GETRIEBETECHNIK

Umlaufrädergetriebe

Herausgegeben von
Prof. Dr.-Ing. habil. Johannes Volmer

Erarbeitet von
Prof. Dr. sc. techn. Felix Leistner,
Dr.-Ing. Günther Lorsch und
Prof. Dipl.-Ing. Otto Wilhelm f

4., durchgesehene Auflage

VERLAG TECHNIK BERLIN

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
1.1. Entwicklung der Umlaufrädergetriebe	14
1.2. Eigenschaften der Umlaufrädergetriebe	15
1.3. Systematik der Umlaufrädergetriebe	17
2. Drehzahl-, Drehmomenten- und Leistungsverhältnisse	20
2.1. Grundbegriffe	20
2.2. Einfache Umlaufrädergetriebe	21
2.2.1. Aufbau	21
2.2.2. Betriebsarten	21
2.2.2.1. Zweiwellenbetrieb	22
2.2.2.2. Dreiwellenbetrieb	23
2.2.3. Leistungsarten	23
2.2.3.1. Antriebs- und Abtriebsleistung	23
2.2.3.2. Äußere Leistungen (Wellenleistungen)	23
2.2.3.3. Innere Leistungen	23
2.2.4. Relative Übersetzungen, Relativleistungsverhältnisse und Momentenverhältnisse ..	25
2.2.5. Getriebesinnbilder	26
2.2.6. Zweiwellenbetrieb	28
2.2.6.1. Ermittlung der Drehzahlen	28
2.2.6.2. Verhältnis der Wälzleistung zur Wellenleistung	29
2.2.6.3. Wirkungsgrad	29
2.2.7. Dreiwellenbetrieb	36
2.2.7.1. Beziehungen zwischen absoluten und relativen Übersetzungen	36
2.2.7.2. Drehzahlgleichung	36
2.2.7.3. Verhältnis der Wälzleistung zur Wellenleistung	37
2.2.7.4. Bauform des Umlaufrädergetriebes bei kleinster Wälzleistung	37
2.2.7.5. Verhältniswerte der Drehmomente bei Berücksichtigung der Zahnreibungsver-	
luste	37
2.2.7.6. Verhältniswerte der Wellenleistungen	38
2.2.7.7. Wirkungsgrade	38
2.2.8. Einfluß der Wälzleistung auf die Bemessung der Verzahnung	47
2.2.9. Selbsthemmung bei Umlaufrädergetrieben	48
2.2.10. Einbaubedingung	49
2.3. Gekoppelte Umlaufrädergetriebe (Zweisteggetriebe)	50
2.3.1. Aufbau und Anwendung	50
2.3.2. Standübersetzung und Umlaufübersetzungen der Zweisteggetriebe	51
2.3.3. Getriebesinnbilder	52
2.3.4. Leistungsverzweigung und Leistungsteilung	54
2.3.5. Wirkungsgrade	56
2.3.5.1. Allgemeines	56
2.3.5.2. Wirkungsgrad bei Standübersetzung	56
2.3.5.3. Wirkungsgrad bei Umlaufübersetzung	56
2.3.6. Bauformen für hohe und sehr hohe Übersetzungen	60
2.3.6.1. Allgemeines	60
2.3.6.2. Leistungsgetriebe	60
2.3.6.3. Getriebe mit hoher Wälzleistung	62

3. Wellgetriebe	70
3.1. Einleitung	70
3.2. Grundaufbau und Funktion	70
3.3. Zahnräder-Wellgetriebe	72
3.3.1. Übersetzung	72
3.3.2.- Konstruktive Gestaltung	74
3.3.2.1. Wellgenerator	74
3.3.2.2. Elastisches Rad	76
3.3.2.3. Starres Rad	77
3.3.3. Verzahnungsgeometrie	77
3.3.4. Deformations- und Spannungszustand des elastischen Rades	77
3.3.5. Wirkungsgrad, Verdrehspiel und Masse	79
3.3.6. Ausführungen und Anwendungen	81
4. Kombinationen stufenlos verstellbarer Getriebe und Motoren mit Uralaufrädergetrieben (Überlagerungsgetriebe)	83
4.1. Möglichkeiten und Kenngrößen des stufenlosen Drehzahlteilens	83
4.2. Allgemeine Grundlagen der Überlagerungsgetriebe	84
4.2.1. Definition, Aufbau und Sinnbild	84
4.2.2. Gemeinsame Gesetzmäßigkeiten von Überlagerungsgetrieben mit stufenlos verstellbaren Getrieben	85
4.2.2.1. Stellbereiche und Drehzahlverhältnisse	85
4.2.2.2. Leistungsverhältnisse	86
4.2.2.3. Wirkungsgrade	89
4.3. Stufenlos verstellbare mechanische Getriebe	89
4.4. Überlagerungsgetriebe mit stufenlos verstellbaren mechanischen Getrieben	90
4.4.1. Aufbau, Leistungsverhältnisse und Stellbereiche	90
4.4.2. Ermittlung der inneren Übersetzungen beider Teilgetriebe	96
4.5. Hydrostatische Getriebe	99
4.6. Überlagerungsgetriebe mit hydrostatischen Getrieben	100
4.6.1. Allgemeines	100
4.6.2. Aufbau, Leistungsverhältnisse und Stellbereiche in Abhängigkeit von der Leistungs- " Charakteristik der Arbeitsmaschine	102
4.6.2.1. Ventilatorcharakteristik (Strömungsmaschinencharakteristik)	102
4.6.2.2. Kalendercharakteristik	104
4.6.2.3. Konstantes Abtriebsmoment	104
4.6.2.4. Konstante Leistung	105
4.7. Hydrodynamische Getriebe	109
4.8. Überlagerungsgetriebe mit hydrodynamischen Getrieben	110
4.9. Überlagerungsgetriebe (Summiergetriebe) mit Hauptmotor und stufenlos verstellbarem Nebenmotor	111
5. Bemessung von Umlaufrädergetrieben	114
5.1. Zahnräder	114
5.1.1. Geometrische Zusammenhänge	114
5.1.1.1. Geradverzahnte Stirnräder	115
5.1.1.2. Schrägverzahnte Stirnräder	122
5.1.2. Dimensionierung	125
5.1.2.1. Stirnräder	125
5.1.2.1.1. Kräfte	127
5.1.2.1.2. Entwurfsberechnung	129
5.1.2.1.3. Berücksichtigung der Betriebsbedingungen	130
5.1.2.2. Umlaufrädergetriebe mit Stirnrädern	131
5.1.2.2.1. Statische Zahnkräfte	131

5.1.2.2.2. Lastverteilung	132
5.1.2.2.3. Entwurfsberechnung	135
5.1.3. Tragfähigkeitsnachweis	144
5.1.3.1. Zahnflankenfestigkeit	144
5.1.3.2. Zahnfußfestigkeit	148
5.2. Achsen und Wellen	153
5.3. Lagerungen	155
5.4. Zahnkupplungen	155
5.5. Schmierung	157
6. Gestaltungsrichtlinien	161
6.1. Zahnräder	162
6.2. Lagerungen	162
6.3. Stege	163
6.4. Gehäuse	165
6.5. Lastausgleichsmöglichkeiten	166
6.5.1. Statisch bestimmte Systeme	166
6.5.2. Lastausgleich durch nachgiebige Elemente	167
6.5.3. Lastverteilungsfaktor	169
7. Ausführungsbeispiele und Anwendungen	170
7.1. Standardisierte Getriebereihen	170
7.2. Umlaufrädergetriebe in Verbindung mit stufenlos verstellbaren Getrieben	173
7.3. Umlaufrädergetriebe für den Antrieb von Kreiselverdichtern	173
7.4. Umlaufrädergetriebe für Schiffsantriebe	175
7.5. Umlaufrädergetriebe in der Fördertechnik	175
7.6. Umlaufrädergetriebe in Fahrzeugen	175
7.7. Umlaufrädergetriebe für Verseilmaschinen	178
7.8. Besondere Anwendungsfälle	178
8. Zuverlässigkeit von Umlaufrädergetrieben	180
9. Beispiel zur Berechnung	181
9.1. Aufgabenstellung	181
9.2. Auswahl der Bauform	181
9.3. Relative Übersetzungen und Zähnezahlverhältnis der Zentralradwellen	181
9.4. Umlaufwirkungsgrad	181
9.5. Dimensionierung	182
9.6. Tragfähigkeitsnachweis	184
9.6.1. Zahnflankentragfähigkeit	184
9.6.2. Zahnfußtragfähigkeit	185
Formelzeichenverzeichnis	187
Literaturverzeichnis	192
Sachwörterverzeichnis	195