DIN 3991-1:2024-06 (D)

Tragfähigkeitsberechnung von Kegelrädern - Teil 1: Einführung und allgemeine Einflussfaktoren

Inhalt

Seite

Vorwort 5

Einleitung 7

1 Anwendungsbereich 9

2 Normative Verweisungen 9

3 Begriffe 10

4 Symbole und Abkürzungen 10

5 Anwendung 14
5.1 Berechnungsmethoden 14
5.1.1 Allgemeines 14
5.1.2 Methode A 14
5.1.3 Methode B 15
5.1.4 Methode C 15
5.2 Sicherheitsfaktoren 15
5.3 Anwendungshinweise 16
5.3.1 Prüfung 16
5.3.2 Fertigungstoleranzen 16
5.4 Zu berücksichtigende Systemfaktoren 16
5.4.1 Allgemeines 16
5.4.2 Schmierung 16
5.4.3 Anforderung an umgebende Struktur 16
5.4.4 Verformung von Getriebekomponenten 16
5.4.5 Werkstoffe und Metallurgie 17
5.4.6 Eigenspannung 17
5.4.7 Systemdynamiken 17
5.4.8 Tragbild 17
5.4.9 Korrosion 18
5.5 Weitere Einflussfaktoren 18

6 Äußere Kraft und Anwendungsfaktor K_A 18
6.1 Nenn-Umfangskraft, -Drehmoment, -Leistung 18
6.2 Variable Lastbedingungen 19
6.3 Anwendungsfaktor K_A 19
6.3.1 Allgemeines 19
6.3.2 Einflüsse mit Auswirkung auf äußere dynamische Lasten 20
6.3.3 Bestimmung von Anwendungsfaktoren 20

7 Dynamikfaktor K_v 20
7.1 Allgemeines 20
7.2 Dimensionierung 21
7.3 Herstellung 21
7.4 Drehwegabweichung 21
7.5 Dynamische Antwort 22
7.6 Resonanz 22
7.6.1 Allgemeines 22
7.6.2 Radkörperresonanz 22
7.6.3 Systemresonanz 22

7.7 Berechnungsmethoden für K_v ... 23
7.7.1 Allgemeines ... 23
7.7.2 Methode A, $K_{v\text{-}A}$ ... 23
7.7.3 Methode B, $Kv - B$* ... 24

8 Breitenfaktoren $K_{H\beta}$, $K_{F\beta}$ ... 29
8.1 Allgemeines ... 29
8.2 Methode A ... 29
8.3 Methode B ... 29
8.4 Methode C ... 30
8.4.1 Breitenfaktor (Flanke), $K_{H\beta\text{-}C}$ ... 30
8.4.2 Breitenfaktor (Fuß) $K_{F\beta\text{-}C}$ ... 30
8.4.3 Längskrümmungsfaktor K_{F0} ... 31

9 Stirnfaktoren $K_{H\alpha}$, $K_{F\alpha}$ ... 32
9.1 Allgemeines ... 32
9.2 Methode A ... 33
9.3 Methode B ... 33
9.3.1 Ersatzstirnradverzahnungen mit einer Gesamtüberdeckung $\varepsilon_{v\gamma} \leq 2$ ... 33
9.3.2 Ersatzstirnradverzahnungen mit einer Gesamtüberdeckung $\varepsilon_{v\gamma} > 2$ ... 33
9.4 Methode C ... 33
9.4.1 Allgemeine Bemerkungen ... 33
9.4.2 Voraussetzungen, Annahmen ... 34
9.4.3 Bestimmung der Faktoren ... 34
9.5 Einlaufbetrag y_α ... 35

Anhang A (normativ) Berechnung der Ersatzstirnradverzahnung ... 36
A.1 Allgemeines ... 36
A.2 Geometrie der Ersatzstirnradverzahnung im Stirnschnitt (Index v) ... 36
A.2.1 Allgemeines ... 36
A.2.2 Bestimmung der Teilkreisdurchmesser der Ersatzstirnradverzahnung d_v ... 38
A.2.3 Bestimmung des Schrägungswinkels β_v ... 39
A.2.4 Bestimmung der Zahnbreite b_v der Ersatzstirnradverzahnung ... 41
A.2.5 Vergleich der Eingriffsbedingungen ... 43
A.2.6 Überdeckung ε_v ... 43
A.2.7 Bestimmung Berührlinienlänge l_b ... 44
A.2.8 Bestimmung des relativen Krümmungsradius ρ_{rel} für die Berechnung der Flankenpressung: ... 47
A.3 Daten der Ersatzstirnräder im Normalschnitt (Index vn) ... 48
A.4 Bestimmung der lokalen Größen der Ersatzstirnradverzahnung ... 49
A.4.1 Lokale Geometriegrößen ... 49
A.4.2 Länge der Berührlinien $l_{b,Y}$ ... 50
A.4.3 Krümmungsradius $\rho_{rel,Y}$ ... 52
A.4.4 Lastaufteilungsfaktor ... 52

Anhang B (informativ) Werte für den Anwendungsfaktor K_A ... 55
B.1 Bestimmung von Anwendungsfaktoren ... 55
B.2 Schätzwerte für Anwendungsfaktoren ... 55

Anhang C (informativ) Tragbilder ... 56

Literaturhinweise ... 59

Bilder

Bild 1 — Struktur der Berechnungsverfahren in der Normenreihe DIN 3991 ... 8

Bild 2 — Näherungsweise dynamisch äquivalente Stirnräder für die Berechnung des Dynamikfaktors von Kegelrädern einschließlich Hypoidräder ... 26

Bild A.1 — Schematische Skizze einer Hypoidverzahnung 37

Bild A.2 — Kegelräder und ihre entsprechende Ersatzstirnradverzahnung 39

Bild A.3 — Vereinfachtes Eingriffsfeld der Ersatzstirnradverzahnung 42

Bild A.4 — Allgemeine Definition der Berührlänge 47

Bild A.5 — Segmentierung der Eingriffsstrecke 49

Bild A.6 — Allgemeine Definition der Länge der Berührlinien 50

Bild A.7 — Lastaufteilung zwischen den Berührlinien im Punkt Y 53

Bild C.1 — Tragbildnomenklatur an einem Kegelrad 57

Bild C.2 — Akzeptable Tragbilder unter Last an einem Rad 58

Bild C.3 — Nicht-zufriedenstellende Tragbilder unter Last an einem Rad 58

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten 10

Tabelle 2 — Allgemeine Indizes 14

Tabelle 3 — Einflussfaktoren c_{v1} bis c_{v7} in Gleichung (16) bis (21) 27

Tabelle 4 — Lagerungsfaktor $K_{H\beta\text{-be}}$ 30

Tabelle 5 — Vorläufige Stirnfaktoren $K_{H\alpha}-C^*$ und $K_{F\alpha}-C^*$ 34

Tabelle A.1 — Exemplarischer Vergleich der sich ergebenden Eingriffsfelder für drei unterschiedliche Verzahnungen 43

Tabelle A.2 — Abstand *f* der Kopf-, mittleren und Fußberührlinien im Eingriffsfeld 44

Tabelle B.1 — Empfohlene Werte für den Anwendungsfaktor K_A 55