

Auswirkungen hydrodynamischer Schmierungseffekte beim Kaltflachwalzen auf die Prozeßgrößen und das Walzprodukt

Stephan Draese

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
0	Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole	VII
1	Einleitung, Aufgabenstellung	1
2	Grundlagen	3
2.1	Reibungszustand in der Wirkfuge	3
2.2	Wirkungsweise von Schmierstoffen	5
2.3	Schmierstoffversorgung der Umformzone	6
3	Theoretisches Modell zum hydrodynamischen Schmierstoffeinzug	9
3.1	Modellvorstellung für den isothermen Fall	10
3.2	Berücksichtigung von thermischen Effekten	16
3.3	Weitere Einflußgrößen	19
3.3.1	Kompression	19
3.3.2	Nicht-newtonsches Verhalten	21
3.3.3	Schmierstoffanwendung und Öltyp	24
3.3.4	Elastische Deformationen	27
3.4	Diskussion des theoretischen Modells	29
4	Beschreibung der Einlaufzone des Walzspaltes durch Ähnlichkeitskennzahlen	31
4.1	Hydrodynamischer Druckaufbau und Schmierstoffeinzug	31
4.2	Druck- und Temperatureinfluß auf die Schmierstoffviskosität	34
5	Experimentelle Methoden zur Untersuchung des hydrodynamischen Effektes	39
5.1	Beschreibung der Versuchstechnik	39
5.1.1	Laborwalzwerk	39
5.1.1.1	Servohydraulische Walzenanstellung	41
5.1.1.2	Probenzuführung und Probenannahme	43
5.1.2	Probenmaterial	45

5.1.3	Versuchsschmierstoffe	47
5.1.3.1	Zusammensetzung der Schmierstoffe	48
5.1.3.2	Dichte, Wärmeleitfähigkeit und spezifische Wärmekapazität	49
5.1.3.3	Messung der druck- und temperaturabhängigen Viskosität	50
5.1.3.4	Ermittelte Schmierstoffkennwerte	54
5.1.4	Schmierstoffbeschichtung	59
5.2	Proben- und Versuchsauswertung	62
5.2.1	Auswertung der Walzdaten	62
5.2.2	Auswertung der gewalzten Oberflächen	64
5.3	Zusammenfassung der Versuchsbedingungen	67
6	Ergebnisse der Walzversuche	69
6.1	Variation von Schmierstoffviskosität, Fließspannung des Walzgutes und Walzgeschwindigkeit	69
6.1.1	Höhenabnahme	69
6.1.2	Voreilung	70
6.1.3	Probenoberflächen	73
6.1.3.1	Mikroskopische Oberflächenstrukturen	73
6.1.3.2	Oberflächenglanz	85
6.1.4	Schmierfilmdicke	88
6.1.5	Ähnlichkeitskennzahlen	91
6.1.5.1	Hydrodynamische Kennzahl	91
6.1.5.2	Visko-thermische Kennzahl	97
6.2	Variation des Viskositäts-Temperatur-Verhaltens	99
6.3	Variation des Schmierstofftyps	101
6.4	Variation des Walzendurchmessers	108
6.5	Versuche mit Bandmaterial	109
6.6	Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	113
7	Übertragbarkeit der Ergebnisse und Diskussion	115
7.1	Übertragbarkeit auf andere Walzbedingungen	115
7.2	Auswirkungen der Hydrodynamik im Walzbetrieb	116
7.3	Bedeutung der anderen Mechanismen des Schmierstoffeinzugs	118
8	Zusammenfassung	121
9	Schrifttum	123