

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 524/2008**

(22) Anmeldetag: **03.04.2008**

(43) Veröffentlicht am: **15.08.2008**

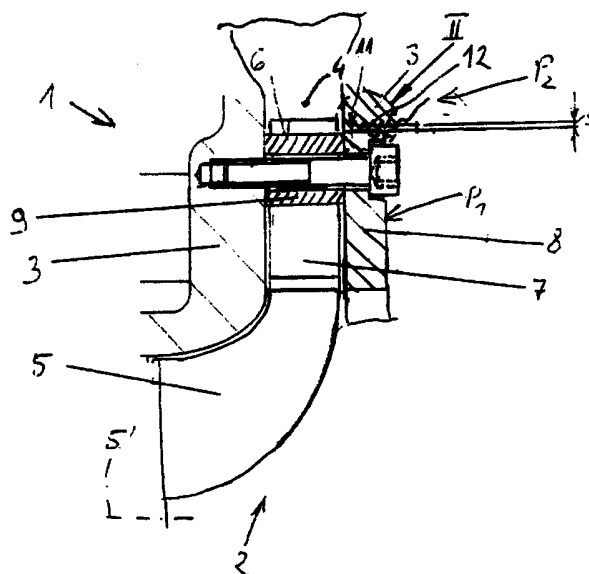
(51) Int. Cl.⁸: **F02B 37/24** (2006.01),
F01D 17/16 (2006.01),
F01D 17/14 (2006.01),
F02B 37/12 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(54) **ABGASTURBOLADER MIT EINER ABGASTURBINE**

(57) Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader (1) mit einer Abgasturbine mit einem verstellbaren Leitapparat (6) stromaufwärts eines Turbinenlaufrades (5), mit einem Tragkörper (8) zur Lagerung der Leitschaukeln (7), wobei zwischen zwei im Betrieb verschiedene Temperatur aufweisenden Kontaktpartnern (P_1 , P_2), insbesondere zwischen dem Tragkörper (8) und dem Turbinengehäuse (3) ein definiertes Kaltspiel (s) vorgesehen ist. Um die Kühlung des Leitapparates zu verbessern, ist vorgesehen, dass das Kaltspiel (s) zwischen den Kontaktpartnern (P_1 , P_2) aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungen der Kontaktpartner (P_1 , P_2) derart ausgelegt ist, dass die Kontaktpartner (P_1 , P_2) bei Betriebstemperatur in thermischen Kontakt kommen, um einen Wärmeübergang zwischen den beiden Kontaktpartnern (P_1 , P_2) zu ermöglichen.



ZUSAMMENFASSUNG

Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader (1) mit einer Abgasturbine mit einem verstellbaren Leitapparat (6) stromaufwärts eines Turbinenlaufrades (5), mit einem Tragkörper (8) zur Lagerung der Leitschaufeln (7), wobei zwischen zwei im Betrieb verschiedene Temperatur aufweisenden Kontaktpartnern (P_1 , P_2), insbesondere zwischen dem Tragkörper (8) und dem Turbinengehäuse (3) ein definiertes Kaltspiel (s) vorgesehen ist. Um die Kühlung des Leitapparates zu verbessern, ist vorgesehen, dass das Kaltspiel (s) zwischen den Kontaktpartnern (P_1 , P_2) aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungen der Kontaktpartner (P_1 , P_2) derart ausgelegt ist, dass die Kontaktpartner (P_1 , P_2) bei Betriebstemperatur in thermischen Kontakt kommen, um einen Wärmeübergang zwischen den beiden Kontaktpartnern (P_1 , P_2) zu ermöglichen.

Fig. 1

55652

Die Erfindung betrifft einen Abgasturbolader mit einer Abgasturbine mit einem verstellbaren Leitapparat stromaufwärts eines Turbinenlaufrades, mit einem Tragkörper zur Lagerung der Leitschaufeln, wobei zwischen zwei im Betrieb verschiedene Temperatur aufweisenden Kontaktpartnern, insbesondere zwischen dem Tragkörper und dem Turbinengehäuse ein definiertes Kaltspiel vorgesehen ist.

Bei thermisch hoch beanspruchten Abgasturbinen mit variabler Turbinengeometrie entstehen zu Folge unterschiedlicher Wärmedehnungen zwischen feststehenden und bewegten Bauteilen Zwängungen, welchen bisher konstruktiv durch unterschiedliche Ausführungen der Halterung der Leitschaufeln in Verbindung mit hochwarmfesten Werkstoffen begegnet worden ist. Aus der EP 126 444 A2 ist eine Abgasturbine mit verstellbaren Leitschaufeln bekannt, welche in einem Träggerring gelagert sind, der mit Distanzhülsen den durch die Leitschaufeln veränderbaren Zuführkanal zum Laufradeintritt herstellt. Auf der gasabgewandten Seite befindet sich der Verstellmechanismus für die Leitschaufeln. Ein im Lagergehäuse angeordneter Betätigungshebel ist mit einem Aktuator verbunden und bewirkt die Verstellung der Leitschaufeln.

Weiters ist es bekannt, den Leitapparat als vormontierte Kartuscheneinheit im Turbinengehäuse anzuordnen. Die Kartuschen müssen wegen hohen thermischen Belastungen aus hochwarmfesten Werkstoffen gefertigt werden. Abgasturbinen mit vormontierten Kartuschen sind aus den Druckschriften US 2006/0140751 A1, EP 1 691 034 A2, WO 2004/022926 A1, WO 2007/046798 A1, EP 1 816 317 A2, sowie der JP 08-177509 A und der JP 10-212966 A bekannt. Die für die zwängungsfreie Ausdehnung der Leitapparateträger zwingend benötigten Spalte bewirken eine teilweise oder vollständige thermische Isolierung von der umgebenden Struktur. Bei Steigerung der Abgastemperatur über 900°C hinaus auf Ottomotor-typische Werte von über bis zu 1000°C führt dies mit den derzeitigen Ausführungsformen trotz des Einsatzes sehr teurer hochtemperaturfester Werkstoffe zu Problemen bei der Dauerhaltbarkeit.

Weiters ist aus der DE 103 44 868 A1 ein Abgasturbolader zum Einsatz bei einer Brennkraftmaschine für den Marineeinsatz mit verstellbaren Leitschaufeln bekannt, der ein von einem Kühlmedium durchströmbares Turboladergehäuse aufweist, wobei ein dem Abgasturbinenrad zugewandter Bereich einer Innenwandfläche des Turboladergehäuses aus einem Leichtmetall gebildet ist. Die Lagerung der Leitschaufeln befindet sich auch bei dieser Konstruktion in einem Bereich des Turbinengehäuses, welcher durch das Kühlmedium nicht weiter gekühlt wird. Wie

bei anderen aus dem Stand der Technik bekannten Abgasturbinen zielt auch die DE 103 44 868 A1 im Wesentlichen darauf ab, die hohe thermische Belastung durch die Materialien selbst aufzufangen.

Ferner ist aus der US 4,741,666 A ein Turbolader mit verstellbaren Leitschaufeln bekannt, bei dem die Lagerung der Leitschaufeln auf der Abstromseite erfolgt. Maßnahmen zur gezielten Wärmeableitung aus dem Turbinengehäuse sind nicht vorgesehen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und bei einem Abgasturbolader die thermische Belastung im Bereich der Lagerung der Leitschaufeln zu verringern.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass das Kaltspiel zwischen den Kontaktpartnern aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungen der Kontaktpartner derart ausgelegt ist, dass die Kontaktpartner bei Betriebstemperatur in thermischen Kontakt kommen, um einen Wärmeübergang zwischen den beiden Kontaktpartnern zu ermöglichen.

Um hohe Materialspannungen und dadurch verursachte Funktionsmängel, wie zum Beispiel ein Blockieren der Leitschaufelbewegung durch Zwängung- oder Rissbildung zu verhindern, ist es besonders vorteilhaft, wenn die Oberfläche zumindest eines der beiden Kontaktpartner im Kontaktbereich eine die Kontaktfläche vermindernde Profilierung aufweist, wobei die Profilierung vorzugsweise durch eine Rillen- oder Rautenstruktur gebildet ist. Der reduzierte wärmeleitende Kontaktflächenanteil sollte dabei mindestens 20% der theoretischen maximalen Kontaktfläche betragen. Dadurch können übermäßige Kontaktkräfte bei Betriebsbedingungen vermieden werden, da der Materialkontakt nicht vollflächig hergestellt wird.

Dabei ist es vorteilhaft, wenn nur einer der beiden Kontaktpartner eine Profilierung aufweist, wobei der Kontaktpartner mit der Profilierung im Bereich der Kontaktfläche einen weichen Werkstoff als der anderen Kontaktpartner aufweist.

Eine weitere Maßnahme zur Vermeidung zu hoher Kontaktkräfte besteht darin, die Kontaktpartner so auszulegen, dass der Werkstoff zumindest eines der beiden Kontaktpartner im Bereich der Kontaktfläche unter der thermischen Last der Betriebsbedingungen plastifiziert, wobei vorzugsweise die Werkstoffwahl so erfolgt, dass der Plastifizierung elastische Rückfederung nach der thermischen Entlastung folgt.

Eine deformierbare Profilierung der Oberfläche des Kontaktbereiches des weichen Kontaktpartners, beispielsweise durch eine Rillenstruktur bewirkt, dass bei Erwärmung zunächst nur kleine Flächenanteile des einen Kontaktpartners in Berührung mit dem anderen Kontaktpartner kommen. Durch bewusste lokale Überlastung und eine Plastifizierung an den Spitzen der Profilierung entstehen lokale Abplattungen, über deren Fläche im Kontaktfall Wärmeleitung stattfindet. Entsprechend der Höhe und der Dauer der Aufheizung der Bauteile passen sich diese Abplattungen in ihrer Größe an. Der Wärmetransport ist somit bei maximaler Bauteiltemperatur am intensivsten, was dazu beiträgt, Temperaturspitzen zu vermeiden.

Die Geometrie der Profilierung des weichen Kontaktpartners kann durch geeignete Vorauslegung und Versuche derart ausgelegt werden, dass bei möglichst geringer Überhöhung der Kontaktkraft durch eine über die zum Schließen des Kaltspaltes hinaus erhöhte Temperaturbelastung – bis hin zur maximalen Bauteiltemperatur – ein möglichst großer Anteil an Kontaktfläche entsteht. Durch die elastische Eigenschaft des Materials wird ein Arbeitsintervall der Kontaktkühlung zwischen einer erwärmten ersten Kontakttemperatur und einer maximalen Betriebstemperatur sichergestellt.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert.

Es zeigen Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Abgasturbolader in einem Längsschnitt, Fig. 2 das Detail II aus Fig. 1 im kalten Zustand des Abgasturboladers in einer ersten Ausführungsvariante, Fig. 2a das Detail II aus Fig. 1 im kalten Zustand des Abgasturboladers in einer zweiten Ausführungsvariante, Fig. 3 das Detail II aus Fig. 1 im heißen Zustand, Fig. 4 das Detail II in verschiedenen Betriebsphasen und Fig. 5 ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm für verschiedene Betriebsphasen des Abgasturboladers.

Der Abgasturbolader 1 weist eine Abgasturbine 2 mit einem Turbinengehäuse 3 auf, welches eine Einlaufspirale 4 ausbildet. Stromaufwärts eines Turbinenlaufrades 5, dessen Drehachse mit 5' bezeichnet ist, ist ein Leitapparat 6 mit verstellbaren Leitschaufeln 7 angeordnet, wobei die Leitschaufeln 7 in einem Tragkörper 8 gelagert sind. Mit 9 ist ein hülsenartiger Abstandhalter bezeichnet, welcher ein definiertes Axialspiel des Tragkörpers 8 zur Leiteinrichtung 6 gewährleistet.

Zwischen dem Lagerkörper 8 und dem Turbinengehäuse 3 ist im kalten Zustand des Abgasturboladers 1 ein Kaltspiel s vorgesehen. Das Kaltspiel s der aneinander grenzenden Bauteile, Tragkörper und Turbinengehäuse 3, ist so ausgelegt, dass die im Ausführungsbeispiel durch den Tragkörper 8, bzw. des Turbinengehäuses 3 gebildeten Kontaktpartner P_1 bzw. P_2 bei Betriebstemperatur des Ab-

gasturboladers 1 in Kontakt kommen und dadurch ein Wärmeübergang zur Temperaturabsenkung des Tragkörpers 8 ermöglicht wird. Einer der beiden Kontaktpartner P_2 , welcher im vorliegenden Ausführungsbeispiel durch das Turbinengehäuse 3 gebildet ist, verfügt im Kontaktbereich 11 über einen weicheren Werkstoff als der andere Kontaktpartner P_1 , im Ausführungsbeispiel der aus Stahl bestehende Tragkörper 8. Um hohe Materialspannungen und dadurch verursachte Funktionsmängel, wie zum Beispiel Blockieren der Leitschaufelbewegung zu vermeiden, wird der Materialkontakt nicht vollflächig hergestellt. Vielmehr bewirkt eine deformierbare Profilierung 12 der Oberfläche des weicheren Kontaktpartners P_2 , welche beispielsweise durch eine Rillenstruktur 13 gebildet ist, dass bei Erwärmung zunächst nur kleine Flächenanteile der beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 in Berührung kommen. Durch bewusst lokale Überlastung und Plasitifizierung an den Spitzen der Profilierung 12 entstehen Abplattungen, über deren Fläche im Kontaktfall Wärmeleitung stattfindet. Entsprechend der Höhe der Temperatur und der Dauer der Aufheizung der Kontaktpartner P_1 , P_2 durch zum Beispiel Abgasströmung, passen sich diese Abplattungen in ihrer Größe an. Fig. 2 zeigt dazu die beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 , nämlich Tragkörper 8 und Turbinengehäuse 3, im kalten Zustand. Fig. 3 zeigt die beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 im heißen Zustand, wobei das Turbinengehäuse 3, welches aus einem weicheren Material als der Tragkörper 8 besteht, im Bereich der Profilierung 12 plastisch verformt ist. Durch die plastische Verformung kommt es zu einem erhöhten Wärmetransport in Folge größerer Kontaktflächen und zu einer Verminderung der Kontaktkräfte, wodurch die Relativbeweglichkeit der beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 zueinander gewährleistet bleibt. Wie aus Fig. 2a zu entnehmen ist, kann die Profilierung 12 auch durch eingestochene Nuten mit einem abgerundeten Nutboden gebildet sein.

In den Fig. 4 und 5 sind verschiedene Betriebsphasen A, B, C, D dargestellt. Wie in Fig. 4 ersichtlich ist, nimmt die plastische Verformung im Laufe des Betriebes zu und erreicht ausgehend von A mit D ihr Maximum. In Fig. 5 sind dazu in einem Spannungs σ -Dehnungs ε -Diagramm die Betriebsphasen A, B, C, D aufgetragen. A zeigt die Deformation aufgrund der Erstinbetriebnahme. In den Punkten B, C, D wird die Deformation bei weiterem Betrieb angezeigt und führt bei D zu einem Endzustand. Parallel zu den plastischen Formationen durch Plastifizierung verschiebt sich auch die Temperatur, bei der die beiden Kontaktpartner P_1 , P_2 in Berührung treten. Mit ε_T ist der Verformungsbereich des endgültigen Temperaturintervalls bezeichnet, in dem ein Materialkontakt zwischen den beiden Kontaktpartnern P_1 , P_2 besteht. ε_T stellt somit den Arbeitsbereich der Wärmeübertragung dar.

PATENTANSPRÜCHE

1. Abgasturbolader (1) mit einer Abgasturbine mit einem verstellbaren Leitapparat (6) stromaufwärts eines Turbinenlaufrades (5), mit einem Tragkörper (8) zur Lagerung der Leitschaufeln (7), wobei zwischen zwei im Betrieb verschiedene Temperatur aufweisenden Kontaktpartnern (P_1 , P_2), insbesondere zwischen dem Tragkörper (8) und dem Turbinengehäuse (3) ein definiertes Kaltspiel (s) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kaltspiel (s) zwischen den Kontaktpartnern (P_1 , P_2) aufgrund der unterschiedlichen Wärmedehnungen der Kontaktpartner (P_1 , P_2) derart ausgelegt ist, dass die Kontaktpartner (P_1 , P_2) bei Betriebstemperatur in thermischen Kontakt kommen, um einen Wärmeübergang zwischen den beiden Kontaktpartnern (P_1 , P_2) zu ermöglichen.
2. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Oberfläche zumindest eines Kontaktpartners (P_1 , P_2) im Kontaktbereich eine die Kontaktfläche vermindernde Profilierung (12) aufweist, wobei die Profilierung (12) vorzugsweise durch eine Rillen- oder Rautenstruktur (13) gebildet ist.
3. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der reduzierte wärmeleitende Kontaktflächenanteil mindestens 20% der theoretischen maximalen Kontaktfläche beträgt.
4. Abgasturbolader (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass nur einer der beiden Kontaktpartner (P_2) eine Profilierung (12) aufweist, wobei der Kontaktpartner (P_2) mit der Profilierung (12) im Kontaktbereich (11) einen weichen Werkstoff als der andere Kontaktpartner (P_1) aufweist.
5. Abgasturbolader (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Werkstoff zumindest eines der beiden Kontaktpartner (P_2) im Kontaktbereich (11) unter der thermischen Last der Betriebsbedingungen plastifiziert, wobei vorzugsweise die Werkstoffwahl so erfolgt, dass der Plastifizierung durch thermo-mechanische Kontaktbedingungen unter Betriebsbelastung eine elastische Rückfederung nach der thermischen Entlastung folgt.
6. Verfahren zur Wärmeableitung in einem Maschinenbauteil, insbesondere einem Abgasturbolader (1), zwischen zwei im Betrieb verschiedene Temperaturen aufweisenden Kontaktpartnern (P_1 , P_2), insbesondere zwischen einem Tragkörper (8) zur Lagerung der Leitschaufeln (7) und einem Turbi-

nengehäuse (3) eines Abgasturboladers (1), wobei zwischen den beiden Kontaktpartner (P_1 , P_2) ein definiertes Kaltspiel (s) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kaltspiel (s) von aneinander grenzenden Kontaktpartnern (P_1 , P_2) aufgrund von unterschiedlichen Wärmedehnungen derart ausgelegt wird, dass die Kontaktpartner (P_1 , P_2) bei Betriebstemperatur in thermischen Kontakt kommen und dadurch ein Wärmeübergang zur Temperatursenkung des heißeren Kontaktpartner (P_1) ermöglicht wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Kontaktbereich (11) zumindest eines der Kontaktpartner (P_2) unter der thermischen Last der Betriebsbedingungen plastifiziert wird, wobei vorzugsweise die Werkstoffwahl so erfolgt, dass der Plastifizierung während und nach der thermischen Entlastung eine elastische Rückfederung folgt.

2008 04 03

Fu/Sc



Patentanwalt

Dipl.-Ing. Mag. Michael Babeluk

A-1150 Wien, Mariahilfer Gürtel 39/17

Tel.: (+43 1) 892 89 33-0 Fax: (+43 1) 892 89 333

e-mail: ~~patentanwalt@babeluk.at~~

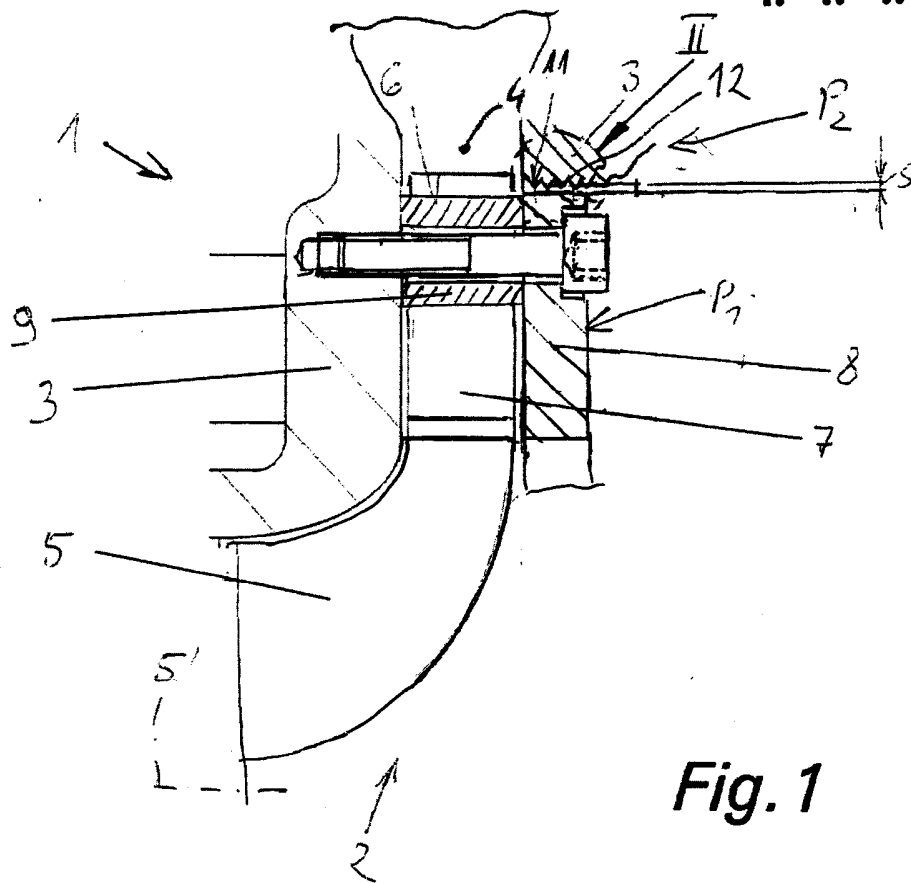


Fig. 1

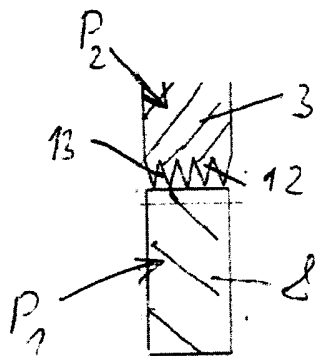


Fig. 2

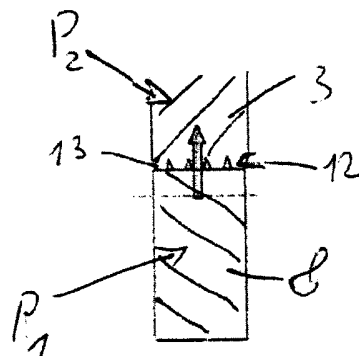


Fig. 3

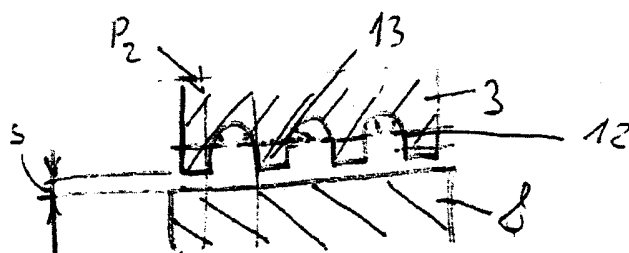


Fig. 2α

