

Erhöhung des Wirkungsgrades von Turbomaschinen durch Regelung des Spaltstromes

Anwendungsgebiet

Zur Reduzierung der Auslassverluste von Turbinen, also für die Umwandlung der am Austritt der letzten Turbinenstufe vorhandenen kinetischen Energie in Druck durch eine Verzögerung der Strömung (Druckrückgewinn), werden Diffusoren eingesetzt. Da moderne Gasturbinen in flexiblen Kraftwerken (z. B. im GuD-Betrieb) heute einen weiten Lastbereich abdecken müssen, um die fluktuierende Einspeisung durch regenerative Energien zu kompensieren, müssen Diffusoren ein breites Feld von Betriebszuständen sicher und effektiv abdecken. Somit beeinflussen Diffusoren direkt sowohl den Wirkungsgrad als auch die Verfügbarkeit von Kraftwerken. Die vorliegende Erfindung erlaubt einen stabilen und effektiven Einsatz über einen weiten Betriebsbereich, wobei gleichzeitig eine Verkürzung der Diffusorlänge durch größere Öffnungswinkel möglich ist.

Stand der Technik

Herkömmlich werden Diffusoren von Gas- und Dampfturbinen in Kraftwerken sehr konservativ ausgelegt, um einen möglichst breiten Lastbereich sicher und effektiv abdecken zu können, wobei vor allem das Auftreten von Strömungsablösungen vermieden werden soll.

Strömungsablösungen führen nicht nur zur Verringerung des Druckrückgewinnes, sondern können beispielsweise auch zu einer Schwingungsanregung der Turbinenschaufeln führen, die u. U. Schäden an der Turbine verursacht. Eine konservative Auslegung des Öffnungswinkels führt allerdings zu einem suboptimalen Wirkungsgrad des Diffusors und damit auch der Turbine über weite Bereiche und ist sehr kostenintensiv, da sich die Kapitalkosten für den Bau eines Kraftwerks pro Meter Diffusorlänge leicht im 6-stelligen Bereich bewegen.

Es gibt Ansätze, sowohl durch passive als auch aktive Beeinflussung der Strömung, die Grenzschicht im Bereich des Diffusors zu energetisieren und damit Strömungsablösungen zu verhindern. Der Nachteil der passiven Verfahren, wie z. B. Wirbelgeneratoren, ist allerdings, dass sie in vielen Betriebsbereichen zusätzliche Verluste verursachen. Bei der aktiven Beeinflussung steht zumeist der Aufwand, beispielsweise für das Einblasen von Luft, nicht in einem sinnvollen Verhältnis zum Nutzen.

Auch die Nutzung der Leckageströmung über die letzte Laufschaufelreihe hinweg wurde bereits in Betracht gezogen, dies hat allerdings in der Umsetzung nach dem Stand der Technik den Nachteil, dass die aerodynamischen Verluste in der letzten Stufe der Turbine durch den hierfür notwendigen, relativ breiten Spalt größer sind als die resultierende Wirkungsgradsteigerung durch den verbesserten Druckrückgewinn.

Ihre Vorteile auf einen Blick

- ✓ Stabilisierung der Diffusorströmung
 - höherer Druckrückgewinn und damit
 - höherer Wirkungsgrad über den gesamten Lastbereich
 - bzw. kürzere Diffusoren und damit
 - Verringerung der Anlagekosten
- ✓ Wegfall der durch Rückströmgebiete ausgelösten strukturmechanischen Probleme im Diffusor
- ✓ Reduzierung von selbsterregten Schaufelschwingungen

Innovation

Wissenschaftler der Universität Stuttgart haben eine Vorrichtung entwickelt, mit der die Diffusorströmung über große Lastbereiche stabilisiert werden kann.

Zu diesem Zweck wird der Spaltstrom über den Schaufelkranz lokal erhöht. Die einfache, adaptive Kontrolle des Spaltes zwischen Gehäuse und Schaufelrad der Turbine findet durch die Veränderung der Spaltgröße während des Betriebs der Turbine statt. Es gibt je nach Art der Turbine verschiedene Konzepte zur Umsetzung der Methode, die auf dem Verschieben von Aussparungen im und am Gehäuse beruhen. Neben der Verbesserung der Diffusor-Performance kann mithilfe der Vorrichtung ggf. auch das Auftreten von selbsterregten Schaufelschwingungen verhindert werden.

Technologietransfer

Die Technologie-Lizenz-Büro GmbH ist mit der Verwertung der Technologie beauftragt und bietet Unternehmen die Möglichkeit der Lizenznahme.

Patent-Portfolio

Europäische Patentanmeldung und PCT-Anmeldung sind anhängig.

Kontakt

Dr.-Ing. Michael Ott

ott@tlb.de

Technologie-Lizenz-Büro (TLB)

der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH

Ettlinger Straße 25, D-76137 Karlsruhe

Tel. 0721 79004-0, Fax 0721 79004-79

www.tlb.de

Referenz-Nummer: 14/049TLB