

DKV-Forschungsbericht Nr. 26

Rolf Windisch

Wärmeübergang beim Sieden von Kältemittel an Einzelrohren, Zweirohranordnungen und Rohrbündeln

1989

978-3-922429-25-8



Kurzfassung

Der Wärmeübergang beim Sieden von Kältemittel R 11 wird beim Druck $p = 1$ bar an Einzelrohren, an Zweirohranordnungen und an Rohrbündeln in Abhängigkeit von der Wärmestromdichte untersucht. Die Rohre werden elektrisch beheizt, das Kältemittel verdampft an der Rohraußenseite. Die Versuche mit Einzelrohren und Zweirohranordnungen werden sowohl mit Glattrohren als auch mit Rippenrohren durchgeführt, die Rohrbündel versuche nur mit Glattrohren. Bei den Untersuchungen an Mehrrohranordnungen wird neben der Wärmestromdichte auch der Einfluß des Teilungsverhältnisses s/d (Zweirohr, Rohrbündel), der Rohranordnung (Rohrbündel) und der Anzahl der beheizten Rohrreihen (Rohrbündel) auf den Wärmeübergang bestimmt.

Bei den Einzel rohren ergeben sich für die Rippenrohre bei Wärmestromdichten $q > 1000 \text{ W/m}^2$ größere, bei $q < 1000 \text{ W/m}^2$ kleinere Wärmeübergangskoeffizienten als für die Glattrohre.

Aus den Versuchen an den Zweirohranordnungen erhält man für alle untersuchten Rohrarten im Übergangsbereich zwischen Blasensieden und Konvektion eine Erhöhung des Wärmeübergangs am oberen Rohr im Vergleich zum entsprechenden Einzelrohr. Mit kleinerem Teilungsverhältnis verringert sich diese Erhöhung.

Für die Glattrohrbündel wird ebenfalls eine Erhöhung des Wärmeübergangskoeffizienten gegenüber dem Einzelrohr an allen Rohren im Bündel im Übergangsbereich vom Blasensieden zur Konvektion festgestellt. In diesem Bereich nimmt die Erhöhung des Wärmeübergangs mit abnehmendem Teilungsverhältnis und zunehmender Anzahl beheizter Rohrreihen im Bündel zu. Die Rohranordnung hat keinen eindeutigen Einfluß auf den Wärmeübergang. Für die mittleren Bündelfaktoren wird eine Korrelation angegeben, die den Einfluß der untersuchten Parameter gut wiedergeben kann. Die Meßergebnisse für die Glattrohre (Einzelrohr, Zweirohr, Rohrbündel) werden mit Werten aus Modellrechnungen zum Wärmeübergang verglichen.

ABSTRACT

Boiling heat transfer of refrigerant on single tubes, twin-tube arrangements and tube bundles

Pool boiling heat transfer of R 11 is investigated on single tubes, on twintube arrangements and on tube bundles. The refrigerant evaporates at a saturation state of 1 bar on the outside of the electrically heated tubes. The experiments on single tubes and on twin-tube arrangements are performed with plain and with finned tubes, for the tube bundle experiments only plain tubes are used. Besides the influence of heat flux, the effect of tube pitch s/d , tube arrangement and number of heated tube rows on the heat transfer is investigated for multi-tube arrangements.

The heat transfer coefficient on single finned tubes is higher at $q > 1000 \text{ W/m}^2$ and is lower at $q < 1000 \text{ W/m}^2$ than that on plain tubes.

The results for twin-tube arrangements showed a heat transfer enhancement on the upper tube compared with that on the single tube in the transition region between fully developed boiling and free convection. The enhancement decreases with decreasing tube pitch.

For bundles of plain tubes a heat transfer augmentation is also observed in the transition region. In this region the heat transfer enhancement increases with decreasing tube pitch and increasing number of heated tube rows and is not significantly affected by the tube arrangement. An empirical correlation is proposed for the mean bundle factor. The experimental results for plain tubes are compared with values predicted by theoretical heat transfer models.