NORME INTERNATIONALE

ISO 20323

Première édition
2018-03

Céramiques techniques — Propriétés mécaniques des composites céramiques à température ambiante et à pression atmosphérique — Détermination des propriétés en traction de tubes

Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Mechanical properties of ceramic composites at ambient temperature in air atmospheric pressure — Determination of tensile properties of tubes

Numéro de référence
ISO 20323:2018(F)

© ISO 2018



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, 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, Geneva
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 ..... **v**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes et définitions **2**

4 Principe **4**

5 Appareillage **5**
5.1 Machine d'essai 5
5.2 Fixation de l'éprouvette 5
5.3 Systèmes d'application d'effort 5
5.4 Mesure de la déformation 5
5.4.1 Généralités 5
5.4.2 Extensomètres 6
5.4.3 Jauges de déformation 6
5.4.4 Corrélation d'images numériques 7
5.5 Système d'enregistrement des données 8
5.6 Mesure des dimensions 8

6 Éprouvettes tubulaires **8**
6.1 Spécifications des éprouvettes 8
6.1.1 Généralités 8
6.1.2 Dimension 9
6.1.3 Géométrie 9
6.1.4 Tolérances et variabilité 10
6.2 Préparation des éprouvettes 10
6.2.1 Généralités 10
6.2.2 Éprouvettes brutes de fabrication 10
6.2.3 Recours à un usinage de surface conforme à l'application 10
6.2.4 Pratiques routinières 11
6.2.5 Procédure normalisée 11
6.3 Talons de préhension 11
6.4 Essais et nombre d'éprouvettes 12

7 Mode opératoire pour la conduite d'essai **13**
7.1 Généralités 13
7.2 Pilotage et vitesses d'essai 13
7.3 Conduite de l'essai 13
7.3.1 Mesure des dimensions de l'éprouvette 13
7.3.2 Instrumentation de l'éprouvette 13
7.3.3 Fixation de l'éprouvette 13
7.3.4 Réglage des instruments de mesure de la déformation 14
7.3.5 Mesures 15
7.3.6 Analyses post-essai 15
7.4 Validité de l'essai 15

8 Calcul des résultats **16**
8.1 Repérage de l'éprouvette 16
8.2 Contrainte et déformation 16
8.3 Résistance en traction 17
8.4 Déformation à la force maximale de traction 17
8.5 Coefficient de proportionnalité ou module pseudo-élastique, module élastique 18
8.5.1 Courbes contrainte-déformation avec une partie linéaire 18
8.5.2 Courbes contrainte-déformation sans partie linéaire 19
8.6 Coefficient de Poisson (facultatif) 19
8.7 Statistiques 19

© ISO 2018 – Tous droits réservés

9 Rapport d'essai **20**
9.1 Généralités 20
9.2 Informations relatives aux essais 20
9.3 Éprouvette et matériau 20
9.4 Équipements et paramètres d'essai 21
9.5 Résultats d'essai 21
Annexe A (informative) **Dispositifs de fixation et système d'application d'effort** **22**
Annexe B (informative) **Géométries d'éprouvette** **27**
Bibliographie **28**

 © 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/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Céramiques techniques — Propriétés mécaniques des composites céramiques à température ambiante et à pression atmosphérique — Détermination des propriétés en traction de tubes

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les conditions de détermination des propriétés en traction de tubes composites à matrice céramique avec renfort de fibres continues à température ambiante et à pression atmosphérique. Il s'applique exclusivement aux composites à matrice céramique tubulaire dont la géométrie est étroitement liée à la nature de l'architecture fibreuse.

Le présent document donne des informations sur le comportement en traction uniaxiale et sur les propriétés associées comme la résistance et la déformation en traction, le module d'élasticité en traction et le coefficient de Poisson. Les informations peuvent être utilisées pour le développement de matériaux, le contrôle de fabrication (assurance qualité), la comparaison de matériaux, la caractérisation ou encore pour la production de données fiables pour le dimensionnement et la conception de composants tubulaires.

Le présent document traite, sans s'y limiter, de pièces pouvant être élaborées par différentes voies. Il s'applique principalement aux tubes composites à matrice céramique et/ou en verre avec renfort de fibres continues: unidirectionnel (enroulement filamentaire et disposition en bande 1D), bidirectionnel (tressage et tissage2D), et tridirectionnel (xD, avec $2 < x < 3$) sollicités suivant l'axe du tube.

Les valeurs figurant dans le présent document sont exprimées selon le système international d'unités (SI).

NOTE Dans la plupart des cas, les composites à matrice céramique destinés à un usage à haute température sous air sont protégés par un revêtement anti-oxydation.

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 20507, *Céramiques techniques — Vocabulaire*

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 17161, *Céramiques techniques — Céramiques composites — Détermination du degré de non-alignement lors des essais mécaniques uniaxiaux*

ISO 9513, *Matériaux métalliques — Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux*

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

ASTM E2208-02, *Standard Guide for Evaluating Non-Contacting Optical Strain Measurement Systems*

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 20507 ainsi que les 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
longueur utile
l
partie de l'éprouvette où le diamètre extérieur est le plus faible et est uniforme

3.2
longueur de jauge
L_0
distance initiale entre les points de référence dans la longueur utile de l'éprouvette

3.3
aire initiale de la section
S_0
aire initiale de la section de l'éprouvette dans la longueur utile

3.4
aire effective de la section
$S_{0,\mathrm{eff}}$
aire totale de la section corrigée par un facteur, prenant en compte la présence d'un revêtement de protection contre l'oxydation

3.5
diamètre extérieur
d_o
distance du segment passant par le centre du tube reliant deux points diamétralement opposés situés sur la face extérieure du tube

3.6
diamètre intérieur
d_i
distance du segment passant par le centre du tube reliant deux points diamétralement opposés situés sur la face intérieure du tube

3.7
déformation longitudinale
A
augmentation de la longueur de jauge entre les points de référence sous une force de traction

3.8
déformation longitudinale sous une force maximale de traction
A_m
augmentation de la longueur de jauge entre les points de référence sous une force maximale de traction

3.9
déformation de traction
ε_{zz}
modification relative de la longueur de jauge définie comme le rapport A/L_0

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.10
déformation de traction sous une force maximale
$\varepsilon_{zz,m}$
modification relative de la longueur de jauge définie comme le rapport A_m/L_0

3.11
déformation circonférentielle
$\varepsilon_{\theta\theta}$
modification relative de la longueur de jauge dans la direction circonférentielle

3.12
contrainte de traction
σ
force de traction supportée par l'éprouvette à tout instant de l'essai, divisée par l'aire de la section initiale (S_0)

3.13
contrainte de traction effective
σ_{eff}
force de traction supportée par l'éprouvette à tout instant de l'essai, divisée par l'aire de la section effective ($S_{0,eff}$)

3.14
force maximale de traction
F_m
force de traction la plus élevée enregistrée, atteinte par l'éprouvette lors d'un essai de traction conduit jusqu'à rupture

3.15
résistance en traction
σ_m
rapport de la force maximale de traction à l'aire de la section initiale (S_0)

3.16
résistance en traction effective
$\sigma_{m,eff}$
rapport de la force maximale de traction à l'aire de la section effective ($S_{0,eff}$)

3.17
coefficient de proportionnalité
module pseudo-élastique
E_P
pente de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation

Note 1 à l'article: L'examen des courbes contrainte-déformation des composites à matrice céramique conduit à définir les cas suivants:

a) Matériau présentant une zone linéaire dans la courbe contrainte-déformation.

Le coefficient de proportionnalité ou module pseudo-élastique est appelé module élastique, E, dans le seul cas où la linéarité est très proche de l'origine.

b) Matériau présentant une courbe contrainte-déformation non linéaire.

Dans ce cas, seuls des couples contrainte-déformation peuvent être fixés.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

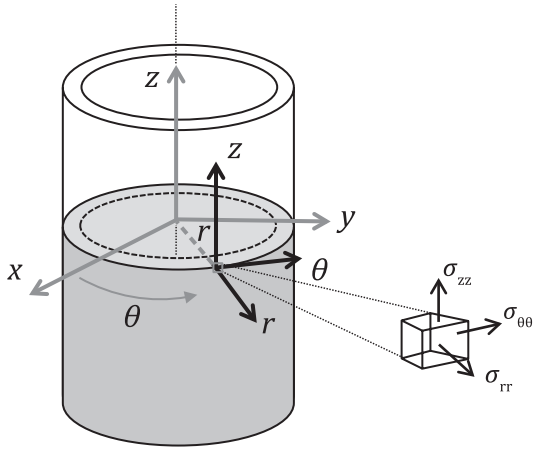
3.18
coefficient de proportionnalité effectif
module pseudo-élastique effectif
$E_{P,eff}$
pente de la partie linéaire de la courbe contrainte-déformation, si elle existe, lorsque la contrainte de traction effective est utilisée

3.19
coefficient de Poisson
$\nu_{\theta z}$
rapport négatif de la déformation circonférentielle à la déformation axiale

3.20
système de coordonnée
système utilisé pour déterminer une position dans l'espace

Note 1 à l'article: Les coordonnées cylindriques sont adoptées dans le présent document.

Note 2 à l'article: Les notations présentées dans la Figure 1 s'appliquent pour une représentation dans l'espace.



Légende

z axial
r radial
θ circonférentiel

Figure 1 — Système de coordonnées cylindrique utilisé pour les tubes composites à matrice céramique

4 Principe

Une éprouvette tubulaire de dimensions spécifiées et préalablement préparée est soumise à un essai de traction uniaxiale monotone jusqu'à rupture. L'essai est réalisé à une vitesse de déplacement de traverse constante, ou à une vitesse de déformation constante (ou à une vitesse d'effort constante). La force appliquée et la déformation longitudinale résultante sont mesurées et enregistrées simultanément. La résistance et la déformation en traction uniaxiale sont déterminées à partir de la force maximale appliquée, les autres propriétés en traction sont déterminées directement à partir de la courbe de réponse déformation en fonction de la contrainte.

En général, l'essai est effectué dans des conditions de température et d'environnement ambiants.

NOTE 1 Pour l'effort uniaxial, la force est appliquée parallèlement à l'axe du tube. Par « monotone », on entend une vitesse d'essai continue ininterrompue sans retour en arrière jusqu'à la rupture.

© ISO 2018 – Tous droits réservés