

Dipl.-Ing. Herbert Ruile, Egling

Direktkontaktkondensation in geschichteten Zweiphasen- strömungen

Reihe **19**: Wärmetechnik/
Kältetechnik

Nr. **88**

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	1
2. Stand des Wissens	3
2.1 Strömungsidentifizierung	3
2.1.1 Identifizierung einer geschichteten Zweiphasenströmung	3
2.1.2 Charakterisierung der Oberfläche einer Schichtenströmung	6
2.2 Analytische Beschreibung der turbulenten Schichtenströmung	7
2.2.1 Phasenverteilung.....	8
2.2.2 Modelle zur Beschreibung der Zwischenphasenreibung (Impulsaustausch).....	10
2.2.2.1 Phasen im Gleichstrom.....	11
2.2.2.2 Phasen im Gegenstrom.....	13
2.2.2.3 Einfluß der Kondensationsrate auf den Reibungsbeiwert	14
2.2.2.4 Einfluß der druckabhängigen Stoffwerte.....	15
2.2.3 Modelle zur Beschreibung des Wärmeübergangs.....	17
2.2.3.1 Turbulenzorientierte Kondensationsmodelle.....	18
2.2.3.2 Wärme- und Stoffübergang nach dem Oberflächenenerneuerungsmodell	20
2.3 Zusammenfassung und Zielsetzung der Arbeit	24
3. Versuchseinrichtungen.....	26
3.1 Adiabate Strömungskanäle	26
3.1.1 Modell einer Reakorkühlmittelleitung	26
3.1.2 Offene Rechteckgerinne	30
3.2 Kondensationsversuchsanlage	31
3.2.1 Auslegungsparameter	31
3.2.2 Beschreibung der Gesamtanlage	33
3.2.3 Strömungskanal	36

4. Meßwerterfassung und Datenseanalyse	41
4.1 Eingesetzte Meßverfahren	41
4.1.1 Geschwindigkeits- und Turbulenzprofil	41
4.1.2 Temperaturprofil.....	46
4.1.3 Systemparameter.....	48
4.2 Meßdatenerfassung	50
4.3 Analyse der Meßdaten	51
4.3.1 Auswerteverfahren.....	51
4.3.1.1 Datenqualifikation.....	51
4.3.1.2 Schichthöhe	53
4.3.1.3 Mittlere Geschwindigkeit und Turbulenzgrad.....	54
4.3.1.4 Mittlere Wassertemperatur.....	55
4.3.1.5 Wärmeübergangskoeffizient	57
4.3.2 Fehlerbetrachtung	58
5. Ergebnisse aus den adiabaten Vorversuchen.....	60
5.1 Schichtenströmung im Kaltstrangmodell mit stagnierender Gasphase	60
5.1.1 Charakterisierung der Strömungsform.....	60
5.1.2 Phasenverteilung.....	63
5.1.3 Geschwindigkeitsverteilung und Turbulenzprofil	68
5.2 Schichtenströmung im Kaltstrangmodell mit gegengerichteter Luftströmung.....	72
5.2.1 Phänomenologische Beschreibung.....	72
5.2.2 Phasenverteilung.....	74
5.2.3 Geschwindigkeitsverteilung und Turbulenzprofile	75
5.3 Turbulenzmanagement im Rechteckkanal.....	77
5.3.1 Einfluß der variablen Kanallänge.....	77
5.3.2 Strömungskonditionierung	78
5.3.2.1 Turbulenzarme Vergleichsströmung.....	78
5.3.2.2 Turbulenzangereicherte Strömung	80
5.4 Zusammenfassung der Erkenntnisse aus den adiabaten Vor- versuchen am Kaltstrangmodell	84
6. Ergebnisse aus den Kondensationsversuchen.....	86
6.1. Einfluß der freien Turbulenz.....	87
6.2 Einfluß der Grenzflächenreibung	92

6.2.1 Gleichströmung.....	92
6.2.2 Gegenströmung.....	94
6.3 Charakteristische Eigenschaften der turbulenten Schichtenströmung.....	97
7. Kondensationsmodell.....	101
7.1 Grundlagen und Voraussetzungen.....	101
7.2 Bestimmung der zusätzliche Dissipationsterme.....	103
7.2.1 Druckverlust in der Einlaufströmung.....	103
7.2.2 Einfluß der Gitterturbulenz.....	104
7.2.3 Einfluß der Dampfströmungsrichtung.....	105
7.3 Ergebnisse mit dem erweiterten Kondensationsmodell.....	106
8. Zusammenfassung.....	109
9. Formelzeichen.....	112
10. Literaturverzeichnis.....	116