

4. E. M. SPARROW, W. J. MINKOWYCZ and M. SADDY, Forced convection condensation in the presence of non-condensables and interfacial resistance, *Int. J. Heat Mass Transfer* **10**, 1829 (1967).
5. J. W. ROSE, Condensation of vapour in the presence of a noncondensing gas, *Int. J. Heat Mass Transfer* **12**, 233 (1969).
6. R. B. BIRD, W. E. STEWART and E. N. LIGHTFOOT, *Transport phenomena*, 3rd edn., p. 571. John Wiley, New York (1963).
7. J. H. PERRY, *Chemical Engineering Handbook*, 4th edn. McGraw-Hill, New York (1968).

Int. J. Heat Mass Transfer. Vol. 13, pp. 1503-1504. Pergamon Press 1970. Printed in Great Britain

EXPERIMENTELLE ERGEBNISSE MIT EINEM DOCHTFREIEN ZENTRIFUGAL-WÄRMEROHR

P. FRIES

Siemens AG, Forschungszentrum, Erlangen, Westdeutschland

(Received 7 December 1969 and in revised form 20 February 1970)

EINFÜHRUNG

Die Kühlung rotierender Körper bietet oft Schwierigkeiten, wenn diese aus konstruktiven Gründen gegen die Umgebung abgekapselt sind. Ein Beispiel hierfür sind die Rotoren elektrischer Maschinen. Experimente zur Umgehung dieser Schwierigkeiten werden nachfolgend beschrieben.

VERSUCHSAUFBAU

Nur die beiden Wellenenden verbinden den Rotor konstruktiv mit der Umgebung einer elektrischen Maschine. Über diese Wellenenden könnte man also zusätzlich Rotorverlustwärme unter Umgehung des Motor-Innenraums direkt an die Aussenluft ableiten, wenn die Wärmeleitfähigkeit der Welle entsprechend erhöht wird. Hierzu bietet sich z.B. die Ausgestaltung der Welle als Wärmerohr an [1].

Zu diesem Zweck wurde die Welle eines Versuchsmotors (4 kW tefc Käfigläufer-Asynchronmaschine, 1500 U/min) als abgeschlossenes Rohr ausgeführt. Auf die für ein Wärmerohr sonst wesentliche Auskleidung des Rohrs mit einem Docht kapillarer Struktur wurde verzichtet. Dieser Docht soll einerseits die Arbeitsflüssigkeit des Wärmerohrs an der Wand festhalten und somit gegen dem Dampfraum abtrennen, andererseits sorgt er durch die Wirkung einer Kapillardruckdifferenz für den Rückfluss des Kondensats

vom Kondensator zum Verdampfer. Diese beiden Funktionen können aber bei einem schnell um die Längsachse rotierenden Wärmerohr durch die Zentrifugalkraft übernommen werden. Diese presst die Flüssigkeit an die Wand und sorgt für den

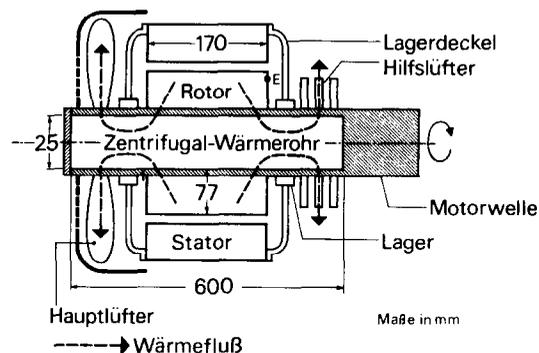


ABB. 1. Übersichtsbild des Versuchsmotors für Rotorkühlung mit Zentrifugal-Wärmerohr.

Rückfluss des Kondensats, denn dieses kann sich auf der Kondensatorseite nicht anhäufen.

Mit dem Docht entfällt auch der Strömungswiderstand in den Kapillaren und die Konstruktion wird wesentlich

vereinfacht. Das Hohlrohr braucht nur noch (möglichst unter Vakuum) mit der Arbeitsflüssigkeit gefüllt zu werden, bei den Versuchen mit 40 cm³ Methanol [2]. Beide Wellenenden wurden durch Ausstattung mit Kühllüftern als Kondenser ausgebildet. Die Hohlwelle wirkt dann als "doppeltes" Zentrifugal-Wärmerohr, denn der Rotorwärmefluss kann von Wellenmitte nach beiden Wellenenden abfließen (Bild 1). Zur Verbesserung des Wärmeabflusses kann wenigstens das freie Wellenende des Motors aus Material guter Wärmeleitfähigkeit bestehen (Temperaturänderungen auch an Lagern und Stator beachten).

ERGEBNISSE

Die Wärmeverluste des Motors während des Versuchsbetriebes beliefen sich auf 720 W, davon 320 W im Ständer und 400 W im Rotor. Das Ergebnis ohne und mit Zentrifugal-Wärmerohr entnehme man der Tabelle. Die Aufteilung des Wärmeabflusses wurde dem Wärmewiderstandsnetz der Maschine entnommen. In diesem Netz ist das Doppel-Wärmerohr als Parallelschaltung zweier entsprechender Wärmewiderstände zum Wärmewiderstand der Motorwelle aufzufassen, der hierdurch erheblich reduziert wurde. Damit erhöht sich der Wärmefluss über Rotor und Welle auf 355 W und die Temperatur des Rotors bei "E" sinkt laut Messung auf 67 grad.

Diese Ergebnisse werden bei Motoren mit anderem Wärmewiderstandsnetzwerk verschieden sein. Die vorliegenden über ein Jahr laufenden Versuche mit dem

Zentrifugal Wärmerohr zeigen dieses Prinzip als funktionsfähig und wegen einer Reihe von Vorzügen gegenüber dem Docht Wärmerohr als allgemein interessant für die Lösung von Kühlungsproblemen an unzugänglichen Rotationskörpern.

Zustand der Hohlwelle	Mittelwert der Über-Temperatur am Rotor, gemessen bei "E"	Aufteilung des 720 W-Wärme-Abflusses über	
	(grad)	Rotor u. Welle (W)	Stator (W)
offen, kein Wärmerohr	102	255	465
mit Methanol gefüllt, Wärmerohr	67	355	365

LITERATUR

1. R. S. GAUGLER, Heat transfer device, US-Patent 2.250.348, New York (1944).
2. Zur Fülltechnologie ist den Herren K. Janner und K. Gregorius von Siemens AG, Erlangen, Abteilung Reaktortechnik, zu danken.