gase hinter den Überhitzern ist in dem beiden Brenn-
kammern gemeinsamen Bereich ein Speisewasservor-
wärmer angeordnet.

[0006] Die FR-A-1 371 934 zeigt einen druckaufgela-
denen Dampf-
ferzeuger mit zwei Feuerräumen. In jedem
der Feuerräume ist eine Stufe eines zweistufigen Über-

hitzers angeordnet.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den
gattungsgemäßen Hochdruckdampf-
ferzeuger derart zu
gestalten, dass eine Wirkungsgradsteigerung durch den
Einsatz eines Zwischenüberhitzers möglich wird, ohne
dass Umbaumaßnahmen an einem bereits vorhande-
nen Hochdruckdampf-
ferzeuger notwendig sind.

[0008] Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemä-
ßen Hochdruckdampf-
ferzeuger erfindungsgemäß durch
die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 ge-
löst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind
Gegenstand der Unteransprüche.

[0009] Das erfindungsgemäße Konzept der Zwi-
schenüberhitzer-Schaltung lässt sich sowohl auf kon-
ventionelle Kraftwerke mit anderen Brennstoffen als
Hüttengase als auch auf kombinierte Gas-Dampf-Kraft-
anlagen anwenden. Im letzteren Fall bieten sich Zwi-
schenüberhitzer-Lösungen mit Zusatzverdampfer und
Zusatzfeuerung zum Beispiel mit Gichtgas oder unge-
feuerte Abhitzeanlagen an.

[0010] Durch die Anordnung des den Wirkungsgrad
steigernden Zwischenüberhitzers in einem getrennten
Rauchgaskanal kann der Hochdruckdampf-
ferzeuger in
seiner vorhandenen Form bestehen bleiben. Sind dar-
über hinaus in Ausgestaltung der Erfindung der Hoch-
druckteil und der Mittel- oder Niederdruckteil des
Dampfturbinensatzes jeweils über eine Kupplung mit ei-
nem Generator verbunden, so können im Stör- oder Be-
darfsfall die Hochdruckteile und die Mittel- oder Nieder-
druckteile von Hochdruckdampf-
ferzeuger und Dampf-
turbinesatz unabhängig voneinander betrieben wer-
den. Weitere Vorteile der Erfindung werden im Zusam-
menhang mit der Erläuterung des Ausführungsbeispie-
les genannt.

[0011] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in
der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher
erläutert. Die Zeichnung zeigt das Schaltbild eines
Hochdruckdampf-
ferzeugers mit einen Zwischenüber-
hitzer.

[0012] Ein vorzugsweise in einem Hüttenwerk ange-
ordneter und mit Gichtgas beheizter Hochdruckdamp-
ferzeuger 1 ist mit einem Überhitzer 2 versehen. Eine
sich an der Überhitzer 2 anschließende Hochdruck-
dampf-
leitung 3 ist zu dem Hochdruckteil 4 eines Dampf-
turbinesatzes geführt. Der Abdampfaustritt des Hoch-
druckteiles 4 ist über eine Verbindungsleitung 5 mit ei-
nem Zwischenüberhitzer 6.

[0013] Der Zwischenüberhitzer 6 ist austrittsseitig
über eine Zwischendampf-
leitung 7 mit dem Mittel- oder
Niederdruckteil 8 des Dampfturbinensatzes verbunden.
Der Abdampfaustritt des Mittel- oder Niederdruckteiles
8 ist zu einem Kondensator 9 geführt. An den Konden-
sator 9 ist eine Kondensatleitung 10 angeschlossen, in
der sich eine Kondensatpumpe 11 befindet. Die Kon-
densatleitung 10 ist über einen Wasser/Wasser-Wär-
metauscher 12 zu einem thermischen Speisewasser-
entgaser 13 geführt, der über eine Anzapf-
leitung 14 mit
Anzapfdampf aus dem Mittel- oder Niederdruckteil 8

des Dampfturbinensatzes beheizt wird. An den Speisewasserentgaser 13 schließt sich eine Speisewasserleitung 15 an, die durch den Wasser/Wasser-Wärmetauscher 12 geführt ist und in der eine Druckerhöhungspumpe 16 angeordnet ist. Die Speisewasserleitung 15 mündet in einen Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 ein, dessen Austritt mit dem Hochdruckdampferzeuger 1 verbunden ist. Insoweit ist der Hochdruckdampferzeuger 1 bekannt.

[0014] Der Zwischenüberhitzer 6 ist in einem von dem Hochdruckdampferzeuger 1 getrennten Rauchgaskanal 18 angeordnet, der sich an eine Brennkammer 19 anschließt. Die Brennkammer 19 ist mit einem Brenner 20 versehen, der mit Gichtgas betrieben wird. Die Brennkammer 19 ist als eine mit feuerfesten Steinen ausgemauerte Verbrennungsmuffel ausgebildet und stellt eine adiabatische Kammer dar. Durch die Rückstrahlung der heißen Wände der Verbrennungsmuffel wird eine selbstgängige Verbrennung des Gichtgases ermöglicht. Auf Erdgas als Stützfeuer kann daher auch bei Heizertschwankungen des Gichtgases im Dauerbetrieb verzichtet werden. Lediglich im Anfahrbetrieb zum Aufheizen der Steine der Brennkammer 19 bis auf Betriebstemperatur wird Erdgas benötigt.

[0015] Innerhalb des Rauchgaskanals 18 ist in Strömungsrichtung der Rauchgase hinter dem Zwischenüberhitzer 6 der bereits erwähnte Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 angeordnet. Auf diese Weise kann auf eine regenerative Speisewasservorwärmung mittels Anzapfdampf des Dampfturbinensatzes verzichtet werden. Es ist damit nur die zu dem thermischen Speisewasserentgaser 13 führende Dampfanzapfung notwendig.

[0016] In Strömungsrichtung der Rauchgase ist innerhalb des Rauchgaskanals 18 hinter dem Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 ein Luftvorwärmer 21 zur Bereitstellung von vorgewärmter Verbrennungsluft für den Brenner 20 der Brennkammer 19 angeordnet. Zur weiteren Absenkung der Temperatur des Rauchgases kann in dem Rauchgaskanal 18 ein Kondensatvorwärmer 22 installiert werden.

[0017] Von dem Rauchgaskanal 18 ist zwischen dem Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 und dem Luftvorwärmer 21 eine Rauchgasrückführungsleitung 23 abzweigend, die in die Brennkammer 19 einmündet. Ein in der Rauchgasrückführungsleitung 23 angeordnetes Gebläse 24 entnimmt aus dem Rauchgaskanal 18 geregeltes Rauchgas und bläst es in die Brennkammer 19.

[0018] Mit Hilfe der Rauchgasrezirkulation wird die Austrittstemperatur des in dem Hochdruckspeisewasservorwärmer 17 erwärmten Speisewassers geregelt, wodurch der Hochdruckdampferzeuger 1 mit einer von der Dampferzeugerlast unabhängigen, konstanten Speisewassertemperatur betrieben werden kann. Durch die Rezirkulation des Rauchgases wird weiterhin die Temperatur vor den Heizflächen des Zwischenüberhitzers 6 so weit reduziert (auf etwa 950°C), dass trotz der direkten Feuerung geringe dampfseitige Druckab-

fälle zur Kühlung der Heizflächen wie in konventionellen Anlagen realisiert werden können.

[0019] In dem Wasser/Wasser-Wärmetauscher 12 wird die Temperatur des entgasten Speisewassers durch den Wärmetausch mit dem zurückgeführten, kälteren Kondensat erniedrigt. Dadurch wird sowohl die Grädigkeit an den Heizflächen des Hochdruckspeisewasservorwärmers 17 als auch der rauchgasseitige Wärmetausch erhöht.

[0020] Der Zwischenüberhitzer 6 besteht aus zwei Zwischenüberhitzerstufen 6.1, 6.2. Vor dem Eintritt in die erste Zwischenüberhitzerstufe 6.1 ist in der Verbindungsleitung 5 ein Dampfumformventil 25 vorgesehen. Dieses Dampfumformventil 25 befindet sich nur dann in Eingriff, wenn an dem Hochdruckteil 4 des Dampfturbinensatzes Störungen auftreten und zum Beispiel ein Schnellschluss erfolgt. Zwischen den beiden Zwischenüberhitzerstufen 6.1, 6.2 ist ein Einspritzkühler 26 angeordnet. Die Regelung der Austrittstemperatur des Zwischendampfes erfolgt über die Feuerung der Brennkammer 19. Dabei hält der Einspritzkühler 26 bei Laständerungen die für die Dampfturbine zulässigen Temperaturen ein. Der Vorteil dieser Regelung liegt in der lastunabhängigen Konstanz der Austrittstemperatur des Zwischendampfes ohne Änderung auf der Einspritzwasserseite im Gegensatz zu konventionellen Dampferzeugern mit Zwischenüberhitzung. Eine Reduzierung des elektrischen Wirkungsgrads durch höhere Einspritzwassermengen auf der Zwischenüberhitzerseite ist daher bei dem oben beschriebenen Verfahren nicht gegeben.

[0021] Der Abdampfaustritt des Hochdruckteiles 4 des Dampfturbinensatzes ist über eine Zweigleitung 27 unter Umgehung des Zwischenüberhitzers 6 direkt mit dem Dampfeintritt des Mittel- oder Niederdruckteil 8 des Dampfturbinensatzes verbunden. Eine von dieser Zweigleitung 27 ausgehende Leitung 28 ist unter Umgehung des Mittel- oder Niederdruckteiles 8 zu dem Kondensator 9 geführt. Ferner ist der Abdampfaustritt des Hochdruckteiles 4 über eine mit einem Dampfumformventil 29 versehene Leitung 30 mit dem Speisewasserentgaser 13 verbunden.

[0022] Dem Dampfturbinensatz ist ein Generator 31 nachgeschaltet. Dieser Generator 31 ist als gemeinsamer Generator über jeweils eine als Schnellkupplung ausgebildete Kupplung 32, 33 mit dem Hochdruckteil 4 und dem Mittel- oder Niederdruckteil 8 des Dampfturbinensatzes verbunden. Konstruktiv können die Gehäuse der beiden Dampfturbinenstufen einflutig mit axialer Abströmung ausgeführt werden. In Verbindung mit der zuvor beschriebenen Schaltung ist dadurch eine betriebsmäßige Entkopplung der beiden Dampfturbinenstufen möglich. Der Hochdruckteil und der Mittel- oder Niederdruckteil des Hochdruckdampferzeugers 1 und des Dampfturbinensatzes können daher im Stör- und Bedarfsfall unabhängig voneinander betrieben werden.

Patentansprüche

1. Hochdruckdampferzeuger mit einem aus Hochdruckteil (4) und Mittel- oder Niederdruckteil (8) bestehenden Dampfturbinensatz, wobei der Hochdruckteil (4) und der Mittel- oder Niederdruckteil (8) über einen Zwischenüberhitzer-Kreislauf miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenüberhitzer (6) in einem von dem Hochdruckdampferzeuger (1) getrennten, direkt beheizten Rauchgaskanal (18) angeordnet ist. 10
2. Hochdruckdampferzeuger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hochdruckteil (4) und der Mittel- oder Niederdruckteil (8) des Dampfturbinensatzes jeweils über eine Kupplung (32, 33) mit einem gemeinsamen Generator (31) verbunden sind. 15
3. Hochdruckdampferzeuger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rauchgaskanal (18) an eine Brennkammer (19) angeschlossen ist, die als eine mit feuerfesten Steinen ausgemauerte Verbrennungsmuffel ausgebildet ist. 20
4. Hochdruckdampferzeuger nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brennkammer (19) mit Gichtgas befeuert ist. 25
5. Hochdruckdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwischenüberhitzer (6) aus zwei Zwischenüberhitzerstufen (6.1, 6.2) besteht, zwischen denen ein Einspritzkühler (26) angeordnet ist. 30
6. Hochdruckdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Rauchgaskanal (18) in Strömungsrichtung der Rauchgase hinter dem Zwischenüberhitzer (6) ein zu dem Hochdruckdampferzeuger (1) gehörender Hochdruckspeisewasservorwärmer (17) angeordnet ist. 35
7. Hochdruckdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Rauchgaskanal (18) in Strömungsrichtung der Rauchgase hinter dem Hochdruckspeisewasservorwärmer (17) des Hochdruckdampferzeugers (1) ein Luftvorwärmer (21) zur Vorwärmung der Verbrennungsluft für die Brennkammer (19) angeordnet ist. 40
8. Hochdruckdampferzeuger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** von dem Rauchgaskanal (18) eine Rauchgasrückführungsleitung (23) zu der Brennkammer (19) geführt ist. 45

Claims

1. High-pressure steam generator with a steam turbine set consisting of high-pressure part (4) and medium-pressure or low-pressure part (8), wherein the high-pressure part (4) and the medium-pressure or the lower-pressure part (8) are connected together by way of an intermediate superheater circuit, **characterised in that** the intermediate superheater (6) is arranged in a directly heated flue gas channel (18) separate from the high-pressure steam generator (1). 5
2. High-pressure steam generator according to claim 1, **characterised in that** the high-pressure part (4) and the medium-pressure or low-pressure part (8) of the steam turbine set are each connected with a common generator (31) by way of a respective clutch (32, 33). 10
3. High-pressure steam generator according to claim 1 or 2, **characterised in that** the flue gas channel (18) is connected with the combustion chamber (9) which is constructed as a combustion muffle lined by refractory blocks. 15
4. High-pressure steam generator according to claim 3, **characterised in that** the combustion chamber (19) is fired by blast furnace gas. 20
5. High-pressure steam generator according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the intermediate superheater (6) consists of two intermediate superheater stages (6.1, 6.2), between which an injection cooler (26) is arranged. 25
6. High-pressure steam generator according to one of claims 1 to 5, **characterised in that** a high-pressure feedwater preheater (17) belonging to the high-pressure steam generator (1) is arranged in the flue gas channel (18) behind the intermediate superheater (6) in flow direction of the flue gases. 30
7. High-pressure steam generator according to one of claims 1 to 6, **characterised in that** an air preheater (21) for preheating the combustion air for the combustion chamber (19) is arranged in the flue gas channel (18) behind the high-pressure feedwater preheater (17) of the high-pressure steam generator (1) in flow direction of the flue gases. 35
8. High-pressure steam generator according to one of claims 1 to 7, **characterised in that** a flue gas return line (23) to the combustion chamber (19) is led from the flue gas channel (18). 40

Revendications

1. Générateur de vapeur à haute pression comportant un groupe de turbines à vapeur constitué d'une partie haute pression (4) et d'une partie moyenne ou basse pression (8), la partie haute pression (4) et la partie moyenne ou basse pression (8) étant reliées l'une à l'autre par l'intermédiaire d'un circuit de surchauffeur intermédiaire, **caractérisé en ce que** le surchauffeur intermédiaire (6) est disposé dans un canal de gaz de fumée (18) chauffé directement, séparé du générateur de vapeur à haute pression (1). 5 10
2. Générateur de vapeur à haute pression selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la partie haute pression (4) et la partie moyenne ou basse pression (8) du groupe de turbines à vapeur sont reliées à un générateur commun, chacune par l'intermédiaire d'un coupleur (32, 33). 15 20
3. Générateur de vapeur à haute pression selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le canal de gaz de fumée (18) est raccordé à une chambre de combustion (19) qui est réalisée en moufle de combustion chemisée avec des pierres réfractaires. 25
4. Générateur de vapeur à haute pression selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** la chambre de combustion (19) est exposée à la flamme de gaz de haut fourneau. 30
5. Générateur de vapeur à haute pression selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le surchauffeur intermédiaire (6) est constitué de deux étages de surchauffeur intermédiaire (6.1, 6.2), entre lesquels est disposé un refroidisseur à injection (26). 35 40
6. Générateur de vapeur à haute pression selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** dans le canal de gaz de fumée (18) un préchauffeur d'eau d'alimentation à haute pression (17) appartenant au générateur de vapeur à haute pression (1) est disposé, dans le sens d'écoulement des gaz de fumée, en aval du surchauffeur intermédiaire (6). 45
7. Générateur de vapeur à haute pression l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** dans le canal des gaz de fumée (18), un préchauffeur d'air (21) destiné au préchauffage de l'air de combustion pour la chambre de combustion (19) est disposé, dans le sens d'écoulement des gaz de fumée, en aval du préchauffeur d'eau d'alimentation à haute pression (17) du générateur de vapeur à haute pression (1). 50 55
8. Générateur de vapeur à haute pression l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'une** conduite de recyclage des gaz de fumée (23) est amenée du canal de gaz de fumée (18) vers la chambre de combustion (19).

