NORME INTERNATIONALE

ISO 15243

Deuxième édition
2017-03

Roulements — Détérioration et défaillance — Termes, caractéristiques et causes

Rolling bearings — Damage and failures — Terms, characteristics and causes

Numéro de référence
ISO 15243:2017(F)

© ISO 2017



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **iv**
Introduction ..... **v**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **2**
4 Classification des modes de défaillance survenant dans les roulements **2**
5 Modes de défaillance **3**
5.1 Fatigue de contact de roulement 3
5.1.1 Description générale de la fatigue de contact de roulement 3
5.1.2 Fatigue initiée en sous-couche 4
5.1.3 Fatigue initiée en surface 4
5.2 Usure 6
5.2.1 Description générale de l'usure 6
5.2.2 Usure par abrasion 6
5.2.3 Usure par adhésion 7
5.3 Corrosion 9
5.3.1 Description générale de la corrosion 9
5.3.2 Corrosion due à l'humidité 9
5.3.3 Corrosion par frottement 10
5.4 Électroérosion 12
5.4.1 Description générale de l'électroérosion 12
5.4.2 Érosion due à une surtension 12
5.4.3 Érosion due à une fuite de courant 13
5.5 Déformation plastique 14
5.5.1 Description générale de la déformation plastique 14
5.5.2 Déformation due à une surcharge 15
5.5.3 Indentations par des particules 16
5.6 Fissuration et rupture 18
5.6.1 Description générale de la fissuration et de la rupture 18
5.6.2 Rupture forcée 18
5.6.3 Rupture par fatigue 18
5.6.4 Fissuration thermique 19
Annexe A (informative) **Analyse des défaillances — Illustration des détériorations — Autres examens — Explication des termes utilisés** **21**
Bibliographie **55**

© ISO 2017 – 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 appelée 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*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 15243:2004), qui a fait l'objet d'une révision technique.

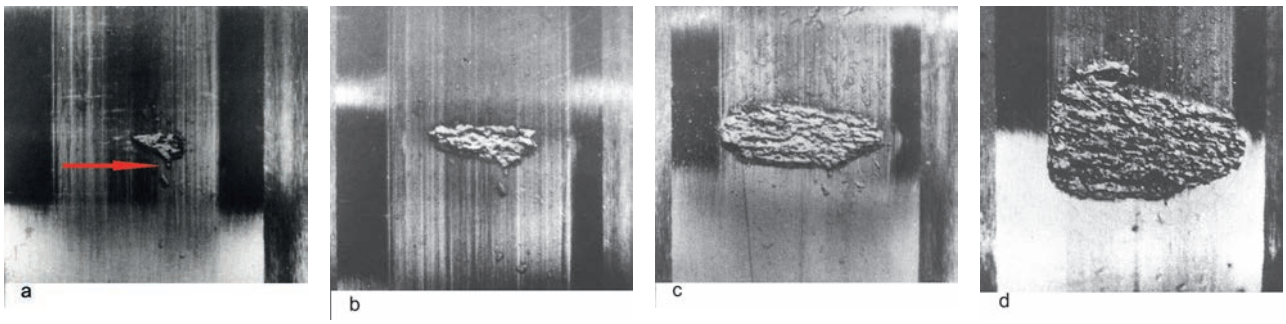
© ISO 2017 – Tous droits réservés

Introduction

Dans la pratique, la détérioration et/ou la défaillance d'un roulement peuvent souvent être le résultat de plusieurs mécanismes se produisant simultanément. La défaillance peut être la conséquence d'un transport, d'une manipulation ou d'un montage incorrects, d'une maintenance inadéquate ou d'un défaut de fabrication du roulement ou de ses éléments adjacents. Dans certains cas, la défaillance est due à un compromis fait au niveau de la conception pour des raisons d'intérêts économiques, voire à des conditions de fonctionnement et environnementales imprévues. La combinaison complexe de plusieurs facteurs de conception, de fabrication, de montage, de fonctionnement et de maintenance est souvent à l'origine de difficultés au niveau de la détermination de la cause racine de la défaillance.

NOTE Il faut être conscient que des roulements de contrefaçon sont mis sur le marché. Ils peuvent ressembler à des roulements originaux mais leur utilisation entraine souvent des défaillance et fracture prématurées.

En cas de détérioration importante ou de défaillance soudaine et totale du roulement, l'absence d'indication évidente est probable, ce qui rend impossible l'identification de la cause racine de la défaillance. De ce fait, il est important de mettre à l'arrêt l'équipement à temps pour permettre une analyse appropriée des détériorations du roulement (voir Figure 1). Dans tous les cas, la connaissance des conditions réelles de fonctionnement de l'ensemble et l'historique des travaux de maintenance se révèlent de la plus haute importance.



NOTE L'écaillage a commencé juste derrière l'indentation dans le chemin de roulement [a)]. Il s'est ensuite aggravé au fil du temps [b) et c)]. S'il n'est pas arrêté à temps, la preuve de la cause racine disparaît [d)].

Figure 1 — Évolution de la détérioration du roulement

La classification des défaillances des roulements établie dans le présent document est principalement fondée sur les caractéristiques visibles sur les surfaces de contact de roulement et sur d'autres surfaces fonctionnelles. Chaque caractéristique est à prendre en compte pour déterminer de manière fiable la cause racine de la défaillance du roulement. Dans la mesure où plusieurs mécanismes de défaillance peuvent avoir des effets similaires sur lesdites surfaces, la description de l'aspect ne suffit généralement pas, à elle seule, pour déterminer la cause de la défaillance. Dans certains/ces cas, il est nécessaire de prendre les conditions de fonctionnement en considération. Dans certains cas, la détérioration analysée est trop avancée et peut provenir de différentes causes primaires. Il est alors intéressant de rechercher la présence simultanée d'indications pour déterminer la cause primaire de la défaillance.

Le présent document porte sur les roulements dotés de bagues en acier et d'éléments roulants. La détérioration des bagues des roulements avec éléments roulants en céramique suit des modes de défaillance similaires.

Dans le présent document, la durée de vie des roulements est comme décrit dans l'ISO 281[1], qui prévoit des formules pour calculer la durée de vie des roulements en prenant en compte un certain nombre de facteurs, tels que la capacité de charge du roulement, le type de roulement, le matériau de fabrication, la limite de fatigue du roulement, les conditions de lubrification et le degré de contamination.

© ISO 2017 – Tous droits réservés

Roulements — Détérioration et défaillance — Termes, caractéristiques et causes

1 Domaine d'application

Le présent document classe les différents modes de défaillance survenant en cours de fonctionnement pour les roulements en aciers standards. Elle définit et décrit, pour chaque mode de défaillance, les caractéristiques, l'aspect et les possibles causes racines de la défaillance. Elle contribuera à l'identification des modes de défaillance en s'appuyant sur l'aspect.

Les termes suivants sont expliqués pour les besoins du présent document:

— défaillance d'un roulement: résultat d'une détérioration qui empêche le roulement de satisfaire à ses performances initialement prévues ou marque la fin de sa durée de vie;

— en service: état du roulement tel qu'il sort de l'usine du fabricant;

— caractéristiques visibles: caractéristiques qu'il est possible d'observer directement ou avec une loupe ou un microscope optique, ainsi que celles observées sur des images, mais en utilisant uniquement des méthodes non destructives.

L'analyse se limite aux formes caractéristiques du changement d'aspect et aux défaillances ayant un aspect bien défini et pouvant être imputables à des causes particulières avec un degré de certitude élevé. Les caractéristiques d'intérêt particulier relatives à l'explication des changements et des défaillances sont décrites. Les formes diverses sont illustrées par des photographies et les causes les plus fréquentes sont indiquées.

Si la cause racine ne peut pas être évaluée de manière fiable par l'examen et la description des caractéristiques visuelles confrontés aux informations fournies dans le présent document, des examens complémentaires sont à envisager. Ces méthodes sont résumées au A.3 et peuvent impliquer, par exemple, l'utilisation de méthodes invasives pouvant inclure le prélèvement de coupes transversales, des analyses métallurgiques structurelles au moyen de microscopes visuels ou électroniques et des analyses chimiques et spectrographiques. Ces méthodes spécialisées ne sont pas incluses dans le domaine d'application du présent document.

Les termes des modes de défaillance exprimés dans les titres des paragraphes sont recommandés pour un usage général. Le cas échéant, les expressions alternatives ou synonymes utilisés pour décrire les sous-modes sont indiqués et expliqués en A.4.

Des exemples de défaillances des roulements, accompagnés d'une description des causes de la défaillance et des mesures correctives proposées, sont donnés en A.2.

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 5593, *Roulements — Vocabulaire*

© ISO 2017 – Tous droits réservés

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5593 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Des explications de termes de détérioration et défaillance sont données en A.4.

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

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

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

3.1
caractéristiques
aspect visuel résultant de la performance d'usage

Note 1 à l'article: Les défauts de surface et les types de changements géométriques sont définis dans l'ISO 8785[3] et, en partie, dans l'ISO 6601[2] (portant sur l'usure par abrasion).

3.2
détérioration
toute détérioration visible des surfaces ou structures de fonctionnement du roulement

3.3
séquences d'événements
séquence d'événements aboutissant à la *défaillance* (3.4) du roulement, en commençant par la *détérioration* (3.2) initiale du roulement

Note 1 à l'article: À un stade précoce, cette détérioration peut causer une perte fonctionnelle ou une défaillance. Cependant, dans de nombreux cas, la détérioration initiale n'aboutit pas à une défaillance et le roulement continue de fonctionner. La poursuite du fonctionnement provoque généralement une détérioration secondaire qui aboutit finalement à une défaillance. La détérioration secondaire peut introduire des modes de défaillance concurrents, ce qui peut compliquer l'analyse de la cause racine.

3.4
défaillance
toute situation dans laquelle le roulement n'est plus en mesure d'assurer son fonctionnement prévu

Note 1 à l'article: Cela comprendra la dégradation de propriétés rotationnelles essentielles et l'avertissement d'une défaillance plus étendue ou totale imminente, sans pour autant que le stade soit suffisamment avancé pour empêcher la rotation ou le support des éléments de machine concernés.

Note 2 à l'article: L'étendue de la *détérioration* (3.2) requise pour enregistrer une déclaration de défaillance opérationnelle dépendra de l'application. Les applications nécessitant une rotation précise et sans à-coups ne toléreront qu'une perte très minime de propriétés. Les applications non sensibles à des amplifications de vibrations ou de bruits ou à une précision rotationnelle réduite peuvent être capables de continuer à assurer leurs performances pendant une période restreinte.

3.5
mode de défaillance
manière selon laquelle la défaillance d'un roulement se déclare

4 Classification des modes de défaillance survenant dans les roulements

Il conviendrait de préférence que les détériorations et défaillances des roulements soient classées selon la cause racine. Cependant, il n'est pas souvent facile de distinguer les causes des caractéristiques (symptômes); en d'autres termes, de faire la distinction entre mécanismes et modes de défaillance. Cela est confirmé par le grand nombre d'articles et d'ouvrages traitant de ce sujet (voir Bibliographie). Par conséquent, dans le présent document, les modes de défaillance sont classés en six groupes principaux

 © ISO 2017 – Tous droits réservés