

Klingenberg-Palloid- Spiralkegelräder

Berechnung, Herstellung und Einbau

Von

Walter Krumme VDI

Wuppertal

Zweite Auflage

Mit 140 Textbildern und 27 Berechnungstafeln



Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1950

ISBN 978-3-662-12153-5 ISBN 978-3-662-12152-8 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-12152-8

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.**
Copyright 1950 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg
Ursprünglich erschienen bei Julius Springer in Berlin 1950

Vorwort zur ersten Auflage

Spiralkegelräder, noch vor einigen Jahrzehnten nur vereinzelt anzutreffen, sind heute unentbehrliche Bauelemente der Technik.

Das dieser Kegelradart entgegengebrachte Interesse spiegelt sich sehr deutlich in den Wünschen um Unterrichtung wider, die Studierende und Praktiker laufend an das Entwicklungswerk¹ der hier besprochenen Verzahnung richten.

Bei der Ausarbeitung der vorliegenden Druckschrift bin ich von dem Inhalt dieser Wünsche ausgegangen, um ihren Stoff dem praktischen Bedürfnis anzupassen. Die Schrift soll nach der praktischen Seite hin über alles Wesentliche unterrichten, ohne zu weit auf Dinge einzugehen, die nur für selten vorkommende Sonderfälle Bedeutung haben.

So kam es darauf an, daß das Wenige meines Tuns kein Zuviel und das Viel meiner Arbeit kein Zuwenig wurde. Die Erfahrung muß zeigen, ob ich die rechte Mitte gehalten habe.

Wuppertal, im März 1941.

WALTER KRUMME

Vorwort zur zweiten Auflage

Die vorliegende zweite Auflage ist in den sich auf die Berechnung beziehenden Abschnitten völlig neu gefaßt und dem Stand der Entwicklung angepaßt worden. Eine Reihe zusätzlicher Tafeln und Kurvenblätter erleichtert den Rechnungsgang. Die Berechnung achsversetzter Spiralkegelräder, die in der ersten Auflage nur kurz gestreift wurde, ist — ihrer zunehmenden Bedeutung entsprechend — ausführlich behandelt worden.

Wuppertal, im März 1950.

WALTER KRUMME

¹ W. Ferd. Klingelberg Söhne, Remscheid, Werk Hückeswagen.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Bedeutung der benutzten Kurzzeichen	VI
Zahlentafeln und Schaubilder	VIII
1. Geschichtliche Entwicklung, Grundprinzip der Herstellung und kennzeichnende Merkmale	1
a) Geschichtliches	1
b) Grundprinzip der Herstellung	2
c) Kennzeichnende Merkmale	4
d) Das Wortzeichen „Pallloid“ und „AVAU“	6
2. Geometrische Berechnung	6
a) Festlegung der Grundbegriffe	6
b) Berechnung der Abmessungen bei einem Achsenwinkel $\delta = 90^\circ$	8
c) Berechnung der Abmessungen bei einem Achsenwinkel δ größer oder kleiner als 90°	16
d) Überdeckung (Eingriffsdauer)	19
3. Kegelradschraubgetriebe	20
a) Merkmale, Anwendung, Wartung	20
b) Herstellung	22
c) Berechnung für positive Achsversetzung	24
d) Berechnung für negative Achsversetzung	30
e) Zahlenbeispiel	32
4. Berechnung der äußeren Kräfte	34
a) Bestimmung der Umfangskraft aus der Leistung oder dem Drehmoment	34
b) Ableitung der einzelnen Kräfte	34
c) Berechnung der Axial- und Radialkraft	35
d) Ermittlung der Lagerbelastungen	38
5. Berechnung der Tragfähigkeit	40
a) Biegungsbeanspruchung nach der Bachschen Formel	42
b) Biegungsbeanspruchung nach der Lewis-Gleichung	42
c) Berechnung der Lebensdauer	48
6. Werkzeuge	52
a) Berechnung der erforderlichen Fräserlänge	53
b) Zahnformen der Kegelfräser	53

	Seite
7. Maschinen zur Herstellung der Palloid-Spiralkegelräder und zum Scharfschleifen des Werkzeuges	55
a) Wälzfräsmaschinen	55
b) Kegelradfräser-Scharfschleifmaschine	59
c) Härtemaschine	60
d) Läppmaschine	66
8. Einstellen der Wälzfräsmaschine	68
a) Einstellen der Fräser	68
b) Berechnung der Wechselräder und Einstellen auf Zahntiefe	70
c) Einstellen des zu verzahnenden Radkörpers	71
9. Konstruktion der Räder	73
a) Wahl der Spiralrichtung und des Eingriffswinkels	73
b) Zahnformen	73
c) Äußere Gestaltung der Zähne	73
d) Maßeintragung und Toleranzen	75
e) Schmierung	76
10. Arbeitsplan zur Herstellung eines Kegelradpaares	77
11. Prüfen der verzahnten Räder	79
a) Kontrolle der Einbaumaße	79
b) Kontrolle der gemeinsamen Zahnhöhe	81
c) Kontrolle der äußeren Radabmessungen, soweit sie unmittelbar mit der Verzahnung zusammenhängen	82
d) Messen des Flankenspiels	82
e) Kontrolle der Lückenweite	83
f) Messen der Teilung	83
g) Abrollprüfung	84
h) Abhör- und Laufprüfung bei betriebsmäßigen Drehzahlen	85
i) Prüfung auf Tragfähigkeit	86
12. Lagerung von Spiralkegelrädern	87
a) Berücksichtigung des Axialschubes	87
b) Anordnung der Lager mit Rücksicht auf ihre Belastung	89
c) Ausbildung der Lagerstellen mit Rücksicht auf den Verwendungszweck	91
13. Spiralkegelräder in Fahrzeugen	91
a) Triebwerksanordnung im Fahrzeug	91
b) Berechnung der im Fahrzeug wirkenden Kräfte	95
c) Einbaubeispiele aus dem Fahrzeugbau	97
14. Spiralkegelräder in stationären Getrieben und Maschinen	109
Schrifttum	119
Verzeichnis der im Text genannten Firmen	122

Bedeutung der benutzten Kurzzeichen

Kurzzeichen für die geometrische Berechnung der Räder

Kurzzeichen	Bedeutung	Kurzzeichen	Bedeutung
R_a	Spitzenentfernung	$\alpha_{s a}$	Stirn-Eingriffswinkel außen
b	Zahnbreite	δ	Achsenwinkel
t_n	Normalteilung	δ_{n1}, δ_{n2}	normaler Kegelwinkel des Ritzels und des Tellerrades
m_n	Normalmodul	δ_{p1}, δ_{p2}	korrigierte Kegelwinkel des Ritzels und des Tellerrades
t_s	Stirnteilung	w_k	Winkelkorrektur
m_s	Stirnmodul	do_1, do_2	Teilkreisdurchmesser außen
z_p	Zähnezahl des Planrades	dm_1	mittlerer Ritzeldurchmesser
i_1	Index für das Ritzel	h_{k1}, h_{k2}	Zahnkopfhöhe
i_2	Index für das Tellerrad	h_1, h_2, f	Tafelwerte für die Kopfkorrektur
z_1, z_2	Zähnezahlen	d_{ka1}, d_{ka2}	Kopfaußendurchmesser
R_i	Innenentfernung	d_{ki1}, d_{ki2}	Kopffinnendurchmesser
ϱ	Normal-Teilkreisradius	i	Übersetzungsverhältnis
g	Zwischenraum $R_i - \varrho$	τ	Hilfswinkel
β	Spiralwinkel		
α	Normaleingriffswinkel		
$\alpha_{s i}$	Stirn-Eingriffswinkel innen		
ξ	Versetzungswinkel		

Kurzzeichen für die Einstellung der Wälzfräsmaschine

Kurzzeichen	Bedeutung	Kurzzeichen	Bedeutung
γ	Steigungswinkel des Fräasers	nfa	Anfangsdrehzahl des Fräasers
β_{Fk}	Fräskopfeinstellwinkel	nfe	Enddrehzahl des Fräasers
λ	Planscheiben-Schwenkwinkel	$nfst$	Steigerung der Fräserdrehzahl
M_d	Maschinendistanz		
$\Delta\beta_i$	Tafelwert zur Bestimmung des Anfangsspiralwinkels		

Allgemeine Kurzzeichen

Kurzzeichen	Bedeutung	Kurzzeichen	Bedeutung
P_u	Umfangskraft	h	Stunde
P_a	Axialkraft	μ	Reibungswert
P_r	Radialkraft	c	Tafelwert für die Festigkeitsberechnung
Q	Bodendruck durch Wagengewicht	σ_b	Biegefestigkeit
N	Leistung	y_n	Zahnformfaktor
M	Drehmoment	z_n	gedachte Zähnezahl für die Lebensdauer-Berechnung
PS	Pferdestärke		
v	Geschwindigkeit		
V	Zuggeschwindigkeit in km/h	k_{5000}	Tafelwert für die Lebensdauer-Berechnung
η	Wirkungsgrad	φ	Umrechnungsfaktor für eine beliebige Lebensdauer
r_h	Reifenhalbmesser		
D	Raddurchmesser bei Schienenfahrzeugen		

VIII

Berechnungstabellen

Tafel		Seite
1	Kegelwinkel δ_{p_2} für Übersetzungen 6 : 15 bis 30 : 30 für Achsenwinkel $\delta = 90^\circ$	9
2	Kegelwinkel δ_{p_2} für Übersetzungen 6 : 30 bis 50 : 100 für Achsenwinkel $\delta = 90^\circ$	10
3	Faktor „ u “ für Kegelwinkel δ_{p_2}	11
4	Reihe der Normalmodulen und Mindestzwischenraum g	13
5	Werte h_1 für Eingriffswinkel $\alpha = 17\frac{1}{2}^\circ$	14
6	Werte h_1 für Eingriffswinkel $\alpha = 20^\circ$	15
7	Differenzwerte „ f “ für die Kopfhöhe h_{k1}	17
8	Winkelveränderung w_k bei Getrieben mit Achsenwinkel $\delta \geq 90^\circ$	19
9	Sprungüberdeckung	20
10	Profilüberdeckung	21
11	Kennzahl zur Bestimmung des Raddurchmessers für achsversetzte Getriebe	22
12	Rechengröße w zur Bestimmung des vorl. Ritzelwinkels für achsversetzte Getriebe	26
13	Rechengröße u zur Bestimmung des Radwinkels für achsversetzte Getriebe	26
14	Grenzzähnezahl z_0	30
15	Spiralwinkel β_r für die Axialkraftberechnung	36
16	Größe der Axialkraft in Abhängigkeit vom Eingriffs-, Spiral- und Kegelwinkel	37
17	Belastungswerte c in kg/cm^2	41
18	Festigkeiten häufig benutzter Zahnradbaustoffe	46
19	Zahnformfaktor y_n für Palloid-Spiralkegelräder	47
20	„ q “-Werte zur Berücksichtigung einer bestimmten Lebensdauer	49
21	„ h “-Werte für eine Lebensdauer von 5000 Betriebsstunden	49
22	„ x “-Werte zur Berücksichtigung eines bestimmten Eingriffswinkels	49
23	Kennzeichnende Merkmale der Zahnformen I und III	54
24	Tafelwert $\Delta \beta_i$ zur Berechnung des Anfangsspiralwinkels	69
25	Rund- und Planlauf toleranzen	76
26	Einbautoleranzen	76
27	Wirkungsgrad verschiedener Kraftübertragungen	76