RAPPORT TECHNIQUE

ISO/TR 17243-2

Première édition
2017-08

Broches pour machines-outils — Évaluation des vibrations des broches par mesurage sur les parties non tournantes —

Partie 2: Broches à entraînement direct et broches à entraînement par courroie à roulements à billes opérant à des vitesses entre 600 r/min et 30 000 r/min

Machine tool spindles — Evaluation of spindle vibrations by measurements on non-rotating parts —

Part 2: Direct-driven spindles and belt-driven spindles with rolling element bearings operating at speeds between 600 r/min and 30 000 r/min

Numéro de référence
ISO/TR 17243-2:2017(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 ..... **v**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes et définitions **2**

4 Opérations préliminaires **3**
4.1 Généralités 3
4.2 Sollicitations d'usinage 4
4.3 Vitesse de la broche 4
4.4 Conditions thermiques 4
4.5 Position et orientation de la broche 4
4.6 Équilibrage d'outil ou de pièce 5
4.6.1 Généralités 5
4.6.2 Mesurage des vibrations de la broche avec un outil/une pièce monté(e) dans la broche 5
4.6.3 Mesurage des vibrations de la broche sans outil/pièce 5
4.7 Mandrin de serrage de la broche 5
4.8 Refroidissement de la broche 5
4.9 Serreur outil 5
4.10 Vibrations dans l'environnement 5
4.11 Fonctionnement à vide 5

5 Procédures de mesure et modes opératoires **6**
5.1 Instruments de mesure 6
5.2 Positions/orientations de mesure 6
5.2.1 Généralités 6
5.2.2 Convention de désignation des positions de mesure 8
5.3 Procédures de montage de capteur 8

6 Paramètres d'évaluation **9**
6.1 Paramètre de vibration en vitesse 9
6.1.1 Généralités 9
6.1.2 Broches ayant une vitesse maximale comprise entre 6 000 r/min et 30 000 r/min 9
6.1.3 Broches ayant une vitesse maximale de fonctionnement inférieure à 6 000 r/min 10
6.2 Paramètre de vibration en accélération 10

7 Classification des broches **11**
7.1 Généralités 11
7.2 Classification en fonction de la puissance assignée 11
7.3 Classification en fonction de la vitesse maximale de la broche 11
7.4 Classification en fonction du type de roulement 11

8 Évaluation **12**
8.1 Généralités 12
8.1.1 Vue d'ensemble 12
8.1.2 Incertitude de mesure 12
8.2 Critère I: amplitude vibratoire 12
8.2.1 Généralités 12
8.2.2 Zones d'évaluation 13
8.2.3 Exemples de limites de zone d'évaluation 13
8.3 Critère II: évolution de l'amplitude vibratoire 13
8.4 Limites générales de zone 13
8.5 Exemples de valeurs de limites de zone d'évaluation 14
8.6 Limites de fonctionnement 15
8.6.1 Généralités 15

© ISO 2017 – Tous droits réservés

8.6.2 Réglage des alertes 15
8.6.3 Réglage des alarmes 15
8.6.4 Réglage du seuil d'interruption 16

Annexe A (informative) **Introduction aux autres techniques d'évaluation de l'état des roulements** **17**

Bibliographie **20**

 © 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/CEI, 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, de 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/foreword.html.

Le présent document a été élaboré par le Comité technique ISO/TC 39, *Machines-outils*, sous-comité SC 2, *Conditions de réception des machines travaillant par enlèvement de métal*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 17243, publiée sous le titre général *Broches pour machines-outils — Évaluation des vibrations d'une broche pour machine-outil par mesurages sur le logement de la broche*, peut être trouvée sur le site de l'ISO.

© ISO 2017 – Tous droits réservés

Broches pour machines-outils — Évaluation des vibrations des broches par mesurage sur les parties non tournantes —

Partie 2:
Broches à entraînement direct et broches à entraînement par courroie à roulements à billes opérant à des vitesses entre 600 r/min et 30 000 r/min

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des informations sur la façon d'évaluer l'intensité vibratoire d'une broche de machine-outil, mesurée sur le corps de broche. Il donne des conseils spécifiques pour l'évaluation de l'intensité vibratoire mesurée sur le corps de broche sur le site du client ou sur les installations d'essais du fabricant de la machine-outil.

Ses critères en matière de vibrations s'appliquent aux broches à entraînement direct et aux broches à entraînement par courroie destinées aux machines-outils fixes ayant des vitesses nominales de fonctionnement entre 600 r/min et 30 000 r/min.

Il est applicable uniquement aux broches munies de roulements de type roulements à billes, aux broches montées sur des machines-outils travaillant par enlèvement de métal, et pour un essai, une vérification périodique et une surveillance continue.

Il ne traite pas:

— de l'exactitude géométrique des axes de rotation (voir ISO 230-7);

— de la performance de coupe inacceptable en ce qui concerne le fini de surface et l'exactitude;

— des questions liées à l'intensité vibratoire des broches pour machines-outils opérant à des vitesses inférieures à 600 r/min ou supérieures à 30 000 r/min (étant donné le manque de données justificatives concernant les vibrations et les limites de nombreux instruments de mesure des vibrations);

— des analyses dans le domaine fréquentiel telles que les analyses de transformée de Fourier rapide (TFR), les analyses d'enveloppe ou toute autre technique similaire.

L'Annexe A présente une introduction aux autres techniques d'évaluation de l'état des roulements.

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 1925, *Vibrations mécaniques — Équilibrage — Vocabulaire*

ISO 2041, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance — Vocabulaire*

© ISO 2017 – Tous droits réservés

ISO 2954, *Vibrations mécaniques des machines tournantes ou alternatives — Exigences relatives aux appareils de mesure de l'intensité vibratoire*

ISO 13372, *Surveillance et diagnostic de l'état des machines — Vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 1925, l'ISO 2041, l'ISO 13372 et l'ISO 2954 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et la CEI 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 http://www.iso.org/obp

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

NOTE Un concept limité à un sens spécial d'un terme dans un contexte particulier est indiqué, au début de sa définition, par un domaine d'utilisation entre des parenthèses angulaires (<...>), par exemple «<surveillance de l'état de la broche>» pour la définition d'*alerte* (3.11).

3.1
broche à entraînement par courroie
broche pour laquelle la transmission de puissance est obtenue au moyen d'une courroie entre le moteur d'entraînement et la broche

3.2
broche à entraînement direct
broche pour machine-outil dans une configuration moteur-accouplement-broche, sans courroies, engrenages ou tout autre élément de transmission de puissance dans le groupe motopropulseur

3.3
broche à entraînement par engrenage
broche pour machine-outil comportant un ou plusieurs étages d'engrenages transmettant la puissance dans le groupe motopropulseur

Note 1 à l'article: Les broches à entraînement par engrenage peuvent également comprendre un couplage et/ou des courroies dans le groupe motopropulseur.

3.4
broche à entraînement intégré
électro-broche dans laquelle le rotor du moteur d'entraînement est le rotor de la broche

3.5
court terme
<surveillance de l'état de la broche> à un horizon de six mois ou moins

Note 1 à l'article: La durée peut différer pour certains types de broches et/ou certaines conditions de fonctionnement spécifiques.

3.6
long terme
<surveillance de l'état de la broche> à un horizon supérieur à six mois

Note 1 à l'article: La durée peut différer pour certains types de broches et/ou certaines conditions de fonctionnement spécifiques.

3.7
surveillance de l'état de la machine
détection, collecte et interprétation des informations et données qui indiquent l'*état de la broche* (3.8) d'une machine-outil

 © ISO 2017 – Tous droits réservés

3.8
état de la broche
valeurs efficaces (r.m.s) de vibration, en vitesse et en accélération, des broches pour machines-outils telles que définies par les spécifications

3.9
état de la broche à court terme
STSC
paramètre indiquant l'état d'une broche pour machine-outil à *court terme* (3.5)

3.10
état de la broche à long terme
LTSC
paramètre indiquant l'état d'une broche pour machine-outil à *long terme* (3.6)

3.11
alerte
<surveillance de l'état de la broche> état pour lequel une évolution significative de l'amplitude vibratoire de la broche par rapport aux valeurs normales a été détectée

3.12
alarme
<surveillance de l'état de la broche> état pour lequel l'amplitude vibratoire en vitesse [*LTSC* (3.10)] induit une charge dynamique accrue sur les roulements de la broche, réduisant ainsi souvent la durée de vie du roulement, et/ou l'amplitude vibratoire en accélération [*STSC* (3.9)] indique une détérioration modérée du corps de broche

3.13
seuil d'interruption
<surveillance de l'état de la broche> état pour lequel l'amplitude vibratoire en vitesse [*LTSC* (3.10)] induit une charge dynamique accrue sur les roulements de la broche, s'accompagnant souvent d'une réduction substantielle de la durée de vie du roulement, et/ou l'amplitude vibratoire en accélération [*STSC* (3.9)] indique une grave détérioration du corps de broche

3.14
température de fonctionnement stabilisée de la broche
<surveillance de l'état de la broche> état pour lequel la broche d'une machine-outil a fonctionné pendant une durée suffisante pour atteindre une température de fonctionnement stable

4 Opérations préliminaires

4.1 Généralités

Lors du mesurage des vibrations, les conditions de fonctionnement de la machine-outil sont d'une grande importance. Le présent document est applicable à l'ensemble des conditions normales de fonctionnement de la machine-outil lors de l'usinage.

Pour tout mesurage des vibrations de la broche destiné à caractériser l'état de la broche conformément au présent document, il convient d'enregistrer les conditions de fonctionnement importantes. De telles conditions de fonctionnement comprennent, sans toutefois s'y limiter, les caractéristiques énumérées de 4.2 à 4.11.

Lors de l'utilisation des résultats de mesure des vibrations pour évaluer l'état de la broche, il convient de prendre en considération les autres facteurs contribuant aux signaux mesurés ou interférant avec ceux-ci. De tels facteurs comprennent les signaux de commande courants du moteur de la broche avec leurs fréquences associées, les influences liées à la fondation de la machine et la position des autres composants mobiles ayant une incidence sur la réponse dynamique du système global, et le possible haut niveau de dispersion dû à la faible quantité d'énergie dans la plage de fréquences considérée. Si de

© ISO 2017 – Tous droits réservés