

Dipl.-Ing. Markus Deisinger, Neukirchen-Vluyn

Der Richtvorgang mit flüssigem Kern beim Stranggießen von Brammen

Reihe **2**: Fertigungstechnik

Nr. **423**

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Wissensstand	3
2.1	Balkenmodelle	3
2.1.1	Grundlagen dynamischer Balkenmodelle	3
2.1.2	Anwendungen für homogene Querschnitte	5
2.1.3	Anwendung auf teilerstarre Querschnitte	5
2.2	Mehrdimensionale Richtmodelle	7
2.2.1	Die Hardbox-/Softbox-Kontroverse	8
2.2.2	Kombiniertes Balkenmodell	9
2.2.3	Scheiben-, Platten-, Schalenmodelle	10
3	Diskussion der elementaren Richtverformung	12
3.1	Flächenstrombilanz für die Strangoberfläche	12
3.2	Energiebilanz für die Ausziehkraft	17
4	Aufbau des Finite-Elemente-Modells	19
4.1	Diskretisierung	19
4.2	Mechanisches Materialverhalten	21
4.2.1	Kriechgesetz	23
4.2.2	Verfestigungsgesetz	26
4.2.3	Anfangsverfestigung	27
4.3	Temperaturverteilung, Schalendicke	27
4.4	Randbedingungen	29
4.4.1	Strangführung	30
4.4.2	Der flüssige Kern	31
4.4.3	Die Enden des Modellstrangs	31
4.4.4	Belastungsprozedur	33
5	Überprüfung und Abgrenzung des Modells	35
5.1	Zugversuche mit konstanter Last	35
5.2	Ausbauchungsrechnung für einen Längsschnitt	37
5.3	Ausbauchungen im Gesamtmodell	40
5.4	Einschränkungen des Richtmodells	42

6	Rechnungen mit idealisierter Strangführung	44
6.1	Längsdehnungen	45
6.1.1	Ablauf des Richtvorgangs, Vergleich mit Balkenmodellen . . .	48
6.1.2	Dehngeschwindigkeiten	51
6.2	Scherungen	54
6.2.1	Einfluß der Brammenbreite	55
6.2.2	Einfluß des Schalenwachstums	57
6.3	Modelllänge und Stationarität	58
6.4	Zusammenfassung	60
7	Einpunkt-Richtsystem	62
7.1	Längsdehnungen	62
7.2	Dehngeschwindigkeiten	66
7.3	Rollenkräfte	68
7.4	Zusammenfassung	70
8	Progressive Richtsysteme	73
8.1	Fünfpunkt-Richtsystem ohne Zwischenrollen	73
8.1.1	Längsdehnungen	74
8.1.2	Dehngeschwindigkeiten	77
8.1.3	Ablauf des Richtvorgangs, Vergleich mit Balkenmodellen . . .	78
8.2	Vierpunkt-Richtsystem mit Zwischenrollen	80
8.2.1	Längsdehnungen	81
8.2.2	Rollenkräfte	83
8.3	Kontinuierliche Richtsysteme	84
8.3.1	Längsdehnungen	85
8.4	Zusammenfassung	87
9	Diskussion und Schlußfolgerungen	89
A	Anhang	94
A.1	Berechnung der Stranglängskräfte	94
A.2	Grundlagen der benutzten Finite-Elemente-Methoden	96
	Symbolverzeichnis	103
	Literatur	106