NORME INTERNATIONALE

ISO 19843

Première édition
2018-10

Roulements — Billes en céramique — Détermination de la résistance par test sur bille rainurée

Rolling bearings — Ceramic bearing balls — Determination of strength by notched ball test

Numéro de référence
ISO 19843:2018(F)

© ISO 2018



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **iv**
Introduction ..... **v**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **2**
4 Symboles **6**
5 Description de l'essai **7**
6 Équipements et appareillages d'essai **7**
6.1 Dispositif de chargement 7
6.2 Machine d'essai 8
6.3 Dispositifs de mesurage 8
6.3.1 Généralités 8
6.3.2 Micromètre de mesure externe 8
6.3.3 Comparateur à cadran mécanique 8
6.3.4 Microscope optique 8
6.3.5 Jauge de mesure pour la détermination de l'épaisseur de ligament 8
6.4 Rectifieuse 9
6.5 Psychromètre 9
6.6 Séchoir 9
7 Préparation de la bille rainurée **9**
7.1 Nombre d'éprouvettes *n* *9*
7.2 Détermination du diamètre 9
7.3 Préparation de la rainure 10
7.3.1 Généralités 10
7.3.2 Géométrie de la rainure 10
7.4 Nettoyage 11
8 Procédure d'essai **11**
8.1 Mesurage des paramètres de la rainure 11
8.2 Essais mécaniques 13
9 Évaluation **14**
10 Incertitudes et écarts potentiels **14**
11 Rapport d'essai **15**
Annexe A (normative) **Tableaux de correspondance pour le préfacteur *f*** **16**
Annexe B (normative) **Comparabilité des résultats de résistance de la bille rainurée** **19**
Annexe C (informative) **Système de cale en V pour la préparation de la rainure** **22**
Annexe D (informative) **Aide au positionnement** **24**
Annexe E (informative) **Exemple de rapport d'essai pour la détermination de la résistance de la bille rainurée** **25**
Annexe F (normative) **Endommagement du fond d'entaille lié à l'usinage** **27**
Annexe G (informative) **Vitesse d'essai initiale suggérée pour la traverse** **29**
Bibliographie **30**

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 4, *Roulements*, sous-comité SC 12, *Roulements à billes*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

 © ISO 2018 – Tous droits réservés

Introduction

En règle générale, la détermination de la résistance des composants implique souvent de produire des éprouvettes spécialement préparées et de les soumettre à un essai de flexion.

Il n'est possible que dans certains cas de rapporter aux composants d'origine les valeurs mesurées sur des éprouvettes de flexion en céramique standard.

Étant donné qu'il n'est pas recommandé de modifier l'état de surface des billes en céramique, l'essai sur bille rainurée peut être efficacement utilisé comme essai de composant à des fins de contrôle qualité. De plus, il est possible de quantifier les influences du procédé de fabrication et de l'entretien.

Cette méthode d'essai s'applique au développement de procédés et matériaux, à l'assurance qualité, à la caractérisation et à la sélection des matériaux, ainsi qu'à la détermination des paramètres de conception. La résistance mesurée est déterminée dans les conditions suivantes:

a) comportement élastique linéaire du matériau (relation contrainte/déformation);

b) comportement homogène et isotrope du matériau.

Cette méthode d'essai est destinée à être mise en œuvre dans un laboratoire disposant d'équipements de traitement, d'appareils de mesure et de machines d'essais d'une grande précision. Par ailleurs, elle est destinée être appliquée par un opérateur expérimenté accordant une attention particulière au traitement de la rainure et au mesurage des paramètres de la rainure pour effectuer les essais mécaniques.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Roulements — Billes en céramique — Détermination de la résistance par test sur bille rainurée

1 Domaine d'application

Le présent document décrit une méthode de détermination de la résistance des billes en céramique à l'état fini destinées à des roulements à billes, de préférence constituées de nitrure de silicium (Si_3N_4) dont le diamètre est compris entre 3 mm et 50 mm.

NOTE 1 L'ISO 26602 spécifie les exigences s'appliquant aux matériaux prétraités au nitrure de silicium pour les billes de roulements. L'ISO 3290-2 spécifie les exigences s'appliquant aux billes de roulements finies au nitrure de silicium.

NOTE 2 D'autres méthodes d'essai pour déterminer la résistance des billes en céramique sont disponibles à la Référence [7].

Les résultats des essais de résistance varient légèrement selon le coefficient de Poisson. Tous les calculs sont par conséquent limités à un coefficient de Poisson compris entre 0,15 et 0,35. Cela inclut le coefficient de Poisson d'une bille en céramique type constituée de nitrure de silicium, utilisée comme élément roulant dans les roulements à billes.

La méthode peut également être utilisée pour les billes de roulement constituées d'autres matériaux céramiques, bien que les préfacteurs indiqués puissent ne pas être valides.

NOTE 3 Le coefficient de Poisson des matériaux isotropes peut être déterminé à l'aide d'une des méthodes spécifiées dans l'ISO 17561.

Le comportement des matériaux céramiques à la rupture fragile (sous contrôle des défauts) peut conduire à une forte dispersion de résultats individuels lors de la caractérisation d'une série d'échantillons nominalement identiques.

NOTE 4 Une analyse statistique complémentaire conformément à l'ISO 20501 peut être réalisée.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 463, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Instruments de mesurage dimensionnel: Comparateurs mécaniques à cadran — Caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

ISO 3290-2, *Roulements — Billes — Partie 2: Billes de roulement en céramique*

ISO 3611, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesurage dimensionnel: Micromètres d'extérieur — Caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

ISO 6106, *Produits abrasifs — Vérification de la dimension des grains de superabrasifs*

ISO 7500-1:2018, *Matériaux métalliques — Étalonnage et vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction/compression — Étalonnage et vérification du système de mesure de force*

ISO 20501, *Céramiques techniques — Statistiques Weibull des données de résistance*

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse http://www.electropedia.org/

3.1
plan équatorial
plan de symétrie de la bille perpendiculairement au sens du chargement

3.2
effort de rupture
F
effort appliqué à la rupture

3.3
section transversale du ligament
segment résiduel d'un cercle dans le plan équatorial de la bille rainurée

3.4
épaisseur de ligament
h
épaisseur maximale de la section transversale du ligament dans le *plan équatorial* (3.1) entre le *fond de la rainure* (3.13) et la surface de la bille

Note 1 à l'article: Voir Figure 1 et Figure 2.

3.5
rayon moyen du fond de la rainure
R_m
moyenne arithmétique des *rayons de fond d'entaille* (3.10) R_1 et R_2

3.6
largeur nominale de la meule
w_{nom}
largeur de l'outil de coupe déclarée par le producteur

3.7
centricité de la rainure
z
valeur quantifiable de départ par rapport au plan médian d'entaille parfait, rapportée au plan équatorial

Note 1 à l'article: Dans la pratique, l'asymétrie de la rainure est déterminée comme étant égale à la centricité d'entaille z, voir Figure 2.

3.8
profondeur d'entaille
l
profondeur théorique de la rainure

Note 1 à l'article: $l = D_w - h$

Note 2 à l'article: Voir Figure 2.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.9
plan médian de la rainure
plan imaginaire passant par le centre de la rainure réelle perpendiculairement au sens du chargement

Note 1 à l'article: Voir Figure 1 et Figure 2.

3.10
rayons de fond d'entaille
R_1, R_2
rayons de congé du *fond de la rainure* (3.13)

Note 1 à l'article: Voir Figure 2.

3.11
bille rainurée
bille avec une rainure positionnée, qui est utilisée comme éprouvette d'essai dans le cadre de l'essai sur bille entaillée

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.

3.12
résistance de la bille rainurée
σ_f
contrainte théorique maximale exercée dans la fibre au point de contrainte nominal maximal à l'apex de *la section transversale du ligament* (3.3) au moment de la rupture

Note 1 à l'article: Voir Figure 1. Le calcul est effectué conformément à la Formule (6).

3.13
fond de la rainure
région située au point le plus profond de la rainure

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.

3.14
largeur de la rainure
w
largeur de la rainure, mesurée à une distance $w_{nom}/2$ par rapport au *fond de la rainure* (3.13)

Note 1 à l'article: Voir Figure 5 et 8.1 .

3.15
pôle
point discret sur la surface de la bille où est appliquée la charge

Note 1 à l'article: Voir les points B et B' à la Figure 1. La ligne de jonction des points B et B' traverse le centre de la bille et est perpendiculaire au plan médian de la rainure.

3.16
précharge
F_0
force appliquée avant l'essai afin de fixer l'éprouvette dans la position désignée

3.17
centricité relative de la rainure
ζ
centricité de la rainure (3.7) rapportée au diamètre de la bille

Note 1 à l'article: $\zeta = z/D_w$.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.18
profondeur relative de la rainure
λ
profondeur de la rainure (3.8) rapportée au diamètre de la bille

Note 1 à l'article: $\lambda = l/D_w$.

3.19
rayon relatif du fond de la rainure
ρ
rayon moyen du fond de la rainure (3.5) rapporté à la *largeur de la rainure* (3.14)

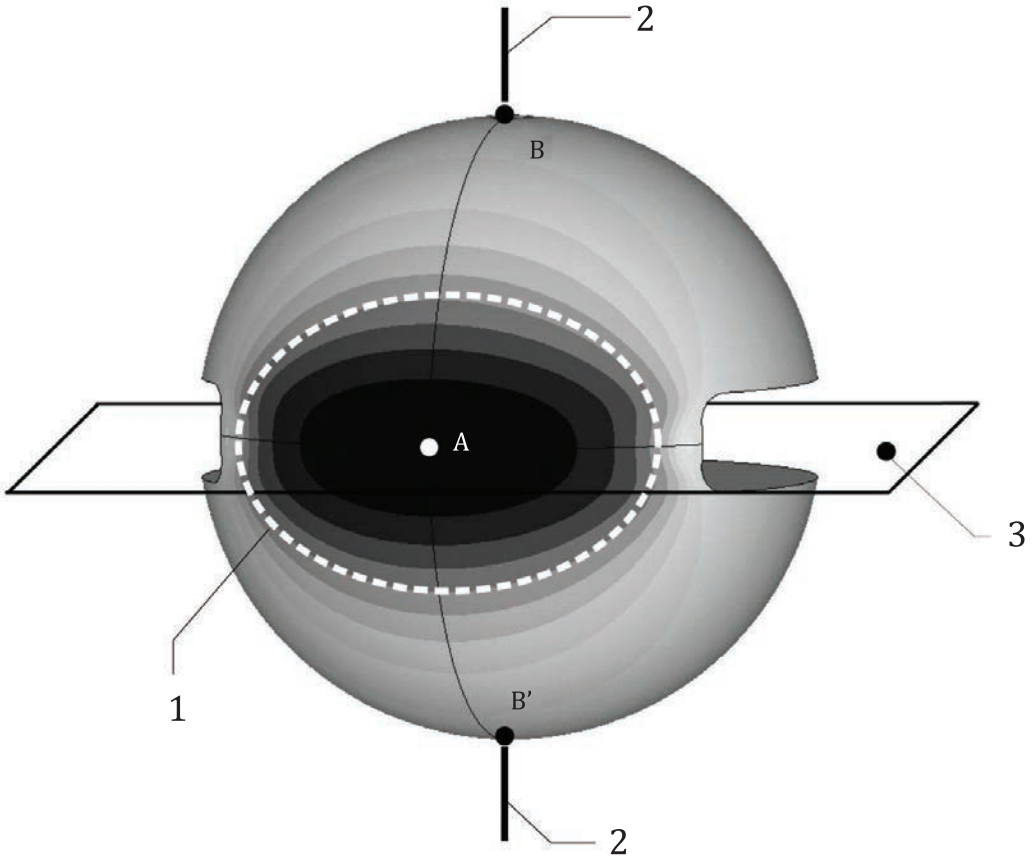
Note 1 à l'article: $\rho = R_m/w$.

3.20
largeur relative de la rainure
ω
largeur de la rainure (3.14) rapportée au diamètre de la bille

Note 1 à l'article: $\omega = w/D_w$.

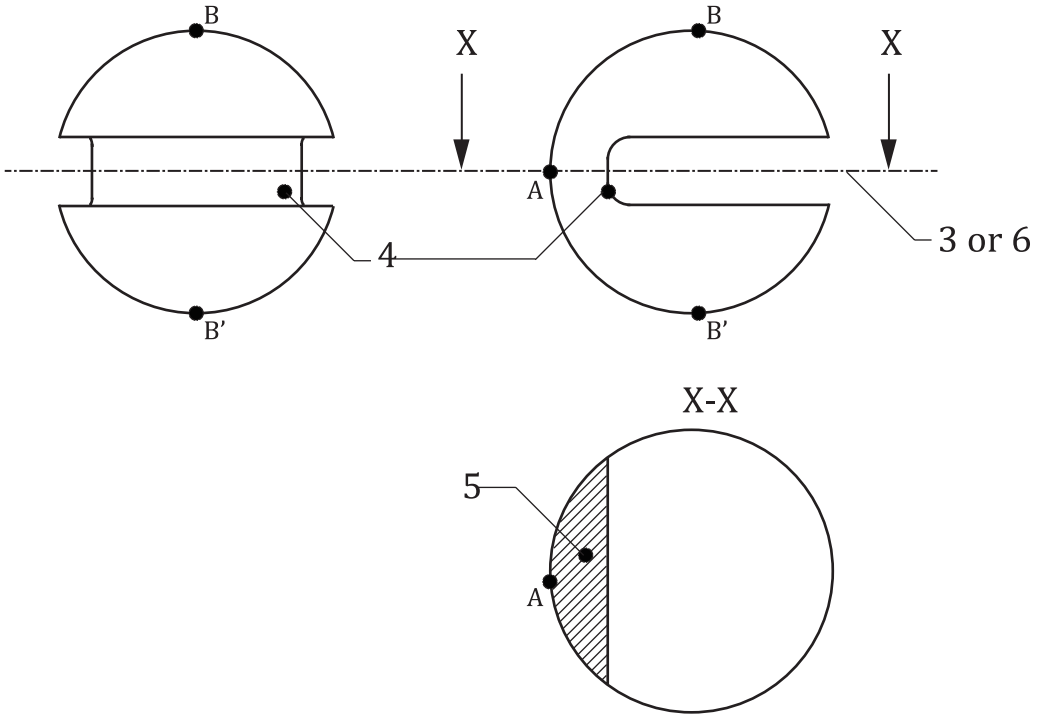
3.21
surface d'essai
aire surfacique de la *bille rainurée* (3.11) située à l'opposé du *fond de la rainure* (3.13), où sont exercées les contraintes de traction maximales au cours du chargement

Note 1 à l'article: Voir Figure 1.



a) Modèle volumique illustré avec l'amplitude de contrainte

© ISO 2018 – Tous droits réservés



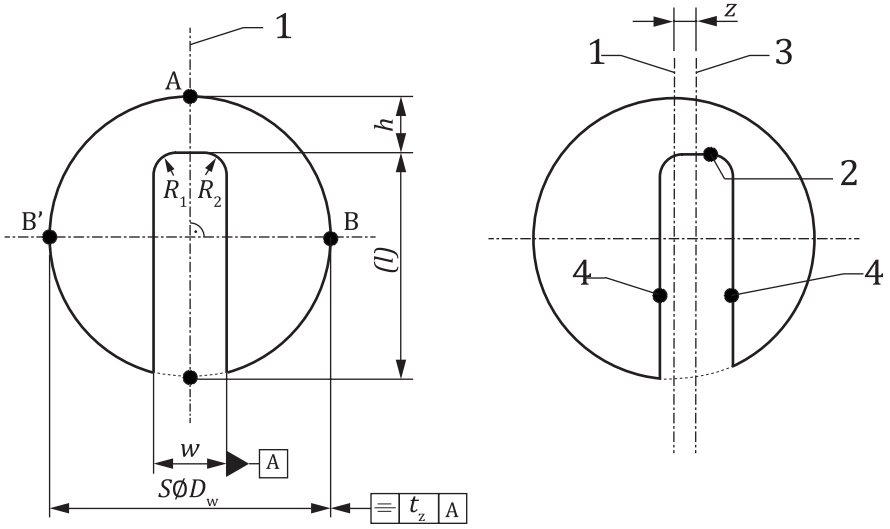
b) Vue de face, vue de côté et vue transversale (coupe)

Légende

A	point de la contrainte nominale maximale au sommet de la section transversale du ligament
B, B'	points d'introduction de la charge
t_z	tolérance associée à z
1	surface d'essai
2	sens de chargement
3	plan équatorial
4	fond de la rainure
5	section transversale du ligament
6	plan médian de la rainure

Figure 1 — Bille rainurée utilisée comme éprouvette

© ISO 2018 – Tous droits réservés



Légende

1 plan équatorial
2 fond de la rainure
3 plan médian de la rainure
4 faces latérales de la rainure

NOTE Voir également Figure 1.

Figure 2 — Paramètre d'entaille de la bille rainurée

4 Symboles

Voir Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles

Symbole	Unité	Nomenclature
D_w	mm	diamètre de la bille
F	N	effort de rupture
F_0	N	précharge
f	—	préfacteur
f_λ	—	facteur de correction de la profondeur de la rainure utilisé pour calculer la résistance de référence
f_ω	—	facteur de correction de la largeur de la rainure utilisé pour calculer la résistance de référence
h	mm	épaisseur de ligament
l	mm	profondeur d'entaille
m	—	module de Weibull d'un lot
n	—	nombre d'éprouvettes
p_1, p_2	mm	distances auxiliaires pour la détermination de la centricité de la rainure
R_m	mm	rayon moyen du fond de la rainure
R_S	mm	rayon de la pointe de la jauge de mesure
R_1, R_2	mm	rayons de fond d'entaille
r_1, r_2	mm	distances auxiliaires pour la détermination des rayons de fond de rainure
S_{eff}	mm^2	surface effective

© ISO 2018 – Tous droits réservés