NORME INTERNATIONALE

ISO 12106

Deuxième édition
2017-03

Matériaux métalliques — Essais de fatigue — Méthode par déformation axiale contrôlée

Metallic materials — Fatigue testing — Axial-strain-controlled method

Numéro de référence
ISO 12106:2017(F)

© ISO 2017



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017

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
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos ..... **v**
Introduction ..... **vi**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **1**
4 Symboles **3**
4.1 Éprouvettes 3
4.2 Essai de fatigue 4
4.2.1 Symboles 4
4.2.2 Indices 5
4.3 Expression des résultats 5
5 Appareillage **5**
5.1 Machine d'essai 5
5.1.1 Généralités 5
5.1.2 Capteur de force 6
5.1.3 Amarrage de l'éprouvette 6
5.1.4 Contrôle d'alignement 6
5.2 Mesure de la déformation 7
5.3 Dispositif de chauffage et mesure de la température 8
5.4 Instruments de surveillance des essais 8
5.4.1 Systèmes d'enregistrement 8
5.4.2 Compteur de cycles 9
5.5 Contrôle et vérification 9
6 Éprouvettes **9**
6.1 Géométrie 9
6.1.1 Barres rondes 9
6.1.2 Produits plats 10
6.2 Préparation des éprouvettes 15
6.2.1 Généralités 15
6.2.2 Procédure d'usinage 15
6.2.3 Échantillonnage et marquage 16
6.2.4 État de surface de l'éprouvette 17
6.2.5 Contrôle dimensionnel 17
6.2.6 Stockage et manutention 17
7 Mode opératoire **18**
7.1 Environnement de laboratoire 18
7.2 Contrôle de la machine d'essai 18
7.3 Montage de l'éprouvette 18
7.4 Forme du cycle — Vitesse de déformation ou fréquence de cyclage 19
7.5 Début de l'essai 20
7.5.1 Mesures préliminaires 20
7.5.2 Démarrage de l'essai 20
7.6 Nombre d'éprouvettes 21
7.7 Enregistrement de données 21
7.7.1 Boucles d'hystérésis contrainte-déformation 21
7.7.2 Acquisition des données 21
7.8 Fin de l'essai 21
7.9 Critères de rupture 22
8 Essai de fluage-fatigue par déformation contrôlée à haute température **24**
9 Expression des résultats **25**
9.1 Données de base (données consignées (voir 7.7)) 25

© ISO 2017 – Tous droits réservés

9.2 Analyse des résultats de fatigue oligocyclique à R_e = −1 25
9.2.1 Distinction entre différents types de valeurs de contrainte 25
9.2.2 Détermination de la durée de vie en fatigue (voir 7.9) 26
9.2.3 Relations entre contrainte-déformation et déformation-durée de vie en fatigue 26
9.3 Analyse des résultats de fatigue-fluage 28

10 Rapport d'essai 28
10.1 Généralités 28
10.2 Objectif de l'essai 28
10.3 Matériau 28
10.4 Éprouvette 28
10.5 Méthodes d'essai 28
10.6 Conditions d'essai 29
10.7 Présentation des résultats 29
10.7.1 Présentation des résultats d'essai simples 29
10.7.2 Présentation des résultats de la série d'essais 30
10.8 Valeurs à stocker dans une base de données de fatigue oligocyclique 31

Annexe A (informative) **Incertitude de mesure 33**

Annexe B (informative) **Exemples de présentation graphique des résultats 35**

Bibliographie 39

 © 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 https://www.iso.org/fr/directives-and-policies.html).

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 https://www.iso.org/fr/iso-standards-and-patents.html).

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/foreword.html.

Le présent document a été élaboré par le comité d'études ISO/TC 164 *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 5, *Essais de fatigue*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 12106:2003), qui a fait l'objet d'une révision technique.

© ISO 2017 – Tous droits réservés

Introduction

Les matériaux et leur microstructure peuvent changer lorsqu'ils sont soumis à des déformations cycliques, leurs propriétés mécaniques pouvant être altérées de manière significative comparées à celles résultant de déformations monotones, par exemple réponse contrainte-déformation uniaxiale. La conception des composants mécaniques soumis à des charges de fatigue et à des déformations cycliques exige, dans un certain nombre de secteurs industriels (c'est-à-dire nucléaire, aérospatial, véhicules terrestres, appareils médicaux, etc.), une connaissance du comportement cyclique des matériaux dans des conditions de contrôle des déformations alternées (appelées fatigue oligocyclique) en présence de plasticité cyclique.

Pour assurer la fiabilité et la cohérence des résultats provenant de différents laboratoires, il est nécessaire de collecter toutes les données à l'aide de méthodologies d'essai satisfaisant à un certain nombre de points essentiels.

Le présent document porte tant sur la génération de ce type de données de fatigue par déformation contrôlée aux températures ambiantes ou élevées aux rapports R (déformation) fixes, que sur la présentation des résultats concernant les propriétés de fatigue, le comportement déformation-durée de vie et les réponses contrainte-déformation des matériaux métalliques déterminés à un rapport $R_e = -1$. Étant donné qu'il existe une relation étroite avec les essais de déformation contrôlée à haute température, une section est également consacrée à la méthodologie d'essai en fatigue-fluage.

Le présent document n'aborde pas les problèmes de sécurité et de santé, si de tels problèmes existent, qui peuvent être liés à son utilisation ou son application. Il relève de la responsabilité de l'utilisateur du présent document d'établir toutes les questions appropriées en matière de sécurité et de santé, et de déterminer l'applicabilité des limitations réglementaires nationales ou locales eu égard à l'utilisation du présent document.

 © ISO 2017 – Tous droits réservés

Matériaux métalliques — Essais de fatigue — Méthode par déformation axiale contrôlée

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode d'essai des éprouvettes déformées de manière uniaxiale sous contrôle de déformation à amplitude constante, température uniforme et rapport de déformation fixe, notamment à $R_e = -1$, pour la détermination des propriétés de fatigue. Il peut également être utilisé comme guide pour les essais réalisés sous d'autres rapports R, ainsi qu'à des températures élevées où la déformation par fluage peut avoir des conséquences.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 7500-1, *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 9513, *Matériaux métalliques — Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux*

ISO 23788, *Matériaux métalliques - Vérification de l'alignement axial des machines d'essai de fatigue*

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:

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

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

3.1
contrainte conventionnelle
force instantanée divisée par l'aire initiale de la section transversale de la partie calibrée

$$S = F / A_o$$

3.2
contrainte vraie
force instantanée divisée par l'aire instantanée de la section transversale de la partie calibrée

$$\sigma = F / A$$

© ISO 2017 – Tous droits réservés

Note 1 à l'article: À des déformations d'environ 10 %, la contrainte vraie est approchée par la contrainte conventionnelle, F/A_o. Il est également important de noter qu'à des déformations jusqu'à environ 10 %, la déformation réellement mesurée par l'extensomètre et utilisée comme paramètre de contrôle dans un essai est la déformation conventionnelle.

3.3
longueur initiale
longueur entre repères
L_o
longueur initiale entre les points de mesure de l'extensomètre à la température d'essai

3.4
longueur parallèle
L_p
longueur entre les congés de raccordement de l'éprouvette

3.5
déformation
déformation conventionnelle

$$e = \frac{\Delta L}{L_p} = \frac{L_i - L_o}{L_o}$$

déformation totale vraie

$$\varepsilon = \int_{L_0}^{L} \frac{\mathrm{d}L}{L}$$

où

L_i est la longueur instantanée de la partie calibrée;

L_o est la longueur initiale ou la longueur entre repères.

Note 1 à l'article: À des valeurs de déformation vraie d'environ 10 %, ε est approché par la déformation conventionnelle $e = \Delta L/L$. Il est également important de noter qu'à des déformations d'environ 10 %, la déformation conventionnelle est la grandeur mesurée par l'extensomètre et le paramètre contrôlé dans un essai de fatigue par déformation contrôlée.

3.6
cycle
plus petit segment de la fonction déformation-temps qui est répété de façon périodique

3.7
maximum
plus grande valeur algébrique d'une variable à l'intérieur d'un cycle

3.8
minimum
plus petite valeur algébrique d'une variable à l'intérieur d'un cycle

3.9
moyenne
moitié de la somme algébrique des valeurs maximum et minimum d'une variable

3.10
étendue
différence algébrique entre les valeurs maximum et minimum d'une variable

© ISO 2017 – Tous droits réservés

3.11
amplitude
moitié de l'étendue d'une variable

3.12
durée de vie en fatigue
N_f
nombre de cycles qui doivent être appliqués pour atteindre une rupture

Note 1 à l'article: Des critères de défaillance sont définis, par exemple, en 7.8. Le critère de rupture utilisé doit être consigné avec les résultats et être cohérent sur toute une série d'essais de fatigue.

3.13
boucle d'hystérésis
courbe fermée de la réponse contrainte-déformation pendant un cycle

Note 1 à l'article: Il est assez fréquent que les premières boucles d'hystérésis d'une séquence d'essais puissent ne pas être totalement “fermées” en raison d'un adoucissement cyclique, d'un durcissement cyclique, d'une relaxation de contrainte cyclique, d'une “accommodation” de contrainte ou d'un rochet.

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles définis de 4.1 à 4.3 s'appliquent.

4.1 Éprouvettes

Voir le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et désignations concernant les éprouvettes

Éprouvette	Symbole	Désignation	Unité
	L_0	Longueur initiale ou longueur entre repères	mm
	L_i	Longueur instantanée entre repères	mm
	A_0	Aire initiale de la section calibrée	mm^2
	A	Aire instantanée de la section calibrée avec $AL = A_0L_0$	mm^2
	A_f	Aire minimale à la rupture	mm^2
	r	Congé de raccordement (à partir de la longueur parallèle dans l'extrémité de tête d'amarrage de l'éprouvette)	mm
	L_z	Longueur totale de l'éprouvette	mm
Cylindrique			
	d	Diamètre de la section calibrée cylindrique	mm
	D	Diamètre de la tête d'amarrage de l'éprouvette	mm
Feuille plane			
	t	Épaisseur	mm
	W	Largeur de la tête d'amarrage	mm
	w	Largeur de la section calibrée	mm

© ISO 2017 – Tous droits réservés