

(19)



(11)

EP 2 607 785 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.06.2013 Patentblatt 2013/26

(51) Int Cl.:
F22B 37/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12186346.8**

(22) Anmeldetag: **27.09.2012**

(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**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **19.12.2011 DE 102011056634**

(71) Anmelder: **Hitachi Power Europe GmbH
47059 Duisburg (DE)**

(72) Erfinder:
• **Müller, Jürgen
51429 Bensberg (DE)**
• **Trabhardt, Horst
13465 Berlin (DE)**

(74) Vertreter: **Viering, Jentschura & Partner
Kennedydamm 55 / Roßstrasse
40476 Düsseldorf (DE)**

(54) **Verfahren zur Reduzierung des Sauerstoffgehaltes in Dampferzeugerwandrohren**

(57) Bei einem Verfahren zur Verminderung des Sauerstoffgehaltes im Strömungsvolumen von Rohren errichteter und eingebauter Rohrwandbereiche oder Rohrwandsegmente eines Dampferzeugers oder Dampfkessels eines, insbesondere mit kohlenstoffhaltigem Brennstoff befeuerten, Kraftwerks, soll eine Lösung geschaffen werden, die die Problematik einer Luftsauerstoffeinbindung in das Kesselwasser, welches beim Befüllen von Rohren der Dampferzeugerwand mit Kesselwasser und/oder beim Ablassen von Kesselwasser aus diesen Rohren besteht, beseitigt oder zumindest vermindert. Dies wird dadurch erreicht, dass in Rohre der Rohrwandbereiche oder Rohrsegmente, die im Kraftwerksbetrieb von Kesselwasser oder daraus gebildetem

Dampf durchströmt werden, vor einem Befüllen mit Kesselwasser oder Dampf in einer im jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre insbesondere in Form von Luftsauerstoff vorhandenen gasförmigen Sauerstoff verdrängenden Weise ein inertes Gas oder ein inertes Gasgemisch eingeleitet wird und/oder bei einem Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus dem jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre in einer das entstehende Freivolumen ausfüllenden Weise ein inertes Gas oder ein inertes Gasgemisch eingeleitet wird.

EP 2 607 785 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren zur Verminderung des Sauerstoffgehaltes im Strömungsvolumen von Rohren errichteter und eingebauter Rohrwandbereiche oder Rohrwandsegmente eines Dampferzeugers oder Dampfkessels eines, insbesondere mit kohlenstoffhaltigem Brennstoff befeuerten, Kraftwerks.

[0002] Die derzeit bei der Herstellung von Dampferzeugerwandrohren verwendeten modernen, hochfesten Rohrwerkstoffe reagieren empfindlich, insbesondere in Form von auftretender Spannungsrisskorrosion, auf eine erhöhte oder zu hohe Sauerstoffkonzentration in dem das jeweilige Strömungsvolumen der Rohre durchströmenden Kesselwasser. Der Sauerstoffgehalt des Kesselwassers wird daher sorgfältig entsprechend den geltenden Richtlinien, beispielsweise der einschlägigen VGB-Richtlinie oder der einschlägigen ASME (American Society of Mechanical Engineers)-Richtlinien, eingestellt und anschließend überwacht und aufrechterhalten. Beim Befüllen, insbesondere dem erstmaligen Befüllen, eines Dampferzeugers mit Kesselwasser kann jedoch der im Kesselwasser zulässige Sauerstoffgehalt dadurch überschritten werden, dass der beim Befüllen der Rohre im Strömungsvolumen der Rohre noch vorhandene Luftsauerstoff in das Kesselwasser eingebunden wird. Insbesondere bei einem ersten Anfahren des Dampferzeugers kann dies dazu führen, dass dieser dann mit einem unzulässig hohen Sauerstoffanteil im Kesselwasser - zumindest anfangs - betrieben wird.

[0003] Das gleiche Problem kann auch beim Wiederanfahren eines Dampferzeugers, beispielsweise nach einer Reparatur, geschehen, wenn beim Abstellen oder der Außerbetriebnahme des Dampferzeugers in den Strömungsvolumina der Rohre vorhandenes Kesselwasser abgelassen wird. Werden beim Abstellen des Dampferzeugers die Entlüftungsventile zum Ablassen des Kesselwassers geöffnet, so strömt in die Strömungsvolumina der Rohre beim Ablass des Wassers in die frei werdenden Strömungsvolumina Luft von außen nach. Insbesondere wenn die Dampferzeugerwandrohre noch warm sind, wird Luft angesaugt. Der in dem Luftvolumen enthaltene Luftsauerstoff kann dann in das in den Rohren verbleibende restliche Kesselwasser und/oder in das beim Wiederbefüllen in die Strömungsvolumina gegebenenfalls eingeleitete neue, frische Kesselwasser eingebunden werden, so dass sich wiederum eine unerwünschte hohe Sauerstoffkonzentration im Kesselwasser ausbildet, die die Gefahr mit sich bringt, dass hierdurch eine Spannungsrisskorrosion in den Rohren ausgelöst oder unterstützt wird.

[0004] Aus der DE 24 00 882 A ist ein Mantel- oder Rohrwärmetauscher bekannt, der ein doppelwandig ausgebildetes Kernrohr mit einem axial verlaufenden Ringraum aufweist, wobei der Ringraum mit einer Inertgasquelle verbunden ist.

[0005] Aus der US 5,701,829 A ist ein Wärmetauscher bekannt, dessen Wände wassergekühlte Rohre aufwei-

sen, die an einen Wasser/Dampf-Kreislauf angeschlossen sind. Im unteren Teil des Wärmetauschers ist ein Rohrsystem für ein Kühlmedium in dem aus dem Wasser/Dampfkreislauf zufließenden Wasser im Wärmetauscher angeordnet. Die Wärmetauscherwände weisen in diesem Bereich Öffnungen auf, durch welche hindurch Luft in den Wärmetauscher eingeleitet wird, welche dann zu einer Verwirbelung des Wassers in dem Wärmetauscher führt.

[0006] Aus der US 3,699,903 ist ein Dampferzeuger oder Dampfkessel eines Kraftwerkes bekannt, bei welchem den Brennern oder dem Feuerungsraum unabhängig von der stickstoffhaltigen Luft als Oxidationsmittel auch reiner Sauerstoff zugeführt wird.

[0007] Auch die US 1,976,462 A offenbart einen Dampferzeuger, bei welchem die Rohrwände von geschlossenen Rohrabschnitten gebildet sind, in welchen eine Flüssigkeit fließt, die im Gasraum Wärme aufnimmt und diese bei Durchfließen eines Wärmetauschers an eine darin fließende Flüssigkeit abgibt.

[0008] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die die Problematik einer Luftsauerstoffeinbindung in das Kesselwasser, welches beim Befüllen von Rohren einer Dampferzeugerwand mit Kesselwasser und/oder beim Ablassen von Kesselwasser aus diesen Rohren besteht, beseitigt oder zumindest vermindert.

[0009] Bei einem Verfahren der eingangs näher bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in Rohre der Rohrwandbereiche oder Rohrsegmente (des Dampferzeugers oder Dampfkessels), die im Kraftwerksbetrieb von Kesselwasser oder daraus gebildetem Dampf durchströmt werden, vor einem Befüllen (des Dampferzeugers oder Dampfkessels) mit Kesselwasser oder Dampf in einer im jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre insbesondere in Form von Luftsauerstoff vorhandenen gasförmigen Sauerstoff verdrängenden Weise ein inertes Gas oder ein inertes Gasgemisch eingeleitet wird und/oder

bei einem Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus dem jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre (des Dampferzeugers oder Dampfkessels) in einer das entstehende freie Strömungsvolumen ausfüllenden Weise ein inertes Gas oder ein inertes Gasgemisch eingeleitet wird.

[0010] Erfindungsgemäß wird also das beim Befüllen der Rohre mit Luftsauerstoff gefüllte Strömungsvolumen und/oder das beim Ablassen von Kesselwasser sich bildende Freivolumen im Strömungsvolumen der Rohre einer Dampferzeugerwand mit einem inerten Gas oder einem inerten Gasgemisch gefüllt, welches jeweils in die Rohre zu diesem Zeitpunkt eingeleitet wird. Beim Füllen des Dampferzeugers mit Kesselwasser verdrängt das inerte Gas oder das inerte Gasgemisch die Luft in dem jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre und es schützt diese Rohre und damit die Dampferzeugerwand vor

Spannungsrissskorrosion, die ansonsten durch die Einbindung von Luftsauerstoff in das Kesselwasser entstehen könnte. In analoger Weise wird beim Abstellen eines Dampferzeugers und Ablassen des Kesselwassers ein inertes Gas oder ein inertes Gasgemisch in das sich beim Ablassen von Kesselwasser in den Rohren jeweils bildende freie Strömungsvolumen eingeleitet. Auch in diesem Fall wird kein Luftsauerstoff in das Strömungsvolumen der Rohre eingeleitet, welcher dann ansonsten gegebenenfalls in das Kesselwasser eingebunden werden könnte. Auch unterbindet das eingeleitete inerte Gasvolumen eine ansonsten in der Stillstandsphase des Dampferzeugers gegebenenfalls stattfindende Reaktion des Luftsauerstoffes mit den Rohrrinnenwänden.

[0011] Als inertes Gas oder inertes Gasgemisch wird insbesondere ein Inertgas oder ein Inertgasgemisch verwendet, weshalb die Erfindung in Ausgestaltung vorsieht, dass jeweils ein Inertgas oder ein Inertgasgemisch eingeleitet wird. Besonders bevorzugt ist hierbei die Verwendung von Stickstoff als Inertgas.

[0012] In zweckmäßiger Ausgestaltung sieht die Erfindung vor, dass beim Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus dem jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre ein Nachströmen oder Einströmen von Luft unterbunden wird.

[0013] Insbesondere von Vorteil ist die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens dann, wenn das Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus dem jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre beim Abstellen des Dampferzeugers durchgeführt wird. Hier besteht ansonsten die große Gefahr, dass Luftsauerstoff in das Strömungsvolumen der Rohre eingesaugt wird.

[0014] Besonders zweckmäßig und vorteilhaft ist es gemäß weiterer Ausgestaltung der Erfindung, wenn das vor einem Befüllen der Rohre mit Kesselwasser oder Dampf vorhandene und/oder das bei einem Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus den Rohren entstehende freie Volumen innerhalb der Rohre vollständig mit dem inerten Gas oder dem inerten Gasgemisch befüllt wird.

[0015] Um das Einleiten von inertem Gas oder einem inerten Gasgemisch in die Rohre zu vereinfachen, sieht die Erfindung weiterhin vor, dass das inerte Gas oder inerte Gasgemisch in Form eines, insbesondere einen erhöhten Gasdruck aufweisenden, Gaspolsters bereitgestellt wird.

[0016] Hierbei ist es gemäß Weiterbildung der Erfindung für die Einleitung des inerten Gases oder inerten Gasgemisches zudem von Vorteil, wenn die Rohre in eine fluidleitende Strömungsverbindung mit dem inerten Gaspolster gebracht werden.

[0017] Um zu verhindern, dass beim Abstellen eines Dampferzeugers und dem Öffnen von Entlüftungsventilen Luftsauerstoff in das Strömungsvolumen der Rohre eindringt, sieht die Erfindung weiterhin vor, dass mit dem Öffnen von Entlüftungsventilen ein inertes Gas oder ein inerte Gasgemisch eingeleitet wird. Hierbei ist es dann weiterhin zweckmäßig und von Vorteil, wenn die Rohre

und/oder die Entlüftungsventile über angeschlossene Entlüftungsleitungen in fluidleitende Strömungsverbindung mit dem inerten Gaspolster gebracht werden.

[0018] Schließlich zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass als inertes Gas Stickstoff verwendet wird.

[0019] Von besonderem Vorteil ist die Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei Rohrwandsegmenten oder Rohrwandbereichen, deren Rohre aus einem der Stähle T22, T23 oder T24 (Bezeichnung gemäß ASTM 213 Standard) bestehen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verminderung des Sauerstoffgehaltes im Strömungsvolumen von Rohren errichteter und eingebauter Rohrwandbereiche oder Rohrwandsegmente eines Dampferzeugers oder Dampfkessels eines, insbesondere mit kohlenstoffhaltigem Brennstoff befeuerten, Kraftwerks, **dadurch gekennzeichnet,**
dass in Rohre der Rohrwandbereiche oder Rohrsegmente, die im Kraftwerksbetrieb von Kesselwasser oder daraus gebildetem Dampf durchströmt werden,
vor einem Befüllen mit Kesselwasser oder Dampf in einer im jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre insbesondere in Form von Luftsauerstoff vorhandenen gasförmigen Sauerstoff verdrängenden Weise ein inertes Gas oder ein inertes Gasgemisch eingeleitet wird
und/oder
bei einem Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus dem jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre in einer das entstehende freie Strömungsvolumen ausfüllenden Weise ein inertes Gas oder ein inertes Gasgemisch eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils ein Inertgas oder ein Inertgasgemisch eingeleitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei dem Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus dem jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre ein Nachströmen oder Einströmen von Luft unterbunden wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus dem jeweiligen Strömungsvolumen der Rohre beim Abstellen des Dampferzeugers durchgeführt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass das vor einem Befüllen der Rohre mit Kesselwasser oder Dampf vorhandene und/oder das bei einem Ablassen von Kesselwasser oder Dampf aus den Rohren entstehende freie Strömungsvolumen innerhalb der Rohre vollständig mit dem inerten Gas oder dem inerten Gasgemisch befüllt wird.

5

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das inerte Gas oder inerte Gasgemisch in Form eines, insbesondere einen erhöhten Gasdruck aufweisenden. Gaspolsters bereitgestellt wird.

10

15

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre in eine fluidleitende Strömungsverbindung mit dem inerten Gaspolster gebracht werden.

20

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem Öffnen von Entlüftungsventilen ein inertes Gas oder ein inertes Gasgemisch eingeleitet wird.

25

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre und/oder die Entlüftungsventile über angeschlossene Entlüftungsleitungen in fluidleitende Strömungsverbindung mit dem inerten Gaspolster gebracht werden.

30

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als inertes Gas Stickstoff verwendet wird.

35

40

45

50

55

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 2400882 A [0004]
- US 5701829 A [0005]
- US 3699903 A [0006]
- US 1976462 A [0007]