

(19)



(11)

EP 2 829 693 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
28.01.2015 Patentblatt 2015/05

(51) Int Cl.:
F01K 9/04 (2006.01) **F28B 3/06** (2006.01)
F28B 9/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13178234.4**

(22) Anmeldetag: **26.07.2013**

(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

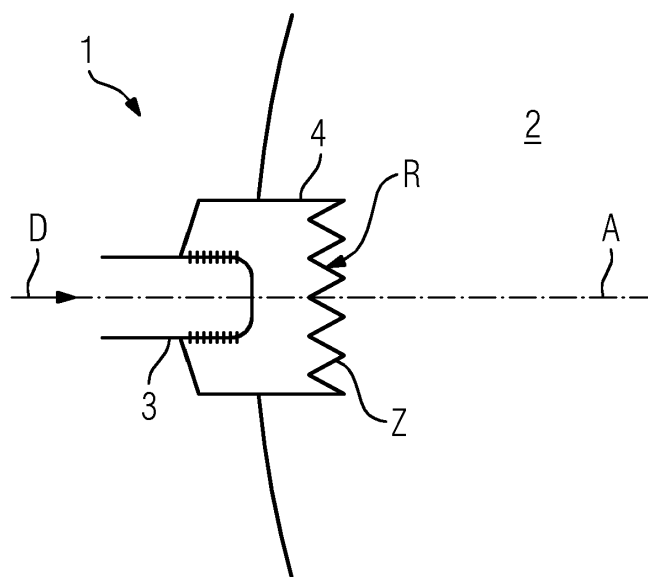
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft
80333 München (DE)**

(72) Erfinder:
• **Deister, Frank**
47877 Willich (DE)
• **Förster, Ingo**
45468 Mülheim/Ruhr (DE)
• **Hecker, Simon, Dr.**
45657 Recklinghausen (DE)
• **Musch, Christian, Dr.**
45259 Essen (DE)
• **Stüer, Heinrich, Dr.**
45721 Haltern (DE)

(54) Turbinenkondensator für eine Dampfturbine

(57) Die Erfindung betrifft einen Turbinenkondensator mit einem Bereich mit Kondensatorrohren zur Verflüssigung von Abdampf aus der Dampfturbine, einem durch Kondensatorwände ausgebildeten Raum zur Aufnahme des Abdampfes und einer Umleiddampfeinrichtung (1) zum Einleiten von Umleiddampf (D)

in diesen Raum des Turbinenkondensators, wobei die Umleiddampfeinrichtungseinrichtung (1) eine in den Turbinenkondensator (2) hineinreichende ringförmige Düse (4) umfasst, deren Austrittsende einen nicht gleichmäßigen Rand (R) aufweist.

**EP 2 829 693 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Turbinenkondensator gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Turbinenkondensatoren dienen zur Verflüssigung des Abdampfes von Dampfturbinen. Um bei Anlagen mit kombinierten Gas- und Dampfturbinen Lastspitzen im Energiebedarf abdecken zu können, werden solche Anlagen heute zu einem großen Teil der Zeit lediglich bei Gasturbinenmindestlast betrieben. Im Bedarfsfall kann die Gasturbine dann sehr schnell hochgefahren werden.

[0003] Die bei Mindestlast erzeugte Abhitze der Gasturbine muss aber weiterhin abgeführt werden, was über den der Gasturbine nachgeordneten Abhitzedampferzeuger erfolgt. Da der im Abhitzedampferzeuger erzeugte Dampf aber nicht über die nachgeordnete Dampfturbine und den Generator verstromt werden kann, wird diese Dampfüberproduktion unter Umgehung der Dampfturbine über Umleiddampfeinleitungen direkt in den Turbinenkondensator geleitet.

[0004] Solche Umleiddampfeinleitungen sind dabei üblicherweise mit einem Umleitventil zur Regelung der Umleiddampfmenge, einem Lochkorb als Drosseleinrichtung zur Entspannung des Umleiddampfes und einer Wasseinspritzung zur Kühlung des Umleiddampfes ausgerüstet. Das in einer derartigen Umleiddampfeinleitung zu verdrosselnde Wärmegefälle ist in aller Regel aber sehr groß. So beträgt der Dampfdruck vor dem Umleitventil üblicherweise bis zu 45 bar, während der Gegendruck im Turbinenkondensator mit etwa 0,1 bar angegeben werden kann. Tritt nun dieser Umleiddampfstrom mit hohem Druckniveau aus der Umleiddampfeinrichtung heraus in den Turbinenkondensator mit deutlich geringerem Dampfdruckniveau ein, ergeben sich in den Randbereichen des einströmenden Umleiddampfes hohe Geschwindigkeitsgradienten. Die schlagartige Entspannung hat dann zur Folge, dass je nach Druckgefälle lokal ein hypersonisches Strömungsfeld entsteht. Zudem besteht die Gefahr, dass angestrahlte Bauteile, wie beispielsweise die angrenzenden Turbinenschaufeln, die Kondensatorrohre oder die Kondensatorwände zudem zu Schwingungen angeregt werden. Beides führt dazu, dass im Betrieb der Anlage die Schallemission zunimmt und damit gegebenenfalls vorgeschriebene Höchstwerte überschritten werden.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es, einen Turbinenkondensator bereitzustellen, der eine verringerte Schallemission ermöglicht.

[0006] Diese Aufgabe wird mit dem Turbinengenerator mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Dadurch, dass im Eintrittsbereich des Dampfes aus der Umleiddampfeinleitungseinrichtung in den Turbinenkondensator eine ringförmige Düse mit einem nicht gleichmäßigen Rand am Austrittsende vorgesehen ist, kommt es über den Querschnitt des eintretenden Umleiddampfstroms zu einer verbesserten Durchmischung und damit zu weniger hohen Geschwindigkeitsgradienten

in den Randbereichen des in den Turbinenkondensator einströmenden Umleiddampfes. Die normalerweise gerade im Randbereich des einströmenden Umleiddampfes vorherrschenden hohen Geschwindigkeitsgradienten, die beim Eintritt in den Turbinenkondensator aufgrund des damit verbundenen hohen Druckgefälles zu starken Turbulenzen führen können, werden so durch den nicht gleichmäßig ausgebildeten Rand vermindert. Regelmäßig oder auch unregelmäßig über den am auströmenden Ende der Umleiddampfeinleitungseinrichtung befindlichen Rand angebrachte Erhebungen und/oder Einkerbungen bewirken, dass der Umleiddampf bereits beim Austritt lokal verändert und so über seinen Querschnitt besser durchmischt wird. Dies hat eine Verringerung der Geschwindigkeitsgradienten und damit weniger stark ausgebildete Turbulenzen zur Folge. Da diese im Wesentlichen zur Schallemission beitragen, kann so durch die verbesserte Durchmischung und die damit bewirkte Verminderung des Geschwindigkeitsgradienten in den Randbereichen des einströmenden Umleiddampfes die Schallemission effektiv verringert werden.

[0008] Vorzugsweise ist der Randbereich der Düse in Form einer Chevron-Düse mit gezacktem bzw. gezahntem Austrittsrand ausgebildet. Dadurch ergibt sich über den gesamten Querschnitt des einströmenden Umleiddampfes eine besonders effektive Durchmischung, die sich in der Folge ergebende Verringerung der gleichmäßigen Geschwindigkeitsgradienten führt so zu einer besonders effektiven Reduktion der Schallemission.

[0009] Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0010] Die Erfindung soll nun anhand einer Figur beispielhaft erläutert werden. Diese zeigt schematisch den Bereich des Turbinenkondensators in dem der Umleiddampf D aus der Umleiddampfeinleitungseinrichtung 1 in den Turbinenkondensator 2 eingebracht wird. Über ein sogenanntes Spargerrohr 3 - oder ganz allgemein einen Lochkorb - als Drosseleinrichtung wird der Umleiddampf D in den Turbinenkondensator eingeleitet. Am Austritt des Lochkorbes 3 strömt der Umleiddampf D dann mit hoher Geschwindigkeit durch Löcher (in der Figur durch Striche angedeutet) in den Turbinenkondensator 2. Dadurch ergeben sich gerade in den Randbereichen des einströmenden Umleiddampfes D besonders hohe Geschwindigkeitsgradienten.

[0011] Erfindungsgemäß ist nun im Eintrittsbereich, im hier dargestellten Ausführungsbeispiel stromabwärts hinter dem Lochkorb 3 der Umleiddampfeinleitungseinrichtung 1, eine ringförmige Düse 4 vorgesehen, deren in den Turbinenkondensator 2 weisender Rand gezackt - ähnlich einer Krone - ausgebildet ist. Solche Ausführungsformen von nicht-gleichmäßigen Rändern sind beispielsweise aus dem Flugtriebwerksbau unter der Bezeichnung Chevron-Düse bekannt. Durch den mittels Zacken Z ungleichmäßig ausgebildeten Rand werden die insbesondere in den Randbereichen des eingeleiteten Umleiddampfes vorherrschenden hohen Geschwindig-

keitsgradienten über den Umfang des einströmenden Umleitdampfes lokal aufgebrochen und damit lokal verändert. Diese nun über den Querschnitt in den Randbereichen nicht mehr gleichmäßigen Geschwindigkeitsgradienten führen zu einer inhomogeneren Vermischung und damit zu einer effektiven Verringerung der Schallemission. Die je nach Standort der Anlage geforderten Schallemissionsgrenzen können so auch im Betriebszustand, bei denen die Anlage lediglich bei Gasturbinenmindestlast betrieben wird, eingehalten werden.

[0012] Je nach gewählter Form und Anordnung der Zacken oder Zähne wird ein Rand ausgebildet, der Erhebungen und/oder Einkerbungen haben kann, die gleichmäßig oder auch ungleichmäßig über den Umfang des Randes verteilt angeordnet sind. Die Zacken oder Zähne können dabei jede Form, wie beispielsweise eine Dreiecks- oder Trapezform aufweisen und auch bei Bedarf in Richtung der Achse A der Düse gebogen sein. Wichtig ist dabei immer, dass eine möglichst gleichmäßige turbulente Vermischung des Umleitdampfstrahls mit dem umgebenden Dampf im Turbinenkondensator 2, die ein starkes Breitbandgeräusch und damit eine hohe Schallemission bewirken kann, möglichst effektiv unterbunden wird.

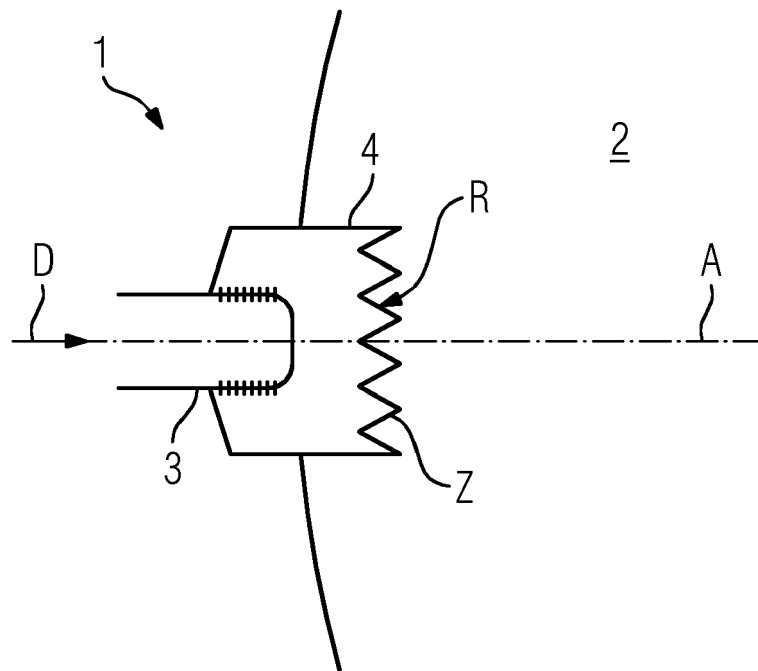
[0013] Auch wenn die Erfindung im vorangehenden Ausführungsbeispiel nur im Zusammenhang mit einem sogenannten "Down-Exhaust" Turbinenkondensator mit Kondensatorrohren und darüber liegendem Kondensatorraum als Übergangsraum zur Aufnahme des Abdampfes aus der angrenzenden Dampfturbine beschrieben wurde, kann sie prinzipiell bei jeder Art von Turbinenkondensator eingesetzt werden. So kann die erfindungsgemäße Ausbildung der Düse zum Einleiten von Dampf auch als Kondensatoranbindung bei Axialturbinen-Kondensatoren, seitlich angeordneten "Single-Side-Exhaust" Kondensatoren oder auch beidseitig seitlich angeordneten "Double-Side-Exhaust" Kondensatoren zum Einsatz kommen.

gezackter bzw. gezahnter Austrittsrand ausgebildet ist.

3. Turbinenkondensator nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Rand (R) über den Umfang gleichförmig verteilte Zacken (Z) beziehungsweise Zähne aufweist.
4. Turbinenkondensator nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Zacken (Z) beziehungsweise Zähne des Randes (R) zumindest teilweise in Achsenrichtung (A) der Düse geneigt sind.

Patentansprüche

1. Turbinenkondensator (2) für eine Dampfturbine mit einem Bereich mit Kondensatorrohren zur Verflüssigung von Abdampf aus der Dampfturbine, einem durch Kondensatorwände ausgebildeten Raum zur Aufnahme des Abdampfes und einer Umleitdampfeinleitungseinrichtung (1) zum Einleiten von Umleitdampf (D) in diesen Raum des Turbinenkondensators (2)
dadurch gekennzeichnet, dass die Umleitdampfeinleitungseinrichtung (1) eine in den Turbinenkondensator (2) hineinreichende ringförmige Düse (4) umfasst, deren Austrittsrand einen nicht gleichmäßigen Rand (R) aufweist.
2. Turbinenkondensator nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Rand (R) als





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 13 17 8234

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2 353 195 A (WILLIAM SIMS ALFRED) 11. Juli 1944 (1944-07-11) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 5 - Seite 2, rechte Spalte, Absatz 50; Abbildungen 1-3 *	1	INV. F01K9/04 F28B3/06 F28B9/02
A	WO 97/32113 A1 (RANOTOR UTVECKLINGS AB [SE]; PLATELL OVE [SE]) 4. September 1997 (1997-09-04) * Seite 52, Zeile 4 - Seite 8, Zeile 3; Abbildungen *	1	
A	US 2004/177613 A1 (DEPENNING CHARLES LAWRENCE [US] ET AL) 16. September 2004 (2004-09-16) * Absätze [0028] - [0048]; Abbildungen 1-6 *	1	
A	US 6 481 208 B1 (NADIG RANGA [US]) 19. November 2002 (2002-11-19) * Spalte 1, Zeile 10 - Spalte 3, Zeile 45; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01K F28B F28F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Februar 2014	Prüfer Henkes, Roeland
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 17 8234

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-02-2014

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2353195 A	11-07-1944	KEINE	
WO 9732113 A1	04-09-1997	KEINE	
US 2004177613 A1	16-09-2004	AU 2004219704 A1 BR PI0407698 A CA 2514319 A1 EP 1608847 A2 MX PA05009675 A MY 137085 A RU 2343294 C2 US 2004177613 A1 WO 2004081464 A2	23-09-2004 01-03-2006 23-09-2004 28-12-2005 20-10-2005 31-12-2008 10-01-2009 16-09-2004 23-09-2004
US 6481208 B1	19-11-2002	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82