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

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 648 979 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94115334.8**

(51) Int. Cl.[6]: **F23R 3/00**

(22) Anmeldetag: **29.09.94**

(30) Priorität: **18.10.93 DE 4335413**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.04.95 Patentblatt 95/16

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(71) Anmelder: **ABB Management AG**
Haselstrasse 16
CH-5401 Baden (CH)

(72) Erfinder: **Althaus, Dr. Rolf**
The Entente 20F./Nr 2003,
5-15 Koyo-cho-Naka
Higashinada-ku,
Kobe 658 (JP)
Erfinder: **Keller, Dr. Jakob**
17610 NE 35th Court
Redmont,
Washington 98052 (US)
Erfinder: **Schulte-Werning, Dr. Burkhard**
Friedrichstrasse 9
CH-4055 Basel (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung einer Gasturbinenbrennkammer.

(57) Bei einer mittels Prall- und Konvektionskühlung oder reiner Konvektionskühlung gekühlten Gasturbinenbrennkammer wird zwischen benachbarten Kühlkanälen (2) eine Ausgleichsströmung der Kühlluft so geführt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Kühlkanal (2) auch nach einer lokalen Schadensstelle (6) stets einen kritischen Grenzwert überschreitet und dadurch eine kritische Grenztemperatur unterschritten wird. Die Ausgleichsströmung wird an der Brennkammeraussenwand vorbeigeführt. Zwischen den benachbarten Kühlkanälen (2) sind Verbindungsöffnungen (5) jeweils versetzt auf den gegenüberliegenden Seiten eines Kühlkanals (2) angeordnet.

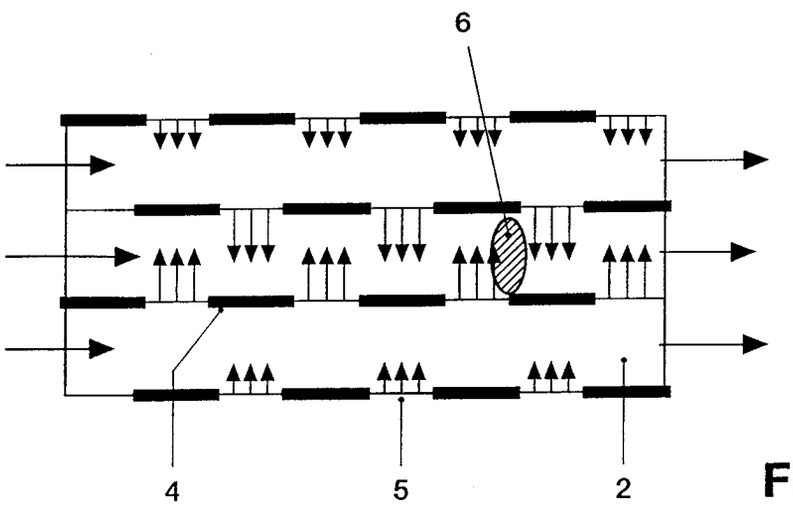


FIG. 2

EP 0 648 979 A1

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung einer mittels Prall- und Konvektionskühlung oder reiner Konvektionskühlung gekühlten Gasturbinenbrennkammer.

Stand der Technik

Bei modernen Gasturbinenbrennkammern gelangen in zunehmenden Masse Kühlmethoden zur Anwendung, die wenig oder gar keine Kühlluft erfordern. Weil NO_X-Emissionen möglichst vermieden werden sollen, ist man bestrebt, so viel Luft wie möglich durch die Brenner zu leiten. Aus diesem Grunde werden immer häufiger Kombinationen aus Prall- und Konvektionskühlsystemen oder reine Konvektionskühlsysteme eingesetzt. Solche Systeme können bei ungünstiger Auslegung die problematische Eigenschaft haben, dass kleine Primärschäden, z.B. ein kleines Loch in der Brennkammerwand, zu sehr grossen Folgeschäden führen können, die den Betrieb einer Gasturbine gefährden. So kann ein Loch in einem Kühlkanal beispielsweise dazu führen, dass der Kühlkanal nach dem Loch nicht ausreichend mit Luft versorgt wird. Dies kann zu Beschädigungen des gesamten Kanals nach dem Loch oder sogar zu weitergehenden Schäden führen.

Darstellung der Erfindung

Die Erfindung versucht, all diese Nachteile zu vermeiden. Ihr liegt die Aufgabe zugrunde, bei einer mittels Prall- und Konvektionskühlung oder reiner Konvektionskühlung gekühlten Gasturbinenbrennkammer ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung zu schaffen, mit denen es möglich ist, beim Auftreten kleinerer lokaler Schäden, beispielsweise Löcher, im Kühlkanal eine weitere Vergrösserung dieser Schäden zu verhindern.

Erfindungsgemäss wird dies bei einem Verfahren zur Kühlung der Gasturbinenbrennkammer gemäss Oberbegriff des Hauptanspruchs dadurch erreicht, dass zwischen den Kühlkanälen eine Ausgleichsströmung der Kühlluft so geführt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit im beschädigten Kühlkanal nach der Schadensstelle stets einen kritischen Grenzwert überschreitet und dadurch eine kritische Grenztemperatur unterschritten wird.

Erfindungsgemäss wird dies bei einer Vorrichtung zur Kühlung der Gasturbinenbrennkammer gemäss Oberbegriff des Hauptanspruchs dadurch erreicht, dass zwischen benachbarten Kühlkanälen Verbindungsöffnungen angeordnet sind, wobei die Verbindungsöffnungen auf gegenüberliegenden Seiten eines Kühlkanals versetzt angeordnet sind.

Die Vorteile der Erfindung sind unter anderem darin zu sehen, dass eine Kettenreaktion beim Auftreten von lokalen Beschädigungen im Kühlkanal vermieden wird und eine "Selbstheilung" des beschädigten Kühlkanals erfolgt.

Es ist besonders zweckmässig, wenn die Ausgleichsströmung an der Brennkammeraussenwand entlanggeführt wird, weil sich dann Kühlfilmströmungen an der Aussenwand bilden, welche die Aussenwand im Bereich der Schadensstelle intensiv und vollständig kühlen.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Steglängen und die Öffnungslängen der Verbindungsöffnungen gleich gross sind, weil dadurch günstige Kühlverhältnisse erreicht werden.

Schliesslich werden mit Vorteil die Verbindungsöffnungen an den Kühlrippen angebracht.

Es ist zweckmässig, wenn die Verbindungsöffnungen zwischen den Kühlkanälen so dimensioniert sind, dass das Produkt aus mittlerer Öffnungsbreite und Kühlkanallänge bezogen auf die Querschnittsfläche des Kühlkanals im Bereich zwischen 2 und 8 liegt. Dann kann die wirkungsvollste Kühlung erreicht werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer dichten Gasturbinenbrennkammer dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine vereinfachte perspektivische Darstellung der Gasturbinenbrennkammer;
- Fig. 2 einen Teil der Kühlkanäle der Brennkammer;
- Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Kühlkanal.

Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Die Strömungsrichtung der Kühlluft ist mit Pfeilen bezeichnet.

Weg zur Ausführung der Erfindung

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispieles und der Figuren 1 bis 3 näher erläutert.

In Fig. 1 ist vereinfacht eine Gasturbinenbrennkammer dargestellt. Zur Kühlung der Brennkammerwand 1 wird ein konvektives Kühlsystem benutzt. Die gesamte Kühlluft strömt in Kühlkanälen 2 zwischen der Aussenwand 3 und der Brennkammerwand 1 entlang, bevor sie als Verbrennungsluft der Brennkammer zugeführt wird. Wie aus Fig. 2 zu entnehmen ist, befinden sich zwischen den Kühlkanälen 2 Kühlrippen 4, in denen erfindungsgemäss Verbindungsöffnungen 5 vorhanden sind.

Diese Verbindungsöffnungen 5 sind jeweils auf den gegenüberliegenden Seiten eines Kühlkanals 2 versetzt angeordnet.

Fig. 3 zeigt in einem Teillängsschnitt, dass die Steglänge L_B und die Öffnungslänge L_O etwa gleich gross sind. Die mittlere Spaltbreite s zwischen zwei benachbarten Kühlkanälen 2 ergibt sich aus der Gleichung

$$s = \frac{L_O d}{L_O + L_B}$$

mit

d = Breite der Öffnung
L_O = Öffnungslänge
L_B = Steglänge.

Die Dimensionierung der Verbindungsöffnungen 5 zwischen den Kühlkanälen 2 erfolgt vorteilhaft nach der Auslegungsregel

$2<sL/A<8,$

d.h. dass das Produkt aus mittlerer Öffnungsbreite s zwischen zwei Kühlkanälen 2 und der Kühlkanallänge L bezogen auf die Querschnittsfläche A des Kühlkanals 2 im Bereich grösser 2 und kleiner 8 liegt. Wird die untere Grenze dieses Intervalls unterschritten, dann kann ein sehr grosses Loch zu Überhitzungen des Kühlkanals 2 nach dem Loch führen. Wird der obere Wert deutlich überschritten, dann kann ein sehr grosses Loch oder ein Längsschlitz in einem oder mehreren Kühlkanälen zu einem derart hohen Luftverlust führen, dass die Brenner im Vollastbestrieb die Primärzone der Brennkammer lokal überhitzen.

Im Laufe des Betriebes der Gasturbinenbrennkammer kann in den Kühlkanälen eine lokale Schädigung des Materials auftreten, z.B. kann sich in der Brennkammerwand 1 eine lokale Schadensstelle 6 in Form eines kleinen Loches bilden. Dann besteht in üblichen Gasturbinenbrennkammern, welche durch kombinierte Prall- und Konvektionskühlsysteme oder durch reine Konvektionskühlsysteme entsprechend dem Stand der Technik gekühlt werden, die Gefahr, dass diese kleine Schadensstelle 6 zu grossen Folgeschäden führt, weil der Kühlkanal 2 nach dem Loch nicht mehr ausreichend mit Kühlluft versorgt wird.

Diese Kettenreaktion wird aber im vorliegenden erfindungsgemässen Ausführungsbeispiel verhindert, da zwischen den Kühlkanälen 2 durch die Verbindungsöffnungen 5 eine Ausgleichsströmung erzeugt wird, welche dazu führt, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Kühlluft in dem beschädigten Kühlkanal 2 auch nach der lokalen Schadensstelle 6 einen kritischen Grenzwert nie unterschreitet, so dass ein Überschreiten einer kritischen Grenztemperatur verhindert wird.

Durch die versetzte Anordnung der Verbindungsöffnungen 5 wird gewährleistet, dass an jeder axialen Position Luft aus mindestens einem Nachbarkanal in den beschädigten Kühlkanal 2 einfliessen kann. Die Ausgleichsströmung erfolgt dabei an der Brennkammeraussenwand 3.

Im Falle des Vorhandenseins eines Loches in der Brennkammerinnenwand 1 bilden sich an der Aussenwand 3 entlang Kühlfilmströmungen, welche den Kühlkanal 2 und besonders die Aussenwand 3 im Bereich der lokalen Schadensstelle 6 (Loch) intensiv und vollständig kühlen. Damit kann ein weiteres Anwachsen des Loches vermieden werden. Es erfolgt eine "Selbstheilung" des beschädigten Kühlkanals. Die Erfindung hat besonders grosse Bedeutung bei dünnen Brennkammerwänden mit hohen Wärmelasten.

Bezugszeichenliste

1	Brennkammerwand
2	Kühlkanal
3	Aussenwand
4	Kühlrippe
5	Verbindungsöffnung
6	lokale Schadensstelle
L_O	Öffnungslänge
L_B	Steglänge
s	mittlere Öffnungsbreite
L	Kühlkanallänge
A	Querschnittsfläche eines Kühlkanals
d	Breite der Öffnung

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung einer Gasturbinenbrennkammer, bei welchem die Kühlluft in Kühlkanälen (2) geführt wird, welche durch Kühlrippen (4) voneinander getrennt sind, und wobei die Gasturbinenbrennkammer mittels Prall- und Konvektionskühlung oder reiner Konvektionskühlung gekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Kühlkanälen (2) eine Ausgleichsströmung der Kühlluft so geführt wird, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Kühlkanal (2) auch nach einer lokalen Schadensstelle (6) stets einen kritischen Grenzwert überschreitet, und dadurch eine kritische Grenztemperatur unterschritten wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgleichsströmung im Kühlkanal (2) an der Brennkammeraussenwand (3) vorbeigeführt wird.

3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Kühlkanälen (2) Verbindungsöffnungen (5) angeordnet sind, wobei die Verbindungsöffnungen (5) jeweils versetzt auf den gegenüberliegenden Seiten eines Kühlkanals (2) angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steglängen (L_O) und die Öffnungslängen (L_B)der Verbindungsöffnungen (5) gleich gross sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsöffnungen (5) an den Kühlrippen (4) angebracht sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsöffnungen (5) zwischen den Kühlkanälen (2) so dimensioniert sind, dass das Produkt aus mittlerer Öffnungsbreite (s) und Kühlkanallänge (L) bezogen auf die Querschnittsfläche (A) des Kühlkanals (2) im Bereich grösser 2 und kleiner 8 liegt.

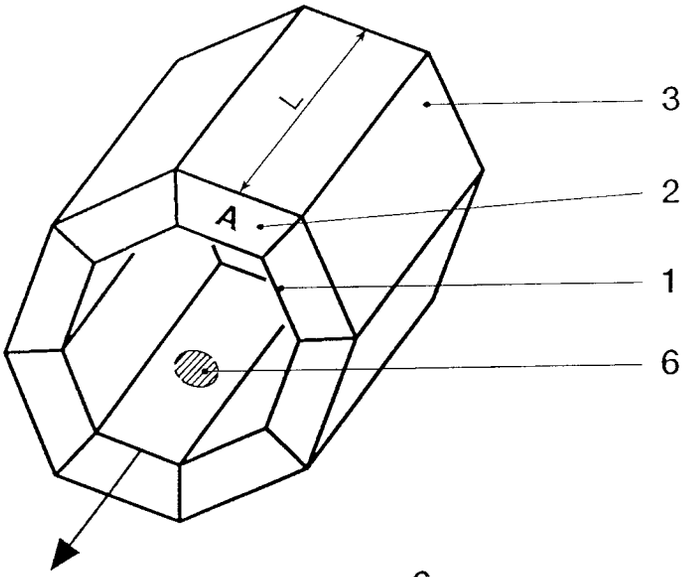


FIG. 1

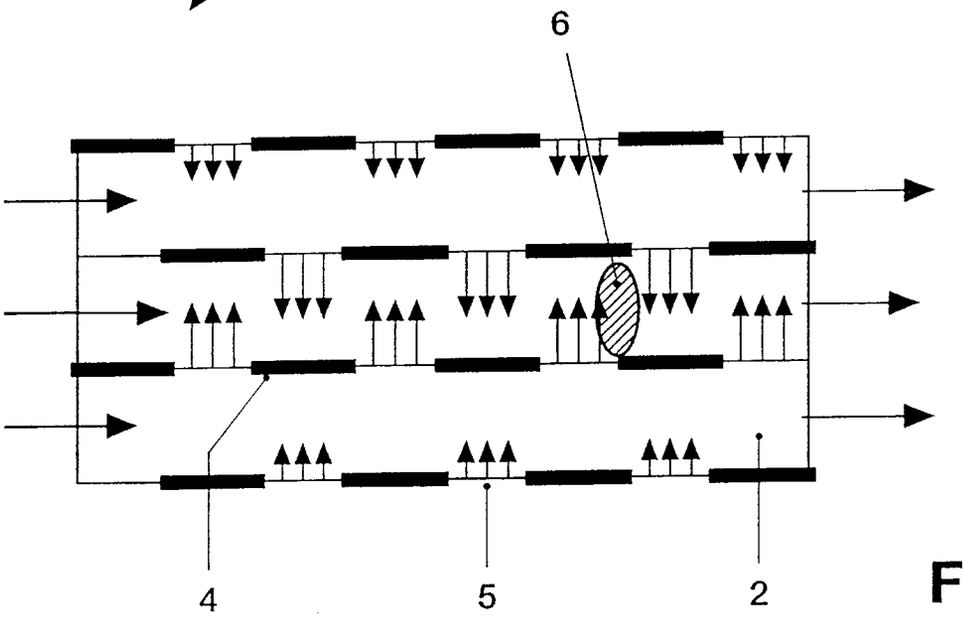


FIG. 2

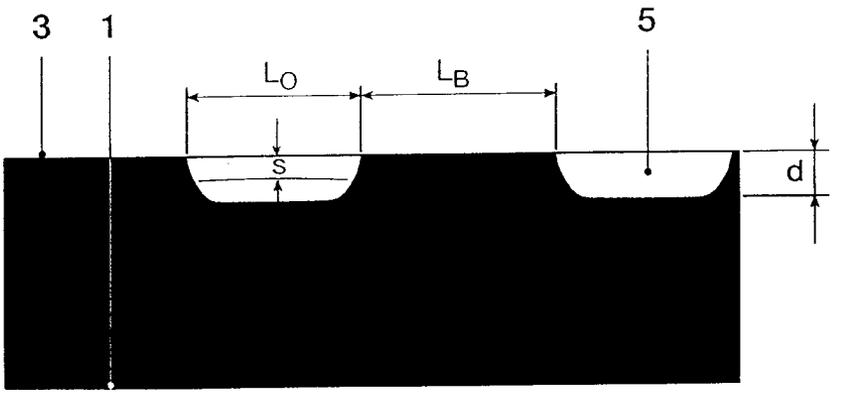


FIG. 3

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 11 5334

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 225 527 (KRAFTWERK UNION AG) * Seite 10, Zeile 5 - Seite 10, Zeile 20; Ansprüche 11,12; Abbildung 16 *	1,2	F23R3/00
A	US-A-5 246 341 (HALL ET AL.) * Spalte 1, Zeile 35 - Spalte 1, Zeile 49; Abbildung 1 *	1,3,5	
A	EP-A-0 202 050 (AVCO CORP) * Seite 6, Zeile 15 - Seite 6, Zeile 16; Anspruch 14; Abbildung 3 *	1-3,5	
A	GB-A-2 077 635 (ROLLS-ROYCE) * Abbildungen 5-7 *	1-3,5	
A	US-A-4 773 227 (CHABIS) * Spalte 4, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 47; Abbildung 3 *	1,2	
A	EP-A-0 489 193 (ASEA BROWN BOVERI AG) * das ganze Dokument *	1,2	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)

F23R
F02F
F01P
F01D

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	19. Dezember 1994	McGinley, C

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)