

DKV-Forschungsbericht Nr. 78

Arnold Wohlfeil

Wärme- und Stoffübertragung bei der Absorption
an Rieselfilmen in Absorptionskälteanlagen

2009

978-3-932715-81-5



Kurzfassung

In der vorliegenden Arbeit werden Wärme- und Stoffübergangseigenschaften während der Rieselfilmabsorption am horizontalen Rohrbündel experimentell und analytisch untersucht. Verwendet wurden als Stoffpaare Wasser und Lithiumbromid, das in den meisten Absorptionskälteanlagen zur Raum-klimatisierung vorkommt, und das organische Kältemittel R134a, das in Kompressionskälteanlagen weit verbreitet ist, mit dem Lösungsmittel DMAc. Ein eigenes Modell für die Absorption von Wasser in wässrige Lithiumbromidlösung wurde entwickelt. Das Modell koppelt den instationären Stofftransport in einen halbunendlichen Körper mit einem stationären Wärmetransport.

Der gemessene Wärmeübergangskoeffizient für das Stoffpaar Wasser / Lithiumbromid liegt im Bereich von 500-4000 W / m²K und für das Stoffpaar R134a / DMAc bei 100-400 W / m²K. Der Stoffübergangs-koeffizient liegt bei 20-400 g / m²s für beide Stoffpaare. Der wichtigste Einflussparameter für die Wärmeübergangskoeffizienten ist der Lösungsmassenstrom. Der Stoffübergangskoeffizient ist mit der Unterkühlung der Lösung korreliert, wobei die Unterkühlung wiederum von der Position im Absorber und der Strömungsform des Dampfes im Absorber abhängig ist.

Die dimensionslosen Kennzahlen zeigen verschiedene Abhängigkeiten. So ist die Nußelt-Zahl von der Reynolds- und Prandtl-Zahl und die Sherwood-Zahl von der Reynolds-, Schmidt- und Stefan-Zahl abhängig. Die gewonnenen Korrelationen lassen sich physikalisch jedoch nur schwer deuten, da die erklärenden Variablen untereinander abhängig sind und eine zu geringe Variation aufweisen.

Die Verwendung des Additivs 2-Ethyl-1-Hexanol in den Absorptionskälteanlage mit dem Stoffpaar Wasser / Lithiumbromid ergab entgegen allen vorliegenden Veröffentlichungen in der wissenschaftlichen Literatur und dem industriellen Stand der Technik keine wesentliche Verbesserung des Wärme- und Stofftransports, da das Additiv im Generator thermisch zersetzt wurde und die Rippen an den Absorberrohren die zu erwartende Marangoni-Konvektion unterbinden.

Weiterhin werden Messdaten für die dynamische Oberflächenspannung von Additivgemischen (Wasser mit 1-Octanol und Wasser mit 2-Ethyl-1-Hexanol) diskutiert. Dabei wurden Oberflächenspannungen bei Temperaturen oberhalb der Umgebungstemperatur gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die erhöhte Löslichkeit von Additiven bei höheren Temperaturen auch auf die dynamische Oberflächenspannung auswirkt. Dieser Effekt wird in der Literatur zur Erklärung der Marangoni-Konvektion verwendet und konnte jetzt in dem für die Absorption relevanten Zeitbereich nachgewiesen werden. Neben den kleinen Oberflächenaltern ab 5 Millisekunden konnten Daten in einem Zeitbereich bis zu knapp einer Minute gewonnen werden, wobei selbst nach einer Minute der Wert der statischen Oberflächenspannung noch nicht erreicht wird. Die stark widersprüchlichen Literaturwerte für die statische Oberflächenspannung von Additivlösungen lassen sich damit auf nicht abgeschlossene Relaxationsvorgänge zurückführen.