

TMC-Praktikum

V3: Fluidisierungs-, Misch- und Wärmeübergangseigenschaften von Wirbelschicht- und Rohrreaktoren

VORGESPRÄCH

Themen des Vorgesprächs sind der Wärmetransport (Arten, Wärmedurchgang, Zweifilmtheorie, dimensionslose Kennzahlen ...) und die Wirbelschichttechnik (Wirbelschichtzustände, Vor- und Nachteile, Anwendungsbeispiele).

Literaturtip: z.B. Patat/ Kirchner (insbes. S. 24 ff), Brötz/ Schönbacher, Grassmann/ Widmer/ Sinn, Mitschrift Einführungsvorlesung, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 4. Aufl., Bd. 3, S. 433 ff, VDI-Wärmeatlas, sowie Lehrbücher der Technischen Chemie

Das Vorgespräch erfolgt vor dem Versuch – Termin nach Absprache.

TEIL 1 WIRBELSCHICHT

1. Versuchsdurchführung

In diesem Versuch sollen die Wärmeübergangseigenschaften eines Wirbelschichtreaktors (Wirbelmaterial: Sand, Korngröße 0,2 - 0,3 mm) untersucht werden.

2. Kalibrierung des Rotameters

Dazu wird bei den Rotameteinstellungen 2, 4, 6 und 8 Skt die Zeit gestoppt, bis 100 l Preßluft durch das Rotameter geflossen sind (je Einstellung 3 Messungen). Aus den bestimmten Mittelwerten ist eine Kalibrierkurve zu erstellen; für Werte über 8 Skt wird extrapoliert.

3. Messung der Wärmeübergangseigenschaften des Wirbelschichtreaktors

Nach Umbau der Preßluftleitung wird zunächst am Rotameter (Regulierung des Gasstromes zweckmäßigerweise über Nadelventil in der Rotameterleitung *und* Preßluftahn am Anschluß) eine bestimmte Strömungsgeschwindigkeit eingestellt. Dann wird die Heizleistung der zylindrischen Heizpatrone in der Wirbelschicht so reguliert, daß sich die Temperaturdifferenz zwischen Heizung und Wirbelschicht auf einen konstanten Wert von ca. 20 K einstellt (max. 10 min pro Wert). Dann werden Rotameteinstellung, Temperaturen, Spannung und Stromstärke notiert und die nächste Strömungsgeschwindigkeit eingestellt. Bei starken Schwankungen der Heizungstemperatur soll aus mindestens 5 Werten ein Mittelwert gebildet werden. Dabei soll mit den hohen Strömungsgeschwindigkeiten begonnen werden.

Einzustellende Strömungsgeschwindigkeiten:

- über den gesamten Meßbereich des Rotameters in Abständen von 1 Skt.
- zwischen 4 und 9 cm zusätzlich in 0,5er Schritten

Die Messergebnisse sind zweckmäßig in einer Tabelle mit den folgenden Spalten zu erfassen:

- Rotameteinstellung
- T_{WS}
- $T_{Heizung}$
- ΔT
- U
- I

4. Auswertung/Protokollierung:

Das Protokoll sollte die folgenden Gesichtspunkte enthalten:

- Grundlagen (Wirbelschichttechnik: Beschreibung, Anwendungen; Wärmeübergang/ -leitung/ -durchgang usw.)
- Aufgabenstellung
- Versuchsaufbau, Skizze
- Durchführung
- Rotameterkalibrierung: Wertetabelle, Kalibrierkurve ($SKT = f(\text{Volumenstrom})$)
- Ermittlung der Wärmeübergangseigenschaften:
 - Wertetabelle: Rotameteinstellung/ V [m^3/h]/ v [m/s]/ T_{WS} / $T_{Heizung}$ / ΔT / U / I / α [$Wm^{-2}K^{-1}$]
 - Diagramm: $\alpha = f(v$ [m/s])
 - Erklärung und Diskussion des Kurvenverlaufs
 - Fehlerbetrachtung

TEIL 2 ROHREAKTOR

1. Versuchsdurchführung

Drei Metallrohre aus:

poliertem Messing	($L = 1000$ mm; $d_a = 40$ mm; $d_{Wand} = 3$ mm)
Aluminium mit Alu-Bronze-Anstrich	($L = 1000$ mm; $d_a = 40$ mm; $d_{Wand} = 3$ mm)
Geschwärztes Aluminium	($L = 1000$ mm; $d_a = 40$ mm; $d_{Wand} = 3$ mm)

werden von Wasserdampf mit einer Temperatur von 100 °C durchströmt. Durch Messung der in diesen Rohren in 15 min anfallenden Kondensatmenge sind die Strahlungsverluste der Rohre zu bestimmen.

Jede Messung wird dreifach durchgeführt und anschließend der Mittelwert berechnet.

2. Messung der Wärmeübergangseigenschaften des Rohrreaktors

Die Messergebnisse sind zweckmäßig in einer Tabelle mit den folgenden Spalten zu erfassen:

- Rohrmaterialien
- T / min
- T_{Umgebung}
- T_{Dampf}
- ΔT
- $m_{\text{Kondensat}}$
- m

3. Auswertung/Protokollierung:

Die Stoffwerte der Metalle und für Wasser sind im VDI-Wärmeatlas nachzulesen und im Protokoll anzugeben.

- Wertetabelle mit den oben genannten Daten
- α_m (Wärmeübergangskoeffizient Dampf-Rohrwand) wird aus Bild1 im Anhang bestimmt
- d_M/λ_M werden näherungsweise berechnet
- α_a (Wärmeübergangskoeffizient Rohrwand-Luft) wird berechnet
- Diskussion der Ergebnisse

Anhang

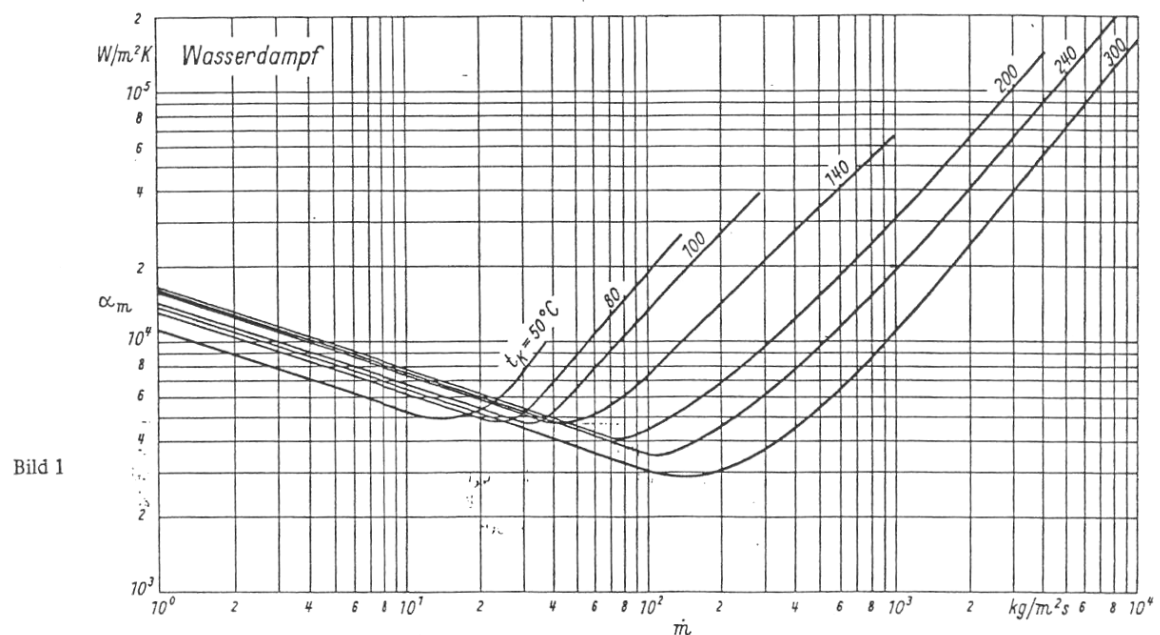


Bild1 α_m gegen Dampfdurchsatz und Wandtemperatur