

M. Sc. Eng. Daming Shi, Schlieren

# **Fluidodynamik und Wärmeübergang in einer zirkulierenden Wirbelschicht**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **466**

## Inhaltverzeichnis

---

<b>Vorwort</b> .....	<b>III</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>V</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>VII</b>
<b>Summary</b> .....	<b>IX</b>
<b>1. Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Allgemeines.....	1
1.2 Problematik und Zielsetzung.....	5
1.3 Stand des Wissens.....	6
<b>2. Modellierung des Wärmeübergangs Gas-Feststoff</b> .....	<b>20</b>
2.1 Wärmeübergang an eine Einzelkugel.....	20
2.2 Grenzschicht und Widerstandsbeiwerte der Einzelkugel.....	22
2.3 Kritischer Zustand zwischen homogenem und heterogenem System....	27
2.4 Wärmeübergang Gas-Feststoff im heterogenen Gas-Feststoff-System.	30
<b>3. Modellierung des Wärmeübergangs zwischen Wand und Wirbelschicht</b>	<b>38</b>
3.1 Partikelkonvektiver Wärmeübergang Wand-Wirbelschicht.....	39
3.2 Gaskonvektion.....	57
3.3 Strahlung.....	60
<b>4. Versuchsanlage, Versuchsgüter und Versuchsplan</b> .....	<b>61</b>
4.1 Versuchsanlage.....	61
4.2 Versuchsgüter.....	64
4.3 Versuchsplan.....	67
<b>5. Messtechnik</b> .....	<b>68</b>
5.1 Leerrohrgasgeschwindigkeit.....	68
5.2 Axiale Druck- und Feststoffkonzentrationsprofile.....	68
5.3 Bettinventar und Bettfüllhöhe.....	70
5.4 Externe Feststoffmassenstromdichte.....	70
5.5 Wärmeübergang Wand-Wirbelschicht.....	73
5.6 Lokale Feststoffvolumenkonzentration und Feststoffgeschwindigkeit.	74
<b>6. Experimentelle Untersuchungen zum strömungsmechanischen Verhalten einer zirkulierenden Wirbelschicht</b> .....	<b>92</b>
6.1 Axiale Druckprofile.....	92

6.2	Axiale Profile der querschnittsmittleren scheinbaren Feststoffkonzentration.....	94
6.3	Externe Feststoffmassenstromdichte.....	100
6.4	Charakterisierung der vertikalen Strömungsgrößen.....	104
<b>7.</b>	<b>Experimentelle Untersuchungen zu radialen Profilen der Strömungsgrößen in einer ZWS.....</b>	<b>115</b>
7.1	Zeitreihen der lokalen Feststoffvolumenkonzentration.....	115
7.2	Radiale Profile der zeitmittleren optisch gemessenen Feststoffkonzentrationen.....	118
7.3	Feststoffkonzentration an der Wirbelschichtwand.....	121
7.4	Zeitreihen der Feststoffgeschwindigkeiten.....	122
7.5	Radiale Profile der zeitmittleren Feststoffgeschwindigkeit.....	124
7.6	Die zeitmittlere Feststoffgeschwindigkeit an der Wand.....	127
7.7	Radiales Profil der Schubkraft und Impulsaustausch.....	128
<b>8.</b>	<b>Experimetelle Untersuchungen zum Wärmeübergang Wand-Wirbelschicht.....</b>	<b>132</b>
8.1	Einflussparameter auf den Wärmeübergang Wand-Wirbelschicht.....	132
8.2	Charakteristische Einflussgrösse für die Betriebsparameter auf den Wärmeübergangskoeffizienten Wand-Wirbelschicht.....	134
<b>9.</b>	<b>Vergleich des Modells mit den Messergebnissen.....</b>	<b>138</b>
9.1	Bestimmung der Modellparameter.....	138
9.2	Abhängigkeit von der Feststoffkonzentration an der Wand.....	139
9.3	Abhängigkeit von der Partikelgrösse.....	140
9.4	Abhängigkeit von der Partikelgrößenverteilung.....	142
9.5	Abhängigkeit von den Stoffwerten des Feststoffs.....	143
9.6	Vergleich des theoretischen Modells mit den Messdaten von anderen Autoren.....	145
<b>10.</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblick.....</b>	<b>149</b>
	<b>Symbolverzeichnis.....</b>	<b>153</b>
	<b>Anhang.....</b>	<b>160</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>212</b>