

DIN 26281

ICS 21.100.20

Ersatz für
DIN ISO 281 Beiblatt 4:2003-04**Wälzlager –
Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer - Berechnung der
modifizierten nominellen Referenz-Lebensdauer für Wälzlager
(ISO/TS 16281:2008 + Cor. 1:2009)**

Rolling bearings –

Methods for calculating the modified reference rating life for universally loaded bearings
(ISO/TS 16281:2008 + Cor. 1:2009)

Roulements –

Méthodes de calcul de la durée nominale de référence corrigée pour les roulements
chargés universellement (ISO/TS 16281:2008 + Cor. 1:2009)

Gesamtumfang 25 Seiten

Normenausschuss Wälz- und Gleitlager (NAWGL) im DIN

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Symbole	6
4 Kugellager	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Lastverteilung im Lager	9
4.3 Lebensdauer.....	12
5 Rollenlager	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Lastverteilung im Lager	15
5.3 Lebensdauer.....	18
6 Referenzgeometrie.....	22
6.1 Allgemeines	22
6.2 Zylinderrollenlager und Nadellager	22
6.3 Rillenkugellager, Schrägkugellager und Schulterkugellager	22
6.4 Pendelrollenlager.....	22
6.5 Kegelrollenlager.....	23
6.6 Selbsteinstellbares Kugellager	23
6.7 Axial-Zylinderrollenlager und Axial-Nadellager.....	23
6.8 Axial-Kugellager und Axial-Schrägkugellager.....	23
6.9 Axial-Pendelrollenlager	23
6.10 Axial-Kegelrollenlager	23
7 Lebensdauerbeiwert a_{ISO} und Verunreinigungsbeiwert e_C	24
7.1 Allgemeines	24
7.2 Lebensdauerbeiwert.....	24
7.3 Verunreinigungsbeiwert.....	24
8 Ermüdungsgrenzbelastung und dynamische Tragzahl.....	24
Literaturhinweise	25

Nationales Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Wälz- und Gleitlager, Arbeitsausschuss NA 118-01-08 AA „Tragzahlen und Lebensdauer“, erarbeitet.

Diese Norm ist die deutsche Sprachfassung der ISO/TS 16281:2008, die unter Mitarbeit deutscher Experten des NA 118-01-08 AA im ISO/TC 4/SC 8 „Load ratings and life“ erarbeitet wurde. Diese Norm beinhaltet zudem die Berichtigung ISO/TS 16281:2009 Technical Corrigendum 1. Als Vorlage zur Erarbeitung des Internationalen Dokuments ISO/TS 16281:2008 wurde DIN ISO 281 Bbl 4:2003-04 benutzt.

Für die im Abschnitt 2 zitierte Internationale Norm wird im Folgenden auf die entsprechende Deutsche Norm hingewiesen:

ISO 281 siehe DIN ISO 281

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 281 Beiblatt 4:2003-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Symbole geändert;
- b) Norm geringfügig technisch überarbeitet;
- c) Verweis zur Berechnung des Lebensdauerbeiwertes a_{ISO} auf ISO 281 anstatt Angabe im Dokument;
- d) Verweis zu Informationen zum Verunreinigungsbeiwert e_C auf ISO 281 anstatt Angabe im Dokument;
- e) Normative Verweisungen aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN ISO 281 Beiblatt 4: 2003-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 281, *Wälzlager — Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer*

Wälzlager — Dynamische Tragzahlen und nominelle Lebensdauer-Berechnung der modifizierten nominellen Referenz-Lebensdauer für Wälzlager

Einleitung

Seit der Veröffentlichung der ISO 281 im Jahr 1990 wurden weitere Erkenntnisse gewonnen, wie sich der Einfluss von Verunreinigungen, Schmierung, inneren Spannungen durch den Einbau, Spannungen durch die Wärmebehandlung, Ermüdungsgrenzbelastung des Werkstoffs, usw. auf die Lagerlebensdauer auswirken. Daher ist es jetzt möglich, die Faktoren, welche einen Einfluss auf die Lagerlebensdauer haben, genauer in der Lebensdauerberechnung zu berücksichtigen.

ISO 281:2007 stellt nun eine Methode zur Verfügung, die neu gewonnenen Erkenntnisse folgerichtig in die Praxis umzusetzen, wenn die modifizierte Lebensdauer berechnet wird. Allerdings können die Berechnungen in ISO 281:2007 nicht den Einfluss auf die Lebensdauer von schiefgestellten oder verkippten Lagern und den Einfluss des Betriebsspiels auf die Lebensdauer berücksichtigen. Diese Norm beschreibt eine weitergehende Berechnungsmethode, welche neben der Berücksichtigung der genannten Faktoren zusätzlich eine detailliertere Abschätzung des Einflusses von Verunreinigung des Schmierstoffs und anderen Faktoren bietet.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm enthält Empfehlungen für die Berechnung der modifizierten Referenz-Lebensdauer unter Berücksichtigung von Schmierung, Verunreinigung und der Ermüdungsgrenzbelastung des Lagermaterials sowie der Schiefstellung oder Verkippung, dem Betriebsspiel des Lagers und der inneren Lastverteilung im Lager. Gegenüber dem in ISO 281 beschriebenen Berechnungsverfahren^{N1)} zusätzliche Einflussgrößen.

Für die Anwendung dieser Norm gelten die in ISO 281 gegebenen Hinweise und Einschränkungen. Berechnet wird die Ermüdungslebensdauer des Wälzlagers. Andere Schadensmechanismen wie etwa Verschleiß oder Mikropitting (Graufleckigkeit) werden in dieser Norm nicht berücksichtigt.

Diese Norm gilt für einreihige spielbehaftete Radialkugellager unter Radial- und Axiallast und Verkippung. Sie gilt auch für einreihige spielbehaftete Rollenlager unter reiner Radiallast sowie Kantenspannung und Verkippung. Verweise auf Referenzen zu den Methoden zur Berechnung der inneren Lastverteilung unter allgemeinen Belastungsbedingungen sind entsprechend gegeben.

Die Berechnung der internen Lastverteilung und der modifizierten Referenz-Lebensdauer für mehrreihige Lager oder Lager mit einer komplexeren Geometrie kann von den Gleichungen dieser Norm abgeleitet werden. Für diese Lager muss die Lastverteilung für jede Reihe berücksichtigt werden.

Diese Norm ist hauptsächlich dafür vorgesehen, in Computerprogrammen benutzt zu werden und gibt zusammen mit ISO 281 die benötigten Informationen zur Lebensdauerberechnung. Zur genauen Lebensdauerberechnung und zur Bestimmung der dynamisch äquivalenten Referenzbelastung für verschiedene Lastbedingungen unter den oben angegebenen Betriebsbedingungen wird empfohlen, diese Technische Spezifikation oder die Lagerberechnungsprogramme der Lagerhersteller zu benutzen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 281:2007, *Rolling bearings — Dynamic load ratings and rating life*

ISO 15241, *Rolling bearings — Symbols for quantities*

N1) Nationale Fußnote: Die Ergebnisse dieses Berechnungsverfahrens sind ggü. den Ergebnissen nach ISO 281:2007, Abschnitt 9, vorzuziehen.

3 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Symbole nach ISO 15241 und die folgenden Symbole. Siehe auch Begriffe in ISO 281:2007, Abschnitt 3, und andere Begriffe in ISO 281.

A	Abstand der Mittelpunkte der Laufbahnkrümmungen von Radial-Kugellagern bei lastfreier axialer Anstellung, in Millimeter
a_{ISO}	Lebensdauerbeiwert, auf der Grundlage einer Systembetrachtung der Lebensdauerberechnung
a_1	Lebensdauerbeiwert für die Zuverlässigkeit
C_a	dynamische axiale Tragzahl, in Newton
C_r	dynamische radiale Tragzahl, in Newton
C_u	Ermüdungsgrenzbelastung, in Newton
C_{ua}	axiale Ermüdungsgrenzbelastung, in Newton
C_{ur}	radiale Ermüdungsgrenzbelastung, in Newton
c_L	Federzahl eines Wälzkörpers bei Linienberührung, in $\text{N/mm}^{10/9}$
c_P	Federzahl eines Wälzkörpers bei Punktberührung, in $\text{N/mm}^{3/2}$
c_s	Federzahl einer Scheibe, in $\text{N/mm}^{8/9}$
D_{pw}	Teilkreisdurchmesser des Kugel- oder Rollensatzes, in Millimeter
D_w	Nenn Durchmesser der Kugel, in Millimeter
D_{we}	in die Tragzahlberechnung einzusetzender Rollendurchmesser, in Millimeter
E	Elastizitätsmodul, in Megapascal ¹⁾
$E(\chi)$	vollständiges elliptisches Integral der 2. Art
e	Index für Außenring oder Gehäusescheibe
e_C	Verunreinigungsbeiwert
$F(\rho)$	relative Krümmungsdifferenz
F_a	axiale Lagerlast (axiale Komponente der tatsächlichen Lagerbelastung), in Newton
F_r	radiale Lagerlast (radiale Komponente der tatsächlichen Lagerbelastung), in Newton
$f[j,k]$	Lastüberhöhungsfunktion zur Berücksichtigung der realen Pressung
i	Index für Innenring oder Wellenscheibe
i	Anzahl der Reihen der Wälzkörper
$K(\chi)$	vollständiges elliptisches Integral der 1. Art
L_{nmr}	modifizierte Referenz-Lebensdauer, in 10^6 Umdrehungen

1) $1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/mm}^2$

L_{we}	in die Tragzahlberechnung einzusetzende effektive Rollenlänge, in Millimeter
L_{10r}	nominale Referenz-Lebensdauer, in 10^6 Umdrehungen
M_Z	Momentenbelastung, wirkend auf ein schiefgestelltes Lager, in Newtonmillimeter
n_s	Zahl der Scheiben
$P_{ref,a}$	axiale dynamisch äquivalente Referenz-Belastung, in Newton
$P_{ref,r}$	radiale dynamisch äquivalente Referenz-Belastung, in Newton
$P(x)$	Profilfunktion, in Millimeter
p_{He}	Kontaktpressung am Kontakt Außenring — Wälzkörper, in Megapascal
p_{Hi}	Kontaktpressung am Kontakt Innenring — Wälzkörper, in Megapascal
P_{ks}	dynamisch äquivalente Belastung des Lagers für die Scheibe k , in Newton
Q	Wälzkörperlast, in Newton
Q_{ce}	dynamische Tragzahl des Einzelkontakts am Außenring oder der Gehäusescheibe, in Newton
Q_{ci}	dynamische Tragzahl des Einzelkontakts am Innenring oder der Wellenscheibe, in Newton
Q_{ee}	dynamisch äquivalente Belastung eines Einzelkontaktes am Außenring oder der Gehäusescheibe, in Newton
Q_{ei}	dynamisch äquivalente Belastung eines Einzelkontaktes am Innenring oder der Wellenscheibe, in Newton
Q_j	Belastung des Wälzkörpers j , in Newton
q_{ce}	dynamische Tragzahl einer Scheibe am Außenring oder an der Gehäusescheibe
q_{ci}	dynamische Tragzahl einer Scheibe am Innenring oder an der Wellenscheibe
q_{ee}	dynamisch äquivalente Belastung einer Scheibe am Außenring oder an der Gehäusescheibe, in Newton
q_{ei}	dynamisch äquivalente Belastung einer Scheibe am Innenring oder an der Wellenscheibe, in Newton
$q_{j,k}$	Last der Scheibe k einer Rolle j , in Newton
R_i	Abstand vom Mittelpunkt der Laufbahnkrümmung der inneren Laufbahnrinne zur Lagermitte, in Millimeter
R_p	Mantelradius des Wälzkörpers bei Pendelrollenlager, in Millimeter
r_e	Rillenradius des Außenrings oder der Gehäusescheibe, in Millimeter
r_i	Rillenradius des Innenrings oder der Wellenscheibe, in Millimeter
s	radiales Betriebsspiel des Lagers, in Millimeter
x_k	Abstand Mitte der Scheibe k zur Mitte des Wälzkörpers, in mm
Z	Anzahl der Wälzkörper
α	Nenn-Berührungswinkel des Lagers, in Grad

α_j	Betriebs-Berührungswinkel des Wälzkörpers j , in Grad
α_0	Ausgangs-Berührungswinkel, in Grad
γ	Hilfswert, $\gamma = D_w \cos \alpha / D_{pw}$
δ	gesamte Einfederung an beiden Kontakten eines Wälzkörpers, in Millimeter
δ_j	Einfederung des Wälzkörpers j , in Millimeter
$\delta_{j,k}$	Einfederung der Scheibe k des Wälzkörpers j , in Millimeter
δ_a	relative axiale Verlagerung der beiden Lagerringe, in Millimeter
δ_r	relative radiale Verlagerung der beiden Lagerringe, in Millimeter
λ	Minderungsfaktor zur Berücksichtigung der Spannungskonzentration
ν	Korrekturfaktor für die Exponentenänderung
ν_E	Querkontraktionszahl
ρ	Krümmung der Kontaktfläche, in mm^{-1}
$\Sigma \rho$	Krümmungssumme, in mm^{-1}
φ_j	Lagewinkel des Wälzkörpers j , in Grad
χ	Verhältnis der beiden Halbachsen der Hertz'schen Druckellipse
ψ	Verkipfungswinkel zwischen Innenring und Außenring, in Grad
ψ_j	Verkipfungswinkel zwischen Innenring und Außenring in der Ebene des Wälzkörpers j , in Grad

4 Kugellager

4.1 Allgemeines

Dieser Abschnitt beschreibt die Berechnung der internen Lastverteilung für Radialkugellager und Axialkugellager unter radialer und axialer Last unter Berücksichtigung von Radialspiel und Schiefstellung. Berechnungsmethoden für Lager mit anderen Lagergeometrien oder komplexeren Lastfällen können aus den Gleichungen in dieser Norm abgeleitet werden.

Die interne Lagerlastverteilung wird für ein statisches Gleichgewicht berechnet; dynamische Effekte wie Flieh- und Kreiselkräfte werden vernachlässigt. Diese Annahme ist im Allgemeinen gültig für niedrige und mittlere Geschwindigkeiten. Bei hohen Geschwindigkeiten können Flieh- und Kreiselkräfte überwiegen und signifikant die interne Lagerlastverteilung verändern.