

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und verwendete Abkürzungen	XI
1 Aufgaben elastischer Kupplungen	1
2 Kupplungsbauarten	3
2.1 Systematik der Ausgleichskupplungen	3
2.2 Kupplungsbauformen (Wirkprinzipien und Gestaltung)	5
3 Ausgeführte Kupplungen	9
3.1 Drehelastische Ausgleichskupplungen mit Metallfedern	9
3.2 Drehstarre Ausgleichskupplungen	12
3.2.1 Ausgleich über Führungen und Gelenke	12
3.2.2 Ausgleich über Metallfedern	15
3.3 Drehelastische Ausgleichskupplungen mit Elastomerfedern	17
4 Eigenschaften und Kennwerte elastischer Ausgleichskupplungen	25
4.1 Abmessungen und Drehzahlgrenzen	25
4.2 Werkstoffe	26
4.2.1 Härte	28
4.2.2 Verformbarkeit von Elastomeren	28
4.2.3 Verschleißverhalten	30
4.2.4 Viskoelastisches Verhalten	31
4.2.5 Chemische Beständigkeit	31
4.2.6. Alterungsvorgänge	32
4.3 Phänomenologie der Eigenschaften elastischer Wellenkupplungen	32
4.3.1 Quasistatisches Verhalten	32
4.3.2 Dynamisches Verhalten	35
4.3.3 Kennwerte	38
5 Kupplungsauslegung nach DIN 740	44
6 Berechnung der Kupplungsnaben von Ausgleichskupplungen	50
7 Höhere Berechnungsverfahren	52

7.1	Stoffgesetze zur Erfassung des Steifigkeits- und Dämpfungsverhaltens von Elastomerkörpern	53
7.1.1	Lineares viskoelastisches Verhalten	53
7.1.2	Nichtlineares viskoelastisches Verhalten	66
7.2	Anwendung des Modells mit Gedächtnisfunktionen in integraler Darstellung auf reale Kupplungen	68
7.2.1	Normierung	68
7.2.2	Numerische Beschreibung der elastischen Kennlinie	68
7.2.3	Analytische Beschreibung des Coulombschen Reibungsanteils	69
7.2.4	Gedächtnisanteil	72
7.2.5	Der vollständige Ansatz	73
7.3	Umrechnung der Parameter der Gedächtnisfunktion in die verhältnismäßige Dämpfung	74
7.4	Experimentelle Bestimmung der Parameter zur Darstellung des Verhaltens realer Kupplungen	76
7.4.1	Elastische Kennlinie	76
7.4.2	Bestimmung des Reibungsanteils	77
7.4.3	Bestimmung der Koeffizienten der Gedächtnisfunktionen	80
8	Die elastische Ausgleichskupplung im Antriebsstrang	88
8.1	Der Kupplungseinfluß auf das Anlagenverhalten	88
8.1.1	Auswirkungen des dynamischen Anlagenverhaltens	89
8.2	Entwicklung der Bewegungsdifferentialgleichungen	97
8.2.1	Analytische Lösungsverfahren für die Bewegungsdifferentialgleichungen	100
8.2.2	Analytische Näherungsverfahren für Differentialgleichungen nichtlinearer und parametererregter Schwingungssysteme	103
8.2.3	Numerische Verfahren zur Lösung von Anfangswertaufgaben	106
8.3	Darstellung von Antriebselementen mit verschiedenen Übertragungseigenschaften	110
8.3.1	Antriebselemente mit nichtlinearen und periodischen Übertragungseigenschaften	110
8.3.2	Antriebselemente mit zeitlich veränderlichem Übertragungsverhalten	114
8.4	Dämpfungskennlinien	117
8.5	Erregermomente von Antriebs- und Arbeitsmaschinen	119
8.5.1	Asynchronmotoren	119
8.5.2	Synchronmotoren	120
8.5.3	Gleichstrommotoren	122
8.5.4	Umrichtergespeiste Motoren	123
8.5.5	Kolbenmaschinen	123
8.5.6	Hydraulikmotoren	124
8.5.7	Strömungsmaschinen	125
8.5.8	Turboarbeitsmaschinen	125
8.5.9	Eigenschaften der Arbeitsmaschinen	126
8.6	Stochastische Anregung	126
8.7	Beispiele	126
8.7.1	Einfluß der Kupplung auf das dynamische Strangverhalten	126
8.7.2	Kupplungsbelastung beim Anfahren einer Verdichteranlage	134
8.7.3	Untersuchung des Kupplungseinflusses auf das dynamische Verhalten eines Fahrantriebs	140
8.7.4	Berechnung der Kupplungsbelastung beim Kurzschluß eines Generators im Leerlauf	144
8.7.5	Berechnung der Kupplungsbelastung innerhalb eines verzweigten Antriebssystems	144

9 Analytische Berechnung der Drehschwingungsbeanspruchung elastischer Ausgleichskupplungen	150
9.1 Elastische Ausgleichskupplung mit linearer Kennlinie	150
9.2 Elastische Ausgleichskupplung mit nichtlinearer Kennlinie	153
10 Analytische Näherungslösungen für die Stoßmomente in elastischen Ausgleichskupplungen bei transienten Betriebszuständen	158
11 Näherungsweise Bestimmung der Drehmomentenspitzen beim Anfahren mit Asynchronmotoren aus berechneten Lastvergrößerungsfunktionen	161
11.1 Ähnlichkeitsbetrachtung	162
11.1.1 Einflußgrößen des Schwingungssystems	162
11.1.2 Dimensionslose Kenngrößen	162
11.1.3 Variation der Parameter	163
11.2 Schematischer Ablauf der Berechnung	164
11.3 Einschränkung der Ergebnisse	164
11.4 Anwendung der Diagramme	169
11.4.1 Ermittlung der Kenngrößen des realen Schwingungssystems	169
11.4.2 Bestimmung der Spitzendrehmomente aus den Diagrammen	172
11.4.3 Korrektur der Spitzenwerte	174
11.5 Beispiel zur Anwendung	175
11.6 Näherungsweise Bestimmung der Drehmomentenspitzen beim Anfahren mit Synchronmotoren	176
11.7 Vergleich von experimentellen Untersuchungen mit Simulationsrechnungen und Abschätzungen	177
11.8 Näherungsweise Bestimmung der Drehmomente beim Betrieb mit Kolbenmaschinen	180
12 Temperaturbelastung elastischer Ausgleichskupplungen	183
12.1 Berechnung der Temperatur in Elastomerelementen von Ausgleichskupplungen	184
12.1.1 Theorie der Wärmeleitung	185
12.1.2 Bestimmung der lokalen Wärmequellen	186
12.1.3 Analytische Näherungslösung für eine Scheibenkopplung	187
12.1.4 Wärmeübergangszahl	191
12.2 Finite-Elemente-Berechnung	191
12.2.1 Verformungen und Spannungen	191
12.2.2 Temperaturen	191
12.2.3 Temperaturabhängige Spannungen	192
13 Dynamische Festigkeitsgrenzen, Lebensdauer und Versagenskriterien von Elastomerwerkstoffen	194
13.1 Makroskopisches Versagen	194
13.1.1 Ergebnisse	198
13.2 Mikroskopisches Versagen	203
Literaturverzeichnis	205
Sachverzeichnis	209