

Oberflächenrisse beim Dünnbandgießen von Stahl

Von der Fakultät für
Bergbau, Hüttenwesen und Geowissenschaften
der
Rheinisch – Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften
genehmigte Dissertation

vorgelegt von
Diplom-Ingenieur Hans Zimmermann
aus Essen (Ruhr)

Berichter: Prof. R. Kopp
Dr. K.-H. Tacke

Tag der mündlichen Prüfung: 13. Oktober 1999

D82 (Diss. RWTH Aachen)

Die vorliegende Arbeit entstand am Max Plank Institut für Eisenforschung GmbH in der Abteilung Metallurgie. Dem Abteilungsleiter Herrn Dr. Tacke danke ich für die mir gegebene Möglichkeit zur Durchführung dieser Arbeit.

Herrn Prof. Kopp danke ich für die Übernahme des Refferates.

Ganz besonders danke ich Herrn Dr. Büchner für die Betreuung dieser Arbeit und für seine stetige Bereitschaft zur Diskussion.

Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich den Kollegen und Mitarbeitern der Abteilung Metallurgie, die mir mit Rat und Tat bei allen Versuchen zur Seite standen. Mein Dank gilt besonders den Herren Dr. M. Reifferscheid, Dr. A. Girgensohn, Dr. A. Kühn, R. Gaul, F. Rütters, J. Wiechert und Frau M. Bolle.

Berichte aus der Metallurgie

Hans Zimmermann

Oberflächenrisse beim Dünnbandgießen von Stahl

D 82 (Diss. RWTH Aachen)

Shaker Verlag
Aachen 2000

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Zimmermann, Hans:

Oberflächenrisse beim Dünnbandgießen von Stahl/Hans Zimmermann.

Aachen : Shaker, 2000

(Berichte aus der Metallurgie)

Zugl.: Aachen, Techn. Hochsch., Diss., 2000

ISBN 3-8265-8017-6

Copyright Shaker Verlag 2000

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-8017-6

ISSN 0945-0904

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung	1
2	Stand des Wissens	5
2.1	Einteilung von Oberflächenfehlern an Flachstahlerzeugnissen	5
2.2	Hochtemperatureigenschaften von Stählen	6
2.3	Anlagentechnische Ursachen	12
2.3.1	Rißursachen beim Strangguß	12
2.3.2	Rißursachen beim Dünnbandgießen	14
2.4	Eigenschaften beschichteter Gießrollen	21
2.5	Zusammenfassung der Literaturkenntnisse	21
3	Versuchsanlage	23
3.1	Anlagenaufbau	23
3.2	Möglichkeiten und Grenzen der Versuchsanlage	25
3.3	Standardversuchsbedingungen	35
3.4	Versuchsverlauf	36
3.5	Anmerkungen zum Prozeßzustand während der Auswertzeit	40
4	Riß- und Wärmekontur-Auswertungsverfahren	43
4.1	Datenerfassung	43
4.2	Berechnung der Riß- und Wärmekontur-Daten	46
4.3	Auswertung der Riß- und Wärmekontur-Daten	47
5	Versuchsdurchführung und -ergebnisse	53
5.1	Oberflächen- und metallographische Untersuchungen	54
5.2	Einfluß der Rollenrauheit auf die Rißbildung	59
5.2.1	Zielsetzung	59

5.2.2	Herstellung verschiedener Rollenrauheiten	59
5.2.3	Ergebnisse auf Stahlrollen	65
5.2.4	Ergebnisse auf Kupferrollen	74
5.2.5	Vergleich der Ergebnisse von Kupfer- und Stahlrollen	77
5.3	Einfluß der Rollenbeschichtung auf die Rißbildung	78
5.3.1	Zielsetzung	78
5.3.2	Durchführung	79
5.3.3	Ergebnisse	83
5.4	Einfluß der Kraft und der Federkonstanten auf die Rißbildung	86
5.4.1	Zielsetzung	86
5.4.2	Durchführung	86
5.4.3	Ergebnisse	87
5.5	Einfluß der Legierungszusammensetzung auf die Rißbildung	90
5.5.1	Zielsetzung	90
5.5.2	Einfluß der Elemente S, P, Cu	91
5.5.3	Eisen-Siliziumlegierungen mit 1,7 %, 3,5 % und 6,2 % Silizium	93
5.5.4	Legierungsvergleich	95
5.6	Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	98
6	Thermische und mechanische Modellierung	101
6.1	Modellbildung	101
6.2	Modellierung der Abkühlung	103
6.3	Thermisch/Mechanische Modellierung	106
6.4	Ergebnisse der Modellberechnung	109
7	Rißentstehungsmechanismen	113
7.1	Temperaturgradienten im Band	115

7.2	Bandverformungen in der Fügezone	121
7.3	Wärmeübergang bei rauen Kontaktflächen	128
8	Diskussion	135
9	Zusammenfassung	139
A	Statistische Methoden	153
A.1	Stichprobe	154
A.2	Schätzen von Parametern	154
A.3	Häufigkeitsverteilungen	155