

Kurzfassung

Turbomaschinen kommen in zahlreichen Anwendungen wie in der Energieerzeugung, in Flugzeugantrieben oder industriellen Produktionsanlagen zum Einsatz und sind in der heutigen Welt nicht mehr wegzudenken. Um sie energieeffizienter zu gestalten, kann entweder das Druckverhältnis erhöht oder der Arbeitsbereich erweitert werden. Dies führt die Maschinen jedoch an ihre Stabilitätsgrenze bei der Strömungseffekte auftreten können, die vom Einbruch der Leistung bis hin zum Versagen der Maschine führen können.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit experimentellen Untersuchungen zu einem dieser Strömungseffekte, der „Rotierenden Instabilität“. Im ersten Teil der Arbeit wird auf die grundlegenden Begrifflichkeiten und das Strömungsverhalten in einem Verdichter eingegangen. Im weiteren Verlauf werden das zu untersuchende stehende Verdichtergitter und die konstruktiven Maßnahmen zur Realisierung von optischen Messverfahren beschrieben.

Nach dieser Einführung wird auf die Ergebnisse der High-Speed Particle Image Velocimetry Messungen eingegangen. Dabei machen die gemittelten Strömungsfelder zur Beschreibung der Randbedingungen den Anfang. Weiterhin wird auf die Entwicklung der gemittelten Strömungsprofile über der Lauflänge eingegangen. Die anschließenden Analysen der instationären Strömungsfelder weisen die charakteristischen Eigenschaften der RI, die bisher hauptsächlich nur mit wandbündigen Drucksensoren und Mikrofonen nachgewiesen wurden, in der Strömung bzw. den Strömungsfeldern nach. Anhand der weiterführenden Auswertung werden die markanten Frequenzen aus der Kammstruktur der RI zur Visualisierung verwendet und über die gemessenen Ebenen aufgetragen. Damit lässt sich das Gebiet der RI im Verdichtergitter eindeutig lokalisieren begrenzen und über die Intensität auf den Entstehungsort schließen. Damit liefert diese Arbeit einen Baustein für die im Verbundprojekt entstandene neue Hypothese zum Entstehungsmechanismus der RI.

Abstract

Turbomachines are represented in multitudinous applications like power generation, aircraft engines or industrial manufacturing facilities and have become integral parts of this world. To make them more energy-efficient, it is possible to increase the compression ratio or it is possible to enlarge the area of operation. Both procedure shift the engines to their stability bound with flow effects, which can force power consumption right through to damage of the engines.

This work focuses on experimental study to one of these flow effects called „Rotating Instability“. At the beginning of this work, the focus is on fundamental terms and definitions and on flow conditions in compressors. In addition, the investigated annular compressor cascade and the constructive modifications for realizing optical measurements are presented.

After this introduction, the results of the High-Speed Particle Image Velocimetry measurements are discussed. At the beginning, the averaged velocity fields are presented to describe the boundary conditions. Further on, the evolution of the averaged flow profiles in axial direction are illustrated. The following analysis of instationary flow fields verify the RI characteristics - which are principal presented on the basis of flush-mounted wall sensors - in the flow, respectively in the flow fields. In ongoing evaluation, significantly frequencies from side-by-side peak of the RI characteristic were depicted in the measuring planes. This allows the localization of areas with RI signatures in the flow fields and in addition with the intensity, it is possible to define the point of origin of RI. Therefore, this work provides a fundamental component for the new hypothesis of formation mechanism of RI, which is arise out of the collaborative research project.