

Abstract

Das Ziel dieser Arbeit ist die Inbetriebnahme und das experimentelle Vermessen einer neu konstruierten Versuchsanlage für Film- und Tropfenkondensation, in der die wesentlichen Messgrößen erfasst werden, die zur Bestimmung des Wärmeübergangskoeffizienten α relevant sind. Die Konstruktion und Datenverarbeitung dieser neu gebauten Anlage basieren auf einer vorherigen Versuchsanlage, die aufgrund fehlerhafter Elektronik nicht mehr betrieben wird. Nachfolgend dieser Arbeit ist die Anlage für das Laborpraktikum der Wärme- und Stoffübertragung vorgesehen.

Für die Inbetriebnahme der Anlage wurden Regler und Leistungssteller mittels einer herstellereigenen Software parametrisiert und die datenverarbeitenden Programme der Anlage in *Excel* und *LabVIEW* aus der Altanlage übernommen und grundlegend an den neuen Versuchsstand angepasst. Aus einigen Testversuchen und einer Kalibrierung der Messinstrumente sind der Einbau einer weiteren Messstelle zur Messung der Dampftemperatur, eine Verringerung des Vorlaufdrucks und weitere Optimierungen gefolgt. Bei der Vermessung der Versuchsanlage sind mehrere Messreihen durchgeführt worden. Bei variablen Kühlwassermassenströmen und unterschiedliche Druckstufen sind die Wärmeübergangskoeffizienten des Film- und Tropfenkondensators ermittelt worden. Des Weiteren sind der Verlauf der Wandtemperatur über die Kondensatorhöhe und der Einfluss von Luft im Behälter auf den Wärmeübergang und der Siedevorgang der Heizeinrichtung betrachtet worden.

Aus den Versuchsreihen geht hervor, dass bei der Tropfenkondensation gegenüber der Filmkondensation mehrfach höhere Wärmeübergangskoeffizienten gemessen werden. Die Tropfenkondensation selbst ist über mehrere Versuchsreihen schwer exakt reproduzierbar, da unerwünschte partielle Filmbildung am Tropfenkondensator zu zufälligen Messabweichungen führt. Beim Vergleich von experimentell mit theoretisch berechneten Wärmeübergangskoeffizienten der Filmkondensation fällt auf, dass die experimentell ermittelten Werte mehrfach zu groß sind. Dies bestätigt sich ebenfalls beim Vergleich der Messergebnisse zu Richtwerten aus der Literatur. Einen Einfluss auf die Abweichung hat die Wandtemperatur, die über ihre Höhe und auch zeitlich großen Schwankungen ausgesetzt ist. Die Hauptursache für die vielfach zu großen Messungen ist jedoch die Kühlwassertemperaturdifferenz, die sich aus der abgegebenen Wärme des Kondensats ergibt. Die Messungen finden entfernt vom eigentlichen Ein- und Ausgang des Kühlwassers aus den Kondensatoren statt, wodurch die reale Temperaturdifferenz unbekannt ist. Im Vergleich zu Daten aus der vorherigen Versuchsanlage geht hervor, dass dort die Temperaturdifferenz exakter erfasst wurde und die Differenzen der Berechnungsmethoden des Wärmeübergangskoeffizienten untereinander geringer sind. Weitere Untersuchungen zur ganzheitlichen Vermessung der Anlage zeigen eine drastische Verringerung des Wärmeübergangskoeffizienten bei bereits geringem Luftabschluss im System und dass sich das Wasser an den Heizstäben, die den Wasserdampf für die Kondensation erzeugen, im Normalbetrieb konstant im Bereich des Blasensiedens befindet.

Aus den Messergebnissen folgt, dass die systematischen Messabweichungen, die vor allem durch die unbekannt reale Kühlwassertemperaturdifferenz zustande kommen, so groß sind, dass erst konstruktive Änderungen an der Anlage durchgeführt werden müssen, um quantitativ brauchbare Berechnungsergebnisse zu erhalten. Für eine konstantere Wandtemperatur über die Kondensatorhöhe ist eine Kunststoffummantelung als eine Begrenzung der Oberfläche sinnvoll, um Kondensationsbereiche, die im Einfluss der Wärmeleitung von umliegenden Bauteilen stehen, zu reduzieren. Mit der Lösung dieser Problematiken kann die Versuchsanlage anschließend in Zukunft in Laborpraktika der Wärme- und Stoffübertragung sinnvoll eingesetzt werden, um Studenten die Arten, Eigenschaften und Berechnungsmethoden von Kondensationsprozessen anschaulich zu vermitteln.