

Akustische Modenanalyse in Strömungskanälen (Ak-Moden)

Messgrößen

- Instationärer Druck
- Schalldruck
- Akustische Kanalmoden

Prinzip

Der von Turbomaschinen erzeugte Schall wird oberhalb einer charakteristischen Grenzfrequenz in Form höherer Moden in die angeschlossenen Strömungskanäle abgestrahlt. Das in den Kanalsektionen entstehende komplexe Schallfeld wird mit einem Array von instationären Drucksensoren (Mikrofone oder Miniaturdrucksensoren, z.B. Kulites) gemessen und analysiert. Die Sensoren sind bündig in die Kanalwand eingesetzt oder radial über den Kanalquerschnitt in Reihen angeordnet. Für Messungen niedrigerer Modenordnungen wird eine feststehende Anordnung weniger Sensoren verwendet. Für höhere Modenordnungen sind Messungen an einer großen Anzahl von Messorten erforderlich, hierzu wird eine drehbare Sensoranordnung eingesetzt, welche z.B. aus einem wandbündigen, axialen Linienarray oder aus verschiedenen radialen Sensorreihen besteht.

Zur Schallfeldanalyse werden die gemessenen Zeitreihen an ein Modell für die modale Schallausbreitung im Kanal angepasst. Dadurch können die in und gegen die Strömungsrichtung propagierenden Schallmoden voneinander separiert werden und ihre Amplitude und Phasenbeziehung zur abstrahlenden Schallquelle ermittelt werden. Die Umgebungstemperatur, die örtliche Machzahl und die Kanalgeometrie gehen dabei als Randbedingungen ein. Die Ergebnisse erlauben die Berechnung der in und gegen die Strömungsrichtung abgestrahlten Schalleistung der Turbomaschine.

Das Messverfahren beinhaltet die Auslegung eines für den Kanal geeigneten Sensorarrays, die computergestützte automatisierte Datenerfassung mittels Mehrkanaldatenerfassungsanlage bei ggf. gleichzeitiger Ansteuerung der drehbaren Sensoranordnung, sowie eine umfangreiche Software zur detaillierten Datenauswertung und Visualisierung.

Anwendung

Analyse des Schallfelds in Strömungskanälen von Turbomaschinen zur

- Identifizierung dominanter Schallentstehungsmechanismen,
- Quantifizierung der abgestrahlten Schalleistung,
- Bewertung von passiven und aktiven Lärminderungsmaßnahmen und
- Erstellung einer Datenbank zur Validierung numerischer Berechnungsverfahren.

Anwendung insbesondere für

- axiale Niederdruckverdichter,
- axiale Niederdruckturbinen,
- Axialventilatoren,
- Radialverdichter.

Literatur / Referenzen

- Holste, F., Neise, W.: Acoustic near field measurement on a propfan model for noise source identification, Proc. 1st CEAS/AIAA Aeroacoustics Conference (16th AIAA Aeroacoustics Conference), Munich, Germany, Paper CEAS/AIAA-95-178, 1995
- Holste, F., Neise, W.: Noise Source Identification in a Propfan Model by Means of Acoustical Near Field Measurements, Journal of Sound and Vibration, 203(4), pp. 641-665, 1997
- Enghardt, L.; Zhang, Y.; Neise, W.; Kennepohl, F.: Acoustical radial mode



- analysis on a three-stage low pressure axial compressor; VDI-Tagung Turbokompressoren im industriellen Einsatz, Hannover 6.-7.10.1998. VDI Berichte Nr. 1425 (1998), ISBN 3-18-091425-4, 337-346
- ➔ Enghardt, L.; Zhang, Y.; Neise, W.: Acoustical radial mode analysis on a three-stage low pressure axial compressor; DLR IB 92517-98/B6 (1998)
 - ➔ Enghardt, L.; Zhang, Y.; Neise, W.: Experimental verification of a radial mode analysis technique using wall-flush mounted sensors; Invited Paper, Paper 3pPA5. Collected Papers from the Joint Meeting "Berlin 99" TU-Berlin, March 14-19, 1999, 137th regular meeting of the Acoustical Society of America, 2nd convention of the EAA: Forum Acusticum - integrating the 25th German Acoustics DAGA Conference; ISBN 3-9804568-5-4
 - ➔ Böhning, P.; Enghardt, L.; Neise, W.; Költzsch, P.: Entwicklung einer Software zur Kurzzeit-Azimutalmodenanalyse; Fortschr. der Akustik, DAGA 2000, 20.-23. März 2000, Oldenburg
 - ➔ Enghardt, L.; Tapken, U.; Neise, W.: RESOUND Subtask 1.7: Low pressure turbine noise, experimental results. DLR IB 92517-01/B1 (2001)
 - ➔ Enghardt, L.; Tapken, U.; Neise, W.; Kennepohl, F.; Heinig, K.: Turbine Blade/Vane Interaction Noise: Acoustic Mode Analysis using In-Duct Sensor Rakes, 7th AIAA/CEAS Aeroacoustic Conference, May 28-30, 2001, Maastricht, Netherlands
 - ➔ Enghardt, L.; Tapken, U.; Kornow, O.; Kennepohl, F.: Acoustic Mode Decomposition of Compressor Noise under Consideration of Radial Flow Profiles. 11th AIAA/CEAS Aeroacoustic Conference, May 23-25, 2005, Monterey, USA, Paper No. AIAA-2005-2833.
 - ➔ Enghardt, L., Lowis, C.: Broadband Sound Power Determination in Flow Ducts
 - ➔ Proc. Institute of Acoustics, Vol. 28, Pt. 1, 2006. IOA Spring Conf. 2006, Southampton, UK.
 - ➔ Tapken, U., Enghardt, L.:
 - ➔ Optimisation of sensor arrays for radial mode analysis in flow ducts.
 - ➔ 12th AIAA/CEAS-Aeroacoustics Conf. Cambridge, MA, 8.-10.5.2006, Paper AIAA 2006-2638.

Kontakt

- ➔ Prof. Dr. Lars Enghardt, Institut für Antriebstechnik, Tel: +49 30 310006 28, Fax: +49 30 310006 39
- ➔ Jochen Krampe, Technologiemarketing, Tel: +49 2203 601 3665, Fax: +49 2203 695689

Dieses Handout sowie Querverweise zu verwandten Messtechniken und Anlagen finden Sie unter: <http://messtec.dlr.de/link-61-de>.