NORME INTERNATIONALE

ISO 11093-8

Troisième édition
2017-06

Papier et carton — Essais des mandrins —

Partie 8: Détermination de la fréquence propre et du module de flexion par analyse modale expérimentale

Paper and board — Testing of cores —

Part 8: Determination of natural frequency and flexural modulus by experimental modal analysis

Numéro de référence
ISO 11093-8:2017(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**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **1**
4 Principe **2**
5 Appareillage **2**
6 Éprouvette **2**
6.1 Échantillonnage 2
6.2 Taille des éprouvettes 3
6.3 Conditionnement 3
7 Mode opératoire **5**
8 Calculs **5**
8.1 Calcul du module de flexion 5
8.2 Calcul du facteur de vitesse de rotation 6
9 Rapport d'essai **6**
Bibliographie **8**

© 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 6, *Papiers, cartons et pâtes*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 11093-8:2012), dont elle constitue une révision mineure avec les modifications suivantes:

— modification à l'Article 8.1, Équation (1);

— mises à jour rédactionnelles.

Elle incorpore également le rectificatif technique ISO 11093-8:2012/Cor 1:2013, qui intégrait les mises à jour de la Figure 1 et de la Figure 2.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 11093 peut être consultée sur le site web de l'ISO.

 © ISO 2017 – Tous droits réservés

Papier et carton — Essais des mandrins —

Partie 8: Détermination de la fréquence propre et du module de flexion par analyse modale expérimentale

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode pour la détermination du module de flexion grâce aux fréquences propres mesurées de façon expérimentale en mode libre-libre des vibrations transversales des mandrins cylindriques de papier et carton qui respectent les critères suivants:

— diamètre intérieur: 50 mm à 350 mm;

— épaisseur minimale de paroi: 0,02 × diamètre intérieur, ou supérieure ou égale à 2,0 mm;

— longueur minimale du mandrin: 8 × diamètre intérieur.

NOTE Pour déterminer le module de flexion à l'aide de la méthode à trois points, voir l'ISO 11093-7.

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 11093-1, *Papier et carton — Essais des mandrins — Partie 1: Échantillonnage*

ISO 11093-2, *Papier et carton — Essais des mandrins — Partie 2: Conditionnement des échantillons pour essai*

ISO 11093-3, *Papier et carton — Essais des mandrins — Partie 3: Détermination de la teneur en eau par séchage à l'étuve*

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 http://www.iso.org/obp

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

3.1
fréquence propre
f_1
première fréquence, correspondant à la fréquence la plus basse à laquelle une structure entre en vibration, selon le matériau, la forme et le système de soutien, lorsqu'on lui applique une impulsion

© ISO 2017 – Tous droits réservés

3.2
module de flexion
E
propriété du matériau qui, avec les dimensions du mandrin, caractérise la résistance du mandrin à la déformation par flexion

3.3
facteur de vitesse de rotation
S_f
module *E* du mandrin divisé par sa densité (E/ρ), pouvant être utilisé pour estimer les performances de vibration des mandrins

Note 1 à l'article: Les mandrins de dimensions, d'excentricité et de facteur de vitesse égaux présentent une fréquence de résonance égale dans des conditions de serrage identiques.

Note 2 à l'article: Plus le facteur de vitesse est élevé, plus la fréquence de résonance le sera également.

4 Principe

Dans le cadre de l'analyse modale expérimentale, l'éprouvette est considérée comme une «poutre» et on applique la théorie des poutres pour les matériaux isotropes de Timoshenko afin d'évaluer les vibrations transversales. Cette théorie prend en compte l'influence de l'inertie de rotation et des déformations liées au cisaillement sur les vibrations transversales. Lors de l'essai, l'éprouvette est suspendue de sorte qu'elle puisse vibrer librement dans le sens transversal. Le module de flexion est calculé comme décrit en 8.1.

5 Appareillage

5.1 Suspension de l'éprouvette.

L'idée de base consiste à mesurer la première fréquence propre en mode libre-libre d'une vibration transversale. Afin de garantir des conditions aux limites libre-libre dans le sens latéral, l'éprouvette est suspendue par un fil et pend avec son axe dans le sens vertical (voir Figure 1). Le fil servant à la suspension (1) mesure environ 300 mm au minimum. Le système de suspension comprend deux dispositifs de blocage et le fil. La Figure 2 illustre une façon d'attacher les dispositifs de blocage. Il convient que la masse des dispositifs de blocage soit inférieure à 0,01 × masse de l'éprouvette. Il convient que l'angle, α, (voir Figure 2) soit supérieur à 45°. Il convient que la distance entre la vis de fixation et le bord du mandrin soit de 5 mm à 10 mm.

5.2 Système d'analyse modale expérimentale.

La première fréquence propre est mesurée à l'aide d'un analyseur de signaux. L'éprouvette subit l'impact du marteau dans le sens perpendiculaire (sens Z) au plan des fils assurant la suspension (plan XY) (voir Figure 1). La réponse impulsionnelle est mesurée par un accéléromètre piézoélectrique à l'une des extrémités de l'éprouvette, son axe se trouvant dans le sens Z (voir Figure 1). La sensibilité de l'accéléromètre doit être comprise entre 8 mV/g et 100 mV/g. La limite de la plage de fréquence de l'accéléromètre doit être comprise entre 0,1 Hz et 10 000 Hz. Le signal mesuré est analysé grâce à un analyseur de signaux et la fréquence du mode le plus bas pour les vibrations de flexion est déterminée à partir de la fonction de réponse en fréquence.

6 Éprouvette

6.1 Échantillonnage

Les échantillons doivent être prélevés conformément à l'ISO 11093-1. Toutefois, il faut s'assurer que le mandrin n'est pas endommagé.

© ISO 2017 – Tous droits réservés