

Herbert Oertel Jr. • Jan Delfs

Strömungsmechanische Instabilitäten

Mit 82 Abbildungen



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Instabilität	2
1.2	Strömungsmechanische Instabilitätsphänomene	3
1.3	Stabilitätsdefinition	10
2	Primäre Instabilitäten	14
2.1	Grundgleichungen	14
2.1.1	Inkompressible Strömungen	15
2.1.2	Kompressible Strömungen	16
2.1.3	Allgemeine Strömungen	21
2.2	Stabilitäts-Eigenwertproblem	23
2.3;	Schichteninstabilitäten	25
2.3.1	Rayleigh-Benard Konvektion	25
2.3.2	Diffusions-Konvektion	47
2.3.3	Taylor-Instabilität	71
2.3.4	Görtler-Instabilität	85
2.4	Scherströmungsinstabilitäten	92
2.4.1	Grundströmung	93
2.4.2	Störungsdifferentialgleichungen	95
2.4.3	Zeitliche und räumliche Stabilitätsanalyse	101
2.4.4	Orr-Sommerfeld Gleichung	104
2.4.5	Kompressibilität	113
2.5	Anregung und Ausbreitung von Störungen	120
2.5.1	Mathematische Beschreibung	123
2.5.2	Identifikation von absoluten/konvektiven Instabilitäten	127
2.5.3	Bemerkungen zu absoluten Instabilitäten	135
2.5.4	Bemerkungen zu konvektiven Instabilitäten	136
2.5.5	Transport von Störenenergie	140
2.5.6	Physikalische Konsequenzen	141
2.5.7	Grenzen der Theorie	142
	Sekundäre Instabilitäten	144
3.1	Grundgleichungen	145
3.1.1	Grundströmung	146
3.1.2	Störungsdifferentialgleichungen	149
3.2	Lösung der Störungsdifferentialgleichungen	152
3.2.1	Lösungstypen	153
3.3	Ergebnisse der sekundären Stabilitätstheorie	157
3.3.1	Thermische Zellularkonvektion	157
3.3.2	Grenzschichtströmung	158

VIII

4	Stabilität nichtparalleler Strömungen	162
4.1	Analytische Erweiterung der lokalen Analyse	163
4.1.1	Verallgemeinerte Wellenzahl	164
4.1.2	Berechnung der Nichtparallelitätseffekte	165
4.2	Parabolisierte Störungsdifferentialgleichungen	173
4.2.1	Parabolisierung	174
4.2.2	Normierung der Störung	175
4.2.3	Berechnungsmethode (Raumschrittverfahren)	177
4.2.4	Bemerkungen	179
4.3	Ergebnisse und Vergleich mit lokaler Stabilitätsanalyse	180
5	Technische Anwendungen	183
5.1	Transitionsvorhersage	184
5.1.1	e^N -Methode	184
5.1.2	Nichtlineare PSE-Analyse	186
- 5.1.3	Laminarflügel mit Pfeilung	187
52	Aktive Strömungsbeeinflussung	189
Anhang		191
A.1	Differentialoperatoren in Zylinderkoordinaten	191
A.2	Lösung des inhomogenen Randwertproblems (2.317)	194
A.3	Numerische Lösung von Störungsdifferentialgleichungen	198
Ausgewählte Literatur		207
Sachwortverzeichnis		211