

Webb<sup>7)</sup> diese nicht fanden. Alle bisher genannten Untersuchungen wurden an fließendem, erwärmtem Wasser bei niederen Frequenzen der Pulsationen angestellt. Mit Öl als Versuchsflüssigkeit erhielt W. Linke<sup>8)</sup> im laminaren Bereich eine Erhöhung des Wärmeübergangs bis zum vierfachen, im turbulenten Gebiet bis zum 1,35fachen Betrag der in stetiger Strömung übertragenen Wärmemenge. In Luft ergab sich nach den Untersuchungen von T. E. Stanton, D. Marshall und E. Griffiths<sup>9)</sup> kein Unterschied im Wärmeübergang von einem mit Rippen versehenen Zylinder, der einmal in Ruhe untersucht und dann in Schwingungen versetzt wurde, während wiederum P. N. Kubanskii<sup>10)</sup> 11) eine Erhöhung um 50% bei Schallfrequenzen fand. A. Andreas<sup>12)</sup> schlug vor, den Wärmeübertrager als Ganzes in Schwingungen zu versetzen, um eine Erhöhung des Wärmeüberganges zu erzielen.

Bei neueren Versuchen<sup>13)</sup> über den Wärmeübergang an pulsierende Luft wurde diese bei etwa atmosphärischem Druck durch ein waagrechtes, von außen mittels Dampf beheiztes Rohr von 25,4 mm Dmr. und 2,084 m wirksamer Länge geleitet. Die Wärmeübergangszahl stellte man erst für die stetig fließende Strömung, danach für die pulsierende Strömung fest, die man mit einem zwischengeschalteten, von einem Motor angetriebenen Ventil erzeugte. Die Form der Druckwelle konnte durch Ändern der Ventilerhebungskurve verschieden gestaltet und ebenso wie die Druckamplitude, die man ebenfalls veränderte, mit Hilfe eines von P. H. Schweitzer<sup>14)</sup> vorgeschlagenen Instrumentes gemessen werden. Der Bereich der Reynoldszahlen erstreckte sich dabei von 5000 bis 35 000, der der Frequenzen von 5 bis 33 Hz. Die Reynolds- und Nußeltzahlen wurden auf die mittlere Lufttemperatur und auf eine mittlere Geschwin-

digkeit bezogen, die sich aus der geförderten Luftmenge, den Abmessungen des Rohres und dieser mittleren Lufttemperatur ergab.

Aus diesen Versuchen folgt, daß die Nußeltzahl durch die Pulsationen im turbulent fließenden Mittel um etwa 30% erhöht wird und in bestimmter und reproduzierbarer Weise von der Frequenz, der Amplitude, der Druckwellenform und der Reynoldszahl abhängt. Im allgemeinen vermindert sich der Wärmeübergang im Vergleich zur gleichmäßigen Strömung bis zu einer bestimmten Grenzfrequenz, um oberhalb dieser wellenförmig, doch stetig, anzusteigen. Die Grenzfrequenz wurde innerhalb des untersuchten Bereiches im wesentlichen durch die Druckwellenform und in kleinerem Maße durch die Reynoldszahl bestimmt. Im Gebiet des verminderten Wärmeüberganges stellte man eine leichte Abhängigkeit von der Reynoldszahl fest, und zwar im Sinne einer Erhöhung der Wärmeübergangszahl mit der Reynoldszahl. Im Gebiete der Verbesserung des Wärmeüberganges trat diese Abhängigkeit wesentlich deutlicher hervor. In Bestätigung der Ergebnisse von Stanton<sup>9)</sup> wurde ein nur sehr kleiner Einfluß der Druckamplituden gefunden, solange sie klein sind; doch für höhere Werte ergab sich eine Verbesserung des Wärmeüberganges, die jedoch nicht proportional mit der Druckamplitude fortschreitet, sondern von einer Kombination mit weiteren Größen, wie der Frequenz sowie der Reynoldszahl, bestimmt wird. Diese Abhängigkeit ist z. Z. Gegenstand weiterer Untersuchungen, doch kann bereits jetzt gesagt werden, daß für den Wärmeübergang in pulsierender Strömung die Steilheit der Druckwellenfront von wesentlicher Bedeutung ist. DF 383

H. A. Havemann u. N. N. Narayan Rao

Bangalore

Eingegangen am 29. I. 1954

## Berichtigung

### Untersuchungen an Turbinenschauflügeln

Zu Fußanmerkung 1 auf S. 44 meines Aufsatzes in dieser Zeitschrift (Bd. 19 (1953) S. 44/48) sei bemerkt, daß die beschriebenen Versuche in dem genannten Institut vorgenommen wurden, mein Aufsatz selbst jedoch keine Institutsmitteilung darstellt.

DF 403

E. Olderin

<sup>7)</sup> R. P. Webb: Dissertation Universität Washington 1949.

<sup>8)</sup> W. Linke: Wärmeübergang bei pulsierender Strömung. In E. Schmidt: Fortschritte der wärmetechnischen Forschung. Z. VDI Bd. 95 (1953); S. 1179.

<sup>9)</sup> T. E. Stanton, D. Marshall u. E. Griffiths: On the dissipation of heat from the surface on an air-cooled engine when running and when at rest. NACA (Nat. Adv. Comm. Aeron.) Rep. u. Mem. Nr. 520, 1917.

<sup>10)</sup> P. N. Kubanskii: Flows near heated solid body in standing sound wave. Zh. tekhn. Fiz. Bd. 22 (1952) S. 585/92; vgl. auch: Fuel Abstr. Bd. 14 (1953) S. 172.

<sup>11)</sup> P. N. Kubanskii: Effect of acoustic vibrations of finite amplitude on boundary layers. Zh. tekhn. Fiz. Bd. 22 (1952) S. 593/601; vgl. auch: Fuel Abstr. Bd. 14 (1953) S. 172/73.

<sup>12)</sup> A. Andreas: D. P. Nr. 717 766 vom 5. Febr. 1942.

<sup>13)</sup> Diese Versuche wurden mit Unterstützung des Council of Scientific and Industrial Research (CSIR) vor einiger Zeit am Laboratorium für Verbrennungskraftmaschinen des Indian Institute of Science in Bangalore begonnen.

<sup>14)</sup> P. H. Schweitzer: Scavenging of two-stroke cycle diesel engines. New York 1949; insbes. S. 211/12.

## Bücherschau

DK 517.516 (075.8)

**Die konfluente hypergeometrische Funktion** m. bes. Berücks. ihrer Anwendungen. Von Herbert Buchholz. Ergebnisse der Angewandten Mathematik, H. 2. Berlin/Göttingen/Heidelberg 1953, Springer-Verlag. 234 S. m. 9 Bild. Preis kart. 36,— DM.

Der Verfasser hat sich im vorliegenden Bande der „Ergebnisse der Angewandten Mathematik“ der dankenswerten Aufgabe unterzogen, eine geschlossene Darstellung der Theorie der konfluenten hypergeometrischen Funktionen zu geben. Infolge des ständigen Anwachsens der mathematischen For-

schung auf diesem Gebiet und ihrer immer breiteren Anwendung wird die Herausgabe dieses sorgfältig ausgearbeiteten Spezialwerkes vom Theoretiker wie vom Praktiker sehr begrüßt werden.

In den einleitenden Abschnitten betrachtet der Verfasser zunächst ausführlich die *Kummersche* und die *Whittakersche* Differentialgleichung, die im wesentlichen durch Konfluenz zweier singulärer Stellen aus der *Riemannschen* Differentialgleichung hervorgehen, und deren Lösungen, die konfluenten hypergeometrischen Funktionen. Als grundlegend für den weiteren Aufbau der Theorie verwendet er dabei die beiden *Whittakerschen* Funktionen  $M_{\kappa, \mu/2}(z)$  und  $W_{\kappa, \mu/2}(z)$ , von denen die erste nach kleiner Modifikation ganz transzendent in  $\kappa$ ,  $\mu$  und  $z$  ist und die zweite durch ihr besonders einfaches asymptotisches