DIN ISO 14635-2

ICS 21.200

Einsprüche bis 2024-11-26
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 14635-2:2010-01

Entwurf

Zahnräder – FZG-Prüfverfahren – Teil 2: FZG-Prüfverfahren A10/16,6R/120 zur Bestimmung der relativen Fresstragfähigkeit von hoch EP-legierten Schmierölen (ISO 14635-2:2023); Text Deutsch und Englisch

Gears –
FZG test procedures –
Part 2: FZG step load test A10/16,6R/120 for relative scuffing load-carrying capacity of high EP oils (ISO 14635-2:2023);
Text in German and English

Engrenages –
Méthodes d'essai FZG –
Partie 2: Méthode FZG A10/16,6R/120 à paliers de charge pour évaluer la capacité de charge au grippage des huiles à valeurs EP élevées (ISO 14635-2:2023);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-07-26 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@vdma.org möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 oder Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 53 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)
Fachausschuss Mineralöl- und Brennstoffnormung (FAM) des NMP

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort 4
Nationaler Anhang NA (informativ) **Literaturhinweise** 6
Vorwort 7
Einleitung 9
1 Anwendungsbereich 10
2 Normative Verweisungen 10
3 Begriffe 10
4 Schadenskriterium 11
5 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens 13
5.1 Allgemeine Grundlagen 13
5.2 Präzision 14
6 Prüfmittel 14
6.1 Prüfzahnräder 14
6.2 Reinigungsflüssigkeit 14
7 Geräte 14
7.1 FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine 14
7.2 Aufheizvorrichtung 16
7.3 Überrollungszähler 16
7.4 Waage 16
8 Vorbereitung der Prüfmaschine 18
9 Prüfverfahren 18
10 Angabe der Ergebnisse 20
Anhang A (informativ) **FZG Prüfzahnräder Typ A10, Zahnflanken-Oberflächenveränderungen (Flankenschäden)** 21
Anhang B (informativ) **Beispiel für einen Prüfbericht** 23
Anhang C (informativ) **Checkliste für die Wartung der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine** 24
C.1 Erkennen einer Funktionsstörung 24
C.1.1 Verteilung der Fressschäden über der Flankenbreite 24
C.1.2 Tragbild 24
C.1.3 Prüfung mit Referenzölen 24
C.1.4 Weitere Anzeichen 24
C.2 Maschinenteile, die Wartung benötigen 24
C.2.1 Prüfgetriebekasten 24
C.2.2 Verbindungswellen und Flansche 25
C.2.3 Übertragungsgetriebe 26
C.2.4 Sonstige Einrichtungsteile 27
Literaturhinweise 29

Bilder

Bild 1 — Schematische Darstellung der Schäden am Ritzel 13
Bild 2 — Schema der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine 17
Bild 3 — Einbau der FZG Prüfzahnräder Typ A10 (Bild 2, Ansicht A) 17
Bild A.1 — FZG Prüfzahnräder Typ A10, Zahnflanken-Oberflächenveränderungen (Flankenschäden) 22
Bild C.1 — Verteilung der Riefen oder Fresser, die auf einen Prüfstandsfehler hinweisen 28

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Tabellen

Tabelle 1 — Prüfkriterien 12
Tabelle 2 — Einzelheiten der FZG Prüfzahnräder Typ A10 15
Tabelle 3 — Ausführung der FZG Prüfzahnräder Typ A10 15
Tabelle 4 — FZG Kraftstufen 19
Tabelle 5 — Prüfbedingungen 19
Tabelle 6 — Beispiele der Ergebnisse für die Prüfbedingungen 20

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 14635-2:2023, die vom Technischen Komitee ISO/TC 60 „Gears“, Unterkomitee SC 2 „Gear capacity calculation“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 060-34-19 AA „Zahnradschmierung und Schmierstoffe“ im Fachbereich „Antriebstechnik“ im DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

In Ergänzung zur Einleitung ist zu beachten, dass hinsichtlich der Ermittlung der Graufleckentragfähigkeit ein FZG-Prüfverfahren mit der DIN 3990-16 bereits veröffentlicht ist.

DIN ISO 14635 besteht unter dem allgemeinen Titel *Zahnräder — FZG**-Prüfverfahren* aus den folgenden Teilen:

— *Teil 1: FZG-Prüfverfahren A/8,3/90 zur Bestimmung der relativen Fresstragfähigkeit von Schmierölen*

— *Teil 2: FZG-Prüfverfahren A10/16,6R/120 zur Bestimmung der relativen Fresstragfähigkeit von hoch EP-legierten Schmierölen*

— *Teil 3: FZG-Prüfverfahren A/2,8/50 zur Bestimmung von Fresstragfähigkeit und Verschleißverhalten von Getriebefließfetten*

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 1328-1:1995	siehe	DIN 3961:1978, DIN 3962-1:1978, DIN 3962-2:1978 und DIN 3963:1978
ISO 14635-1	siehe	DIN ISO 14635-1
ISO 18265	siehe	DIN EN ISO 18265
ISO 21920-2	siehe	DIN EN ISO 21920-2

Anhang A bis Anhang C dieses Dokuments dienen nur zur Information.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

* FZG bedeutet: Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebesysteme, Technische Universität München (Gear Research Center, Technical University of Munich), Boltzmannstraße 15, D-85748 Garching, Germany, fzg@fzg.mw.tum.de.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 14635-2:2010-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) ISO 1328-1:1995 wurde datiert, da dieses Dokument einen Genauigkeitsgrad verwendet, der sich numerisch von der Toleranzklasse in ISO 1328-1:2013 unterscheidet;

b) Austausch der ISO 4287, die zurückgezogen und durch ISO 21920-2 ersetzt wurde;

c) Austausch der ISO 4964, die zurückgezogen wurde, während ähnliche Informationen in ISO 18265 gefunden werden können;

d) Ersatz von Einträgen in den Literaturhinweisen, die zurückgezogen wurden und Änderung von datierten auf undatierte Verweisungen;

e) Unterabschnitt 6.2, Formulierung wurde in der Normenreihe DIN ISO 14635 vereinheitlicht;

f) Tabelle 5, die Zeile „Drehrichtung“ wurde eingefügt und „Öl-Einfüllmenge“ konform zur Information der Normenreihe DIN ISO 14635 ausgeführt;

g) Bild A.1, Hinzufügen des Bildtitels.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN 3961:1978, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Grundlagen*[**]

DIN 3962-1:1978, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Toleranzen für Abweichungen einzelner Bestimmungsgrößen*[**]

DIN 3962-2:1978, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Toleranzen für Flankenlinienabweichungen*[**]

DIN 3963:1978, *Toleranzen für Stirnradverzahnungen — Toleranzen für Wälzabweichungen*[***]

** Historisches Dokument. Wurde 2018-03 zurückgezogen.

*** Historisches Dokument. Wurde 2021-09 zurückgezogen.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 60, *Gears*, Unterkomitee SC 2, *Gear capacity calculation*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 14635-2:2004), die geringfügig überarbeitet wurde. Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

— ISO 1328-1:1995[1] wurde datiert, da dieses Dokument einen Genauigkeitsgrad verwendet, der sich numerisch von der Toleranzklasse in ISO 1328-1:2013 unterscheidet;

— Austausch der ISO 4287, die zurückgezogen und durch ISO 21920-2 ersetzt wurde;

— Austausch der ISO 4964, die zurückgezogen wurde, während ähnliche Informationen in ISO 18265 gefunden werden können;

— Ersatz von Einträgen in den Literaturhinweisen, die zurückgezogen wurden und Änderung von datierten auf undatierte Verweisungen;

— Unterabschnitt 6.2, Formulierung wurde in der Normenreihe ISO 14635 vereinheitlicht;

— Tabelle 2, die Bezeichnung „pitch diameter circumferential speed (v_w)“ wurde durch „circumferential velocity at the pitch line“ ersetzt, um die Begriffe innerhalb der Normenreihe ISO 6336 zu vereinheitlichen;

1 Zurückgezogen und ersetzt durch ISO 1328-1:2013.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

— Tabelle 5, die Zeile „Öl-Einfüllmenge“ wurde eingefügt, konform zur Information der Normenreihe DIN ISO 14635;

— Bild A.1, der Bildtitel wurde ergänzt.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 14635 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Einleitung

Die Art von Zahnradschäden, die durch Schmierstoffe beeinflusst werden können, sind Fressen (Riefen und Fresser), Langsamlauf-Verschleiß und die Erscheinungsformen der Zahnflankenermüdung, wie Grauflecken und Grübchen. Bei der Auslegung von Zahnrädern werden diese Zahnradschäden durch bestimmte für den Schmierstoff- und Anwendungsfall typische charakteristische Werte einbezogen. Für eine genaue, auf den Arbeitsbereich bezogene Auswahl dieser Werte sind entsprechende Schmierstoff-Prüfverfahren erforderlich. Die Prüfverfahren auf der FZG[2] Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine, die in diesem Dokument, ISO 14635-1 und ISO 14635-3 beschrieben werden, können als Werkzeug für die Ermittlung von charakteristischen Schmierstoffkennwerten angesehen werden, die in die Tragfähigkeitsberechnung der Zahnräder einzusetzen sind.

Das FZG-Prüfverfahren A/8,3/90 für die relative Fresstragfähigkeit von Schmierölen, das in ISO 14635-1 beschrieben wird, ist charakteristisch für die meisten Anwendungen in Industrie- und Schiffsgetrieben. Dieses Dokument bezieht sich auf die relative Fresstragfähigkeit von hoch EP-legierten Schmierölen, wie sie für die Schmierung von Antriebskomponenten für Kraftfahrzeuggetriebe verwendet werden. Andere FZG-Prüfverfahren für die Ermittlung des Langsamlauf-Verschleißes, der Grauflecken- und Grübchentragfähigkeit von Zahnrädern befinden sich in einem fortgeschrittenen Entwicklungsstand. Sie werden eventuell später der Normenreihe ISO 14635 als weitere Teile zugefügt.

2 FZG = Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebesysteme, Technische Universität München (Gear Research Center, Technical University of Munich), Boltzmannstr. 15, D-85748 Garching.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt ein Prüfverfahren, das auf einer FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine zur Ermittlung der relativen Fresstragfähigkeit von hochlegierten Schmierölen beruht, definiert durch den als Fressen bekannten Zahnflankenschaden. Dieses Prüfverfahren ist für die Beurteilung der Fresstragfähigkeit von Schmierölen für hochbelastete Zahnradgetriebe geeignet, die typischerweise in vielen Fahrzeugen und einigen stationären Anwendungen angetroffen werden. Das Prüfverfahren ist nicht geeignet zur Bestimmung der Fresstragfähigkeit von Schmierölen, die in hochbelasteten Hypoidgetrieben (Kegelradgetriebe mit Achsversetzung) verwendet werden. Für diesen Anwendungsfall stehen in der Industrie andere FZG-Prüfmethoden zur Verfügung.

ANMERKUNG Dieses Verfahren ist technisch gleichwertig mit CEC L-84-02.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 1328-1:1995[3], *Cylindrical gears — ISO system of accuracy — Part 1: Definitions and allowable values of deviations relevant to corresponding flanks of gear teeth*

ISO 14635-1, *Gears — FZG test procedures — Part 1: FZG test method A/8,3/90 for relative scuffing load-carrying capacity of oils*

ISO 18265, *Metallic materials — Conversion of hardness values*

ISO 21920-2, *Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Profile — Part 2: Terms, definitions and surface texture parameters*

ASTM D 235, *Standard Specification for Mineral Spirits (Petroleum Spirits) (Hydrocarbon Dry Cleaning Solvent)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:[N1]

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: verfügbar unter https://www.electropedia.org

3 Zurückgezogen und ersetzt durch ISO 1328-1:2013.

N1 Nationale Fußnote: DIN und DKE stellen unter https://www.din.de/go/din-term bzw. https://www.dke.de/DKE-IEV terminologische Datenbanken zusätzlich mit passenden Begriffen aus DIN-Normen bereit.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

3.1
Fressen
besonders schwere Schadensform an der Zahnflankenoberfläche, gekennzeichnet durch ein Verschweißen der Oberflächenrauheiten von Bereichen einander berührender Zahnflanken infolge Fehlens oder Versagens eines Schmierfilms, wie sie typisch durch hohe Temperatur und hohen Druck verursacht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Fressen tritt überwiegend bei hohen Gleitgeschwindigkeiten auf. Es kann auch bei geringen Gleitgeschwindigkeiten auftreten, wenn die Flankenpressung sehr hoch ist oder aufgrund von rauen Zahnflankenoberflächen und örtlicher Überlast.

3.2
Fresstragfähigkeit
<eines Schmierstoffs> größte Belastung, die unter definierten Bedingungen ertragen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schadenskraftstufe ist die kleinste Kraftstufe, in der die in Abschnitt 4 angegebenen Schadenskriterien erreicht werden. Siehe Tabelle 1.

3.3
FZG-Prüfbedingung A10/16,6R/120
Prüfbedingung, bei der A10 die besondere Zahnform der Prüfzahnräder nach Tabelle 2 und Tabelle 3 ist; 16,6 die Umfangsgeschwindigkeit am Wälzkreis in m/s; *R* der Rückwärtslauf des Prüfstandes (Rad treibt Ritzel) und 120 die Anfangstemperatur in °C im Ölsumpf ab Kraftstufe 4 und höher

3.4
Schadenskraftstufe
Kraftstufe, bei der die Gesamtfläche der Schäden an allen 16 aktiven Zahnflanken des Ritzels 100 mm^2 überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Abschnitt 4 und Tabelle 1.

3.5
hoch EP-legiertes Schmieröl
Schmieröl mit chemischen Zusätzen, die geeignet sind, seine Fresstragfähigkeit zu verbessern

Anmerkung 1 zum Begriff: EP = extreme pressure.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Schmieröle überschreiten typischerweise die Grenzen der FZG-Prüfung nach ISO 14635-1.

4 Schadenskriterium

Die Gefahr eines Fressschadens hängt ab von den Eigenschaften des Zahnradwerkstoffes, dem Schmierstoff, der Oberflächenrauheit der Zahnflanken, der Gleitgeschwindigkeit und der Belastung. Als Folge des Fressens können hohe dynamische Überlasten und Vibrationen auftreten, die zu weiteren Fressschäden, Grübchen oder Zahnbruch führen können.

Wegen der besonderen Zahnform und der definierten Prüfbelastungen ergibt sich ein typischer Störbereich am Zahnkopf des Ritzels und am Zahnfuß des gepaarten Rades (Schabemarken). Dieser Bereich erstreckt sich gewöhnlich etwa 1 mm in Profilrichtung und verläuft quer über die ganze Zahnbreite. Beispiele von Zahnflankenschäden, die bei dieser Prüfung auftreten können, sind in Anhang A gegeben. Der Effekt der Oberflächenschäden in diesen zwei Bereichen der Zahnflanke wird wie folgt beurteilt:

a) Bei der visuellen Beurteilung von Fressschäden wird der oberste Bereich von 1 mm, nahe dem Ritzelzahnkopf, nicht in die Beurteilung einbezogen, solange sich keine Schäden unterhalb dieser Zone ausbreiten. Die zu beurteilende Schadensfläche wird dann als der gesamte Fressschadensbereich über alle 16 Ritzelzähne ausgedrückt (siehe Bild 1). Die Schadenskraftstufe ist dann erreicht, wenn die Gesamtfläche der Schäden an den 16 Ritzelzähnen 100 mm^2 überschreitet.

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

b) Für eine gültige Prüfung muss das Rad nach jedem Durchgang einer Kraftstufe visuell auf Anzeichen von übermäßigem Verschleiß geprüft werden, da dieser das Ergebnis der Prüfung verändern kann. Wenn starker Verschleiß im Bereich des Zahnfußes des Rades ersichtlich ist, ist das Zahnrad auf Milligramm (0,001 g) genau zu wiegen [siehe Anhang A, d]. Die Prüfung darf nur als gültig befunden werden, wenn der Masseverlust des Rades ≤ 20 mg beträgt. Falls der Masseverlust des Rades 20 mg überschreitet, ist die Prüfung als ungültig zu betrachten.

Siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Prüfkriterien

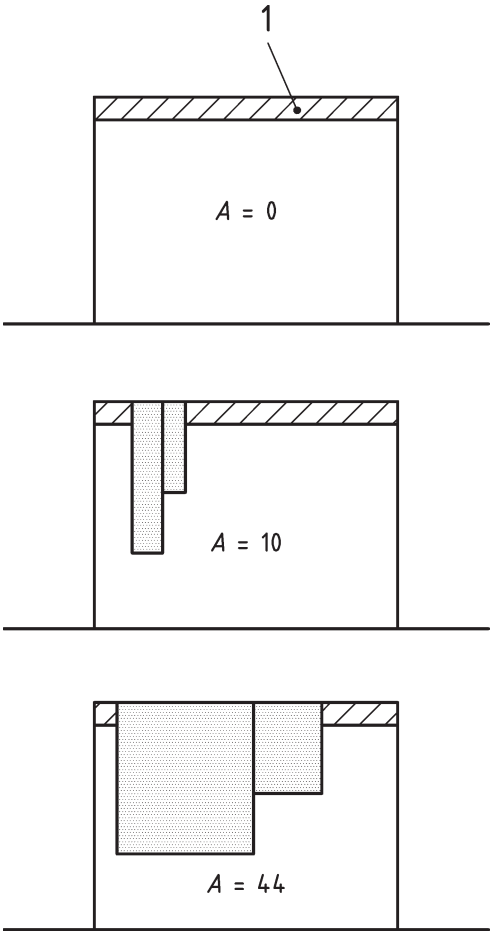
Schadensfläche am Ritzel A mm^2	**Gewichtsverlust am Rad** Δm mg	**Ergebnis**
≤ 100	≤ 20	bestanden
≤ 100	> 20	ungültig[a]
> 100	nicht gefordert	nicht bestanden

[a] Bestimmung der Fresstragfähigkeit ist nicht möglich.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Versagensbereich in mm^2



Legende

1 Störbereich (1 mm)

Bild 1 — Schematische Darstellung der Schäden am Ritzel

5 Kurzbeschreibung des Prüfverfahrens

5.1 Allgemeine Grundlagen

Ein Prüfzahnradpaar, entsprechend Tabelle 2 und Tabelle 3, läuft in dem zu prüfenden Schmierstoff im Tauchschmierverfahren bei konstanter Drehzahl für eine festgelegte Anzahl von Umdrehungen. Die Belastung der Zahnflanken wird stufenweise gesteigert, siehe Tabelle 4. Mit Beginn der Kraftstufe 4 wird die Anfangstemperatur des Schmieröls im Ölsumpf auf 117 °C bis 123 °C geregelt. Während des Prüflaufes in jeder Kraftstufe darf die Öltemperatur ungeregelt ansteigen. Beginnend mit der Kraftstufe 5 werden die Ritzelzahnflanken am Ende einer jeden Kraftstufe auf Oberflächenschäden untersucht und etwaige Veränderungen im Aussehen festgehalten. Die Prüfung ist beendet, wenn das Schadenskriterium erreicht ist oder Kraftstufe 10 ohne Eintreten des Schadenskriteriums durchlaufen ist.

Der Bediener des Prüfstandes ist dafür verantwortlich, dass alle zutreffenden Gesetze, Verordnungen und Vorschriften beachtet werden.

ANMERKUNG Die Ersteller dieses Prüfverfahrens setzten voraus, dass jeder Anwender dieses Prüfverfahrens dafür voll ausgebildet und im Umgang mit Prüfständen vertraut ist oder unter Aufsicht einer solchen Person steht.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

WARNUNG — In der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine werden hochbelastete Wellen und hochbeanspruchte Prüfräder bei hoher Drehzahl betrieben. Für den Schutz des Personals ist entsprechende Vorsorge zu treffen.

WARNUNG — Gehörschutz wird dringend empfohlen.

5.2 Präzision

Die Präzision des Verfahrens wurde nach ISO 5725-2 mit zwei Schmierölen bestimmt. Die Schadenskraftstufe dieser Schmieröle lag im Bereich 5 bis einschließlich 10 für den Stufentest.

Die Werte der Wiederholbarkeit (r) und der Vergleichbarkeit (R), wie sie in ISO 5725-2 definiert sind, betragen für dieses Prüfverfahren:

r 1 Kraftstufe;

R 2 Kraftstufen.

6 Prüfmittel

6.1 Prüfzahnräder

Für die Prüfung muss ein Zahnradpaar vom Typ A10 entsprechend den Angaben in Tabelle 2 und Tabelle 3 verwendet werden. Mit Nutzung beider Zahnflanken als Lastflanken darf jedes Paar der Prüfzahnräder zweimal verwendet werden.

6.2 Reinigungsflüssigkeit

Siedegrenzenbenzine nach ASTM D 235 müssen verwendet werden.

7 Geräte

7.1 FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine

7.1.1 Die FZG-Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine ist eine Prüfmaschine mit Leistungskreislauf, die ein bestimmtes Drehmoment (Belastung) für ein Paar hochgenauer Prüfzahnräder bereitstellt. Eine schematische Ansicht der Prüfmaschine ist in Bild 2 und Bild 3 dargestellt. Das Übertragungsgetriebe und das Prüfgetriebe sind durch zwei Torsionswellen kraftschlüssig verbunden. Auf der Welle 1 befindet sich eine Belastungskupplung zur Erzeugung des Prüfdrehmomentes, das mittels definierter Gewichtsstücke nach Tabelle 4 über Belastungshebel aufgebracht wird.

7.1.2 Im Prüfgetriebe befinden sich die Heizelemente zur Aufrechterhaltung und Regelung der Mindest-Schmieröltemperatur. Ein Temperaturfühler, der an der Seite des Prüfgetriebes angebracht ist, dient zur Regelung der Heizung, wie sie durch die Prüfbedingungen vorgeschrieben ist.

7.1.3 Die Prüfmaschine wird durch einen Elektromotor mit min. 7,4 kW Leistung bei einer Drehzahl von ungefähr 2 900 min^{-1} angetrieben. Die Antriebsrichtung ist umgekehrt (gegen den Uhrzeigersinn, wenn man auf die Motorwelle blickt), d. h. das Rad treibt das Ritzel, wie in Bild 3 zu sehen ist. Dies ist die entgegengesetzte Drehrichtung zu jener von ISO 14635-1.

7.1.4 Eine Checkliste für die Wartung der FZG Zahnrad-Verspannungs-Prüfmaschine ist zur Information in Anhang C angegeben.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Tabelle 2 — Einzelheiten der FZG Prüfzahnräder Typ A10

Benennung		Formelzeichen	Zahlenwert	Einheit
Achsabstand		a	91,5	mm
wirksame Zahnbreite	Ritzel	b_1	10	mm
	Rad	b_2	20	mm
Wälzkreis-Durchmesser	Ritzel	d_{w1}	73,2	mm
	Rad	d_{w2}	109,8	mm
Kopfkreis-Durchmesser	Ritzel	d_{a1}	88,77	mm
	Rad	d_{a2}	112,5	mm
Modul		m	4,5	mm
Zähnezahl	Ritzel	z_1	16	
	Rad	z_2	24	
Profilverschiebungsfaktor	Ritzel	x_1	0,853 2	
	Rad	x_2	−0,50	
Eingriffswinkel		α	20	°
Betriebseingriffswinkel		α_w	22,5	°
Umfangsgeschwindigkeit am Wälzkreis		v_w	16,6	m/s
Kopfeingriffsstrecke	Ritzel	e_{a1}	14,7	mm
	Rad	e_{a2}	3,3	mm
Gleitgeschwindigkeit am Zahnkopf	Ritzel	v_{ga1}	11,16	m/s
	Rad	v_{ga2}	2,50	m/s
spezifisches Gleiten am Zahnkopf	Ritzel	ζ_{E1}	0,86	
	Rad	ζ_{A2}	0,34	
spezifisches Gleiten am Zahnfuß	Ritzel	ζ_{A1}	−0,52	
	Rad	ζ_{E2}	−5,96	
Hertz'sche Pressung am Wälzkreis		p_C	$20{,}8\sqrt{F_{nt}}$[a]	N/mm^2

[a] F_{nt} ist die Zahnnormalkraft in N (siehe Tabelle 4).

Tabelle 3 — Ausführung der FZG Prüfzahnräder Typ A10

Werkstoff	Einsatzstahl eingeengter Härtbarkeit, auf 2/3 des unteren Streubandes. Werkstoffzusammensetzung: C = 0,13 % bis 0,20 % — Mo = max. 0,12 % Si = max. 0,40 % — Ni = max. 0,30 % Mn = 1,00 % bis 1,30 % — Al = 0,02 % bis 0,05 % P = max. 0,025 % — B = 0,001 % bis 0,003 % S = 0,020 % bis 0,035 % — Cu = max. 0,30 % Cr = 0,80 % bis 1,30 %

AVA Documents Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09

Tabelle 3 (*fortgesetzt*)

Wärmebehandlung	Die Prüfzahnräder werden einsatzgehärtet. Die Einsatzhärtungstiefe *Eht* bei 550 HV 10 muss 0,6 mm bis 0,9 mm betragen. Oberflächenhärte nach dem Anlassen: 60 HRC bis 62 HRC, Kernfestigkeit in Zahnfußmitte: 1 000 N/mm^2 bis 1 250 N/mm^2 (nach ISO 18265 aus der Brinellhärte ermittelt). Restaustenitgehalt: etwa 20 %
Verzahnungsqualität	Q5 nach ISO 1328-1:1995
Mittenrauwert *Ra*	*Ra* wird gesondert für die Rechts- und Linksflanke bestimmt; gemessen an drei Zahnflanken je Rad in Flankenlinienrichtung in Mitte Zahnhöhe; Messung nach ISO 21920-2: Messlänge l_t = 4,8 mm; Grenzwellenlänge λ_c = 0,8 mm; Messgeschwindigkeit v_t = 0,5 mm/s; Kufentastsystem
	Mittlere Rauheit (bezogen auf eine Herstellungsmenge von min. 100 Radpaaren) Ritzel: *Ra* = (0,35 ± 0,1) µm Rad: *Ra* = (0,30 ± 0,1) µm
	Maximale Rauheit (Mittelwert aus drei Messungen wie oben beschrieben und gültig für 95 von 100 Prüfzahnrädern): Ritzel und Rad: *Ra* = 0,5 µm
Schliff	Maag 15° – Kreuzschliff mit 154 Schleifhüben je Minute
Flankenkorrektur	keine

7.2 Aufheizvorrichtung

Zur Erwärmung der Prüfzahnräder auf 60 °C bis 80 °C für die Montage auf die Wellen wird eine geeignete Aufheizvorrichtung benötigt.

7.3 Überrollungszähler

Für die Kontrolle der Anzahl von Umdrehungen in jeder Kraftstufe des Prüflaufes muss ein geeigneter Überrollungszähler verwendet werden. Der Zähler sollte im Stande sein, die Prüfmaschine bei der zutreffenden Anzahl von Umdrehungen abzuschalten.

7.4 Waage

Eine geeignete Waage mit einer Mindesttragfähigkeit von 1,3 kg und mit einer Fehlergrenze von maximal 0,001 g muss zur Bestimmung der Masse des Prüfrades zu verwendet werden.

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: E DIN ISO 14635-2:2024-09