

Transitionserkennung mittels TSP (Transition)

Messgrößen

- ➔ laminar-turbulenter Strömungsumschlag, Transition

Prinzip

Für Kryo-Windkanäle wie ETW, KKK oder KRG kann im Betrieb unter tiefen Temperaturen ($110\text{K} < T < 220\text{K}$) die Infrarot-Thermographie nicht mehr eingesetzt werden. Mithilfe der Methode der temperaturempfindlichen Farbe (Temperature-Sensitive Paint, TSP) kann der laminar-turbulente Strömungsumschlag an Windkanalmodellen jedoch auch hier untersucht werden. Dabei wird der Strömung ein sogenannter Temperatursprung aufgeprägt was bedeutet, dass die Temperatur des Strömungsmediums möglichst schnell mit einer bestimmten Heiz- oder Kühlrate geändert wird. Diese Temperaturänderung wird durch konvektiven Wärmetransport im Bereich der turbulenten Grenzschicht schneller zur Modelloberfläche transportiert und bewirkt hier eine Zu- oder Abnahme der Temperatur im Vergleich zum laminaren Teil der Grenzschicht. Dieser Temperaturunterschied kann dann mittels auf der Modelloberfläche befindlicher TSP-Farbe bestimmt werden, und die Transitionslage zeigt sich als Grenzlinie zwischen hellen und dunklen Bereichen im Ergebnisbild.

Das Funktionsprinzip von temperaturempfindlicher Farbe beruht auf dem thermischen Quench-Prozess von speziellen Molekülen (z.B. Ruthenium-Komplexe): Diese sogenannten Luminophore werden durch Anregung mit Licht in einem bestimmten Wellenlängenbereich (blau-grün) in einen energetisch höherem Zustand versetzt und strahlen beim Übergang in den Grundzustand wellenlängenverschobenes

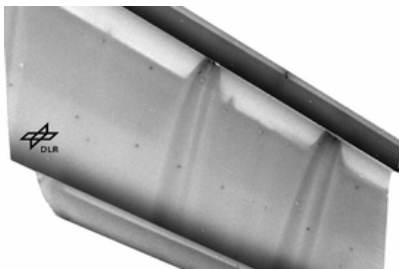
Fluoreszenzlicht aus (rot). Treten zwei Moleküle im angeregten Zustand in Wechselwirkung, so kann dies einen strahlungslosen Übergang in den Grundzustand zur Folge haben (thermisches Quenchen). Je höher die Temperatur und damit die kinetische Energie der Moleküle, umso mehr strahlungslose Übergänge finden statt und umso weniger Licht wird von der Farbschicht emittiert. Mit anderen Worten: je wärmer die Farbe ist umso weniger Fluoreszenzlicht wird sie emittieren.

Anwendung

Transitionserkennung in kryogenen Windkanälen, laminar-turbulenter Strömungsumschlag, Temperaturverteilung, Wärmetransport

Literatur / Referenzen

- ➔ [1] U. Fey, R. H. Engler, Y. Egami, Y. Iijima, K. Asai, U. Jansen, and J. Quest: "Transition Detection by Temperature Sensitive Paint at Cryogenic Temperature in the European Transonic Wind Tunnel (ETW)", 20th ICIASF, Record, 2003, pp.77-88.
- ➔ [2] Y. Iijima, Y. Egami, A. Nishizawa, K. Asai, U. Fey, and R. H. Engler, "Optimization of Temperature-Sensitive Paint Formulation for Large-Scale Cryogenic Wind Tunnels", 20th International Congress on Instrumentation in Aerospace Simulation Facilities(ICIASF), Record, 2003, pp.70-76.
- ➔ [3] B. Campbell, T. Liu, and J. P. Sullivan: "Temperature Sensitive Fluorescent Paint Systems", AIAA Paper 94-2483, 1994.
- ➔ [4] T. Liu and J.P. Sullivan: "Pressure and Temperature Sensitive paint", Springer-Verlag, Heidelberg, 2005.
- ➔ [5] U. Fey and Y. Egami in: Tropea,





Yarin, Foss [Eds.] "Springer Handbook of Experimental Fluid Dynamics", Springer Verlag, 2007 (Chap. 7.4: "Transition Detection by Temperature-Sensitive Paint")

Kontakt

- ➔ Dr.rer.nat. Uwe Fey, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Tel: +49 551 709 2641, Fax: +49 551 709 2830
- ➔ Dr. Frank Holtmann, Technologiemarketing, Tel: +49 531 295 3420, Fax: +49 531 295 3422

Dieses Handout sowie Querverweise zu verwandten Messtechniken und Anlagen finden Sie unter: <http://messtec.dlr.de/link-475-de>.