

Dipl.-Ing. Thomas Bergmann, Leipzig

Dynamisches Verhalten und Modellierung eines Sorptions- wärmeformers

Reihe **19**: Wärmetechnik/
Kältetechnik

Nr. **97**

Inhaltsübersicht

1	Einordnung der Arbeit in den Entwicklungsstand der Sorptionswärmetransformation	1
1.1	Zur Entwicklung der Wärmetransformation.....	2
1.2	Der Absorber	3
2	Dynamisches Verhalten eines Wärmetransformators	8
2.1	Aufbau der Versuchsanlage.....	10
2.1.1	Der Wärmetransformationsprozeß.....	10
2.1.2	Äußere Kreisläufe	11
2.1.3	Innere Kreisläufe.....	13
2.1.4	Apparatetechnischer Aufbau.....	13
2.1.5	Meßtechnik	15
2.1.6	Regelung	16
2.1.7	Das Arbeitsstoffgemisch NaOH - H ₂ O.....	17
2.2	Betriebsverhalten	18
2.2.1	An- und Abfahrvorgang.....	18
2.2.1.1	Abfahren der Anlage	18
2.2.1.2	Anfahren der Anlage	19
2.2.2	Stationärer Betrieb	19
2.2.2.1	Prozeßparameter.....	19
2.2.2.2	Bilanzen und Kenngrößen am Prozeß.....	21
2.3	Dynamik des Prozesses.....	22
2.3.1	An- und Abfahrverhalten	22
2.3.1.1	Anfahren nach Kurzabschaltung	22
2.3.1.2	Abfahren für Langzeitabschaltung	25
2.3.1.3	Anfahren nach Langzeitabschaltung	26

2.3.2	Übergangsverhalten	27
2.3.2.1	Veränderung des Lösungsumlaufes.....	27
2.3.2.2	Veränderung der Heißwassertemperatur	29
2.3.2.3	Veränderung des Heißwasserstromes in Verdampfer und Desorber.....	33
2.3.2.4	Veränderung des Heißwasserstromes im Absorber	36
2.3.2.5	Veränderung des Kühlwasserstromes	38
2.3.3	Trägheitsverhalten.....	39
2.3.4	Vergleich mit den Ergebnissen der Modellrechnung.....	42
3	Untersuchungen zur Hydrodynamik im Absorber	44
3.1	Aufbau der Versuchsanlage.....	44
3.2	Querstrom	45
3.3	Flüssigkeitsstrahlabstand.....	50
4	Modellierung des Rieselabsorbers	57
4.1	Anpassung an die Gerätegeometrie	57
4.2	Abfließmodell.....	58
4.3	Rieselfilmberechnung.....	60
4.3.1	Modell des Rieselfilmes.....	60
4.3.2	Einfluß der Oberflächenspannung	67
4.3.3	Rechenergebnisse und Schlußfolgerungen	71
4.4	Berechnung des Stoff- und Wärmeüberganges	74
4.4.1	Stoff- und Energiebilanz an der Phasengrenzfläche	74
4.4.2	Stoff- und Wärmeübergang im Film.....	75
4.4.3	Stoff- und Wärmeübergang im Strahl.....	78
4.5	Ergebnisse.....	81
4.5.1	Allgemein.....	81

4.5.2	Parametervariation	83
4.5.2.1	Variation der Berieselungsdichte	84
4.5.2.2	Variation des Wendelrohrdurchmessers	85
4.5.2.3	Variation des Wendelabstandes	87
4.5.2.4	Variation der Rohrwendelanzahl.....	88
4.5.3	Vergleich mit Meßwerten	88
5	Zusammenfassung.....	91
 Anhang:		
A	Meßstellenplan	98
B	Berechnung der Stoff- und Wärmeübergangskoeffizienten	101
B.1	Gasseitiger Wärmeübergang.....	101
B.1.1	Wärmeübergang am Strahl	101
B.1.2	Wärmeübergang am Film	102
B.2	Stoffübergang im Flüssigkeitsstrahl	103
B.3	Wärmeübergang im Flüssigkeitsstrahl	103
B.4	Stoffübergang im Film.....	103
B.5	Wärmeübergang im Film.....	104
B.6	Wärmeübergang Film - Rohrwand	105
B.7	Wärmeübergang im Kühlwasser.....	105
C	Stoffdatenberechnung.....	108
C.1	Stoffdaten für Wasser in flüssiger Form.....	108
C.1.1	Dichte	108
C.1.2	Dynamische Viskosität	108
C.1.3	Spezifische Wärmekapazität.....	109
C.1.4	Wärmeleitfähigkeit	110
C.1.5	Dampfdruck	110

C.2 Stoffdaten für gesättigten Wasserdampf.....	111
C.2.1 Kinematische Viskosität	111
C.2.2 Temperaturleitfähigkeit.....	111
C.2.3 Wärmeleitfähigkeit	112
C.2.4 Spezifische Enthalpie.....	112
C.3 Stoffdaten für NaOH-Lösung	113
C.3.1 Dichte.....	113
C.3.2 Dynamische Viskosität	113
C.3.3 Oberflächenspannung	114
C.3.4 Spezifische Wärmekapazität.....	114
C.3.5 Wärmeleitfähigkeit	115
C.3.6 Diffusionskoeffizient	116
C.3.7 Phasengleichgewicht.....	117
C.3.8 Spezifische Enthalpie.....	118