
Norme internationale



5013

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Produits réfractaires — Détermination du module de rupture par flexion à températures élevées

Refractory products — Determination of modulus of rupture at elevated temperatures

Première édition — 1985-01-15

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5013:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c0c102c7-8cf5-480f-a95a-b58ed5283264/iso-5013-1985>

CDU 666.76 : 620.174.251.2

Réf. n° : ISO 5013-1985 (F)

Descripteurs : produit réfractaire, essai, essai à haute température, essai de flexion, détermination, module de rupture.

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 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.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5013 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*.

ISO 5013:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c0c102c7-8cf5-480f-a95a-b58ed5283264/iso-5013-1985>

Produits réfractaires — Détermination du module de rupture par flexion à températures élevées

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode de détermination du module de rupture par flexion des produits réfractaires à températures élevées, dans des conditions d'accroissement continu de la contrainte. Une méthode pour la détermination de la même propriété à la température ambiante fera l'objet de l'ISO 5014.

2 Références

ISO 5014, *Produits réfractaires — Détermination du module de rupture par flexion à température ambiante*.¹⁾

ISO 5022, *Produits réfractaires façonnés — Echantillonnage et contrôle de réception*.

3 Définitions

3.1 module de rupture: Effort maximal supporté par une éprouvette parallélépipédique de dimensions spécifiées, placée dans un dispositif de flexion en trois points.

3.2 température d'essai: Température au centre géométrique de la face de l'éprouvette soumise à une contrainte de traction (voir 5.3).

4 Principe

4.1 Des éprouvettes prélevées dans un spécimen (brique) sont chauffées à la température d'essai. Après avoir été maintenues à cette température jusqu'à ce que la répartition de température spécifiée soit atteinte, une charge s'accroissant à vitesse constante est appliquée sur les éprouvettes jusqu'à rupture de celles-ci.

4.2 La méthode s'applique en premier lieu aux réfractaires façonnés ayant subi une cuisson. Si l'on doit soumettre à l'essai des produits liés chimiquement ou liés au goudron, ou

des produits non façonnés, un traitement thermique préalable pourra être nécessaire. Les conditions de ce traitement doivent faire l'objet d'une convention entre les parties intéressées et figurer dans le procès-verbal d'essai.

5 Appareillage

5.1 Dispositif d'application de la charge

5.1.1 Le dispositif d'application de la charge doit comporter deux appuis destinés à recevoir l'éprouvette et un poussoir destiné à l'application de la charge. Ces trois portées doivent être parallèles entre elles. Dans le cas d'éprouvettes normales, les deux appuis destinés à les recevoir doivent être distants de 125 ± 2 mm. La possibilité d'adaptation à d'autres longueurs d'éprouvettes doit être prévue (voir 6.2). Le poussoir destiné à l'application de la charge doit être placé à égale distance des appuis avec une précision de ± 2 mm (voir la figure).

5.1.2 Les appuis et les éprouvettes ne doivent pas réagir ensemble à la température d'essai.

5.1.3 La longueur des appuis et du poussoir doit dépasser la longueur des éprouvettes d'au moins 5 mm et leur rayon de courbure doit être égal à 5 ± 1 mm.

NOTE — L'usure finissant par créer un méplat sur les appuis et le poussoir, ils doivent faire l'objet d'un examen périodique pour s'assurer que les rayons de courbure demeurent à l'intérieur des tolérances.

5.1.4 Mesurer la distance entre les deux appuis recevant l'éprouvette (voir la figure) à température ambiante et avec une précision de $\pm 0,5$ mm (cette valeur est prise en compte dans le calcul du module de rupture par flexion).

5.1.5 Le dispositif d'application de la charge doit permettre d'appliquer cette charge uniformément selon l'axe transversal de l'éprouvette avec un accroissement à vitesse constante. Le dispositif doit comporter la possibilité d'enregistrer ou d'indiquer la charge de rupture de l'éprouvette avec une précision de ± 2 %.

1) Actuellement au stade de projet.

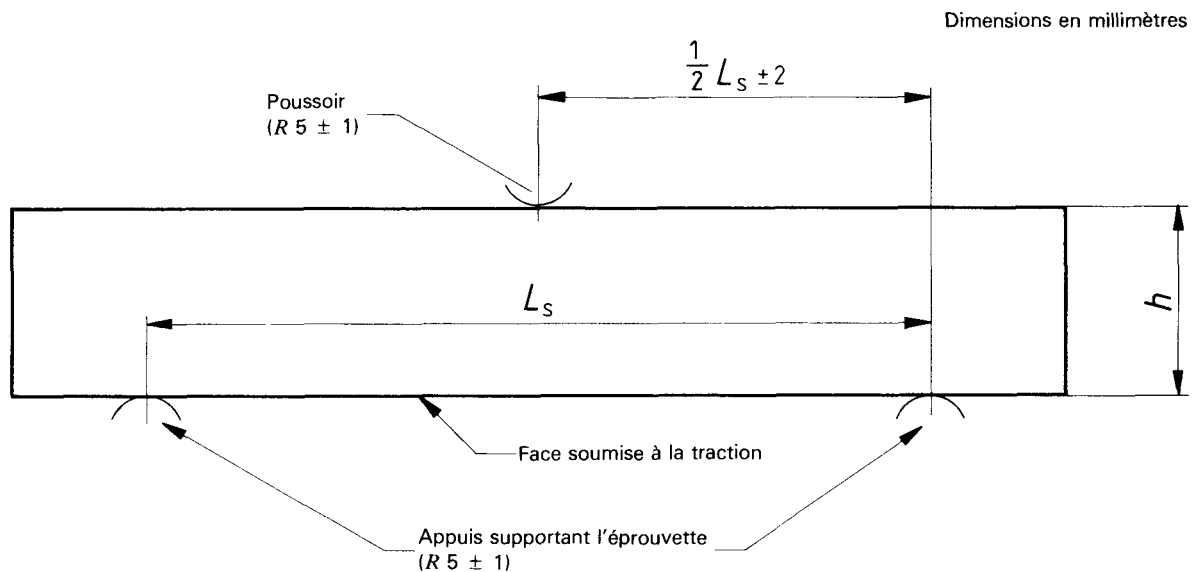


Figure — Agencement et dimensions de l'éprouvette et des portées du dispositif d'application de la charge

5.2 Four

5.2.1 Le four doit être de l'un des types suivants:

- a) type discontinu dans lequel un certain nombre d'éprouvettes sont portées ensemble à température d'essai et soumises à l'essai à tour de rôle;
- b) type séquentiel, dans lequel les éprouvettes sont portées à température d'essai les unes après les autres, à mesure qu'elles traversent l'appareil.

5.2.2 Dans les deux cas, le four doit être capable d'assurer la mise en température complétée à la fois du dispositif de flexion et des éprouvettes et il doit être conçu de telle sorte qu'au moment de l'essai, la répartition de la température soit uniforme à $\pm 10^\circ\text{C}$.

5.2.3 L'atmosphère dans l'enceinte du four doit être constituée par de l'air ou par tout autre gaz, conformément à la convention établie entre les parties concernées par l'essai.

5.3 Dispositif de mesurage de température

5.3.1 Mesurer la température au moyen d'un thermocouple étalonné et à proximité du centre géométrique de la face soumise à une contrainte de traction.

5.3.2 Établir au préalable la relation qui unit la température mesurée et la température du centre géométrique de la face de l'éprouvette soumise à une contrainte de traction. Contrôler périodiquement cette relation conformément au mode opératoire faisant l'objet de l'annexe.

5.3.3 Au cours de l'essai, le four doit être maintenu à une température telle que le centre géométrique de la face de

l'éprouvette soumise à une contrainte de traction soit à la température d'essai spécifiée.

6 Éprouvettes: nombre, formats, dimensions et préparation

6.1 Nombre

6.1.1 Déterminer le nombre de spécimens (briques) à soumettre à l'essai, conformément à l'ISO 5022 ou à toute autre méthode d'échantillonnage normalisée ayant fait l'objet d'une convention entre les parties intéressées.

6.1.2 Déterminer par convention entre les parties intéressées le nombre d'éprouvettes prélevées dans chaque spécimen (brique) pour chaque température d'essai. Ce nombre doit être le même pour tous les spécimens et doit être mentionné dans le procès-verbal d'essai.

6.2 Format et divisions

6.2.1 Sauf convention particulière, l'éprouvette normale doit être constituée par un prisme parallélépipédique de $25 \pm 1 \text{ mm} \times 25 \pm 1 \text{ mm}$ de section transversale et d'environ 150 mm de longueur. Les faces longitudinales de chaque éprouvette doivent être parallèles avec une tolérance de $\pm 0,2 \text{ mm}$ et les côtés d'une section transversale doivent être parallèles avec une tolérance de $\pm 0,1 \text{ mm}$. Prendre soin de conserver aux éprouvettes des surfaces lisses et des arêtes vives. Si l'on doit utiliser d'autres formats d'éprouvette, modifier les dimensions par paliers de 5 mm en se limitant à une longueur minimale de 100 mm et une largeur et une hauteur minimales de 10 mm.

NOTE — La formule donnée en 8.1 ne s'applique qu'aux éprouvettes de forme allongée. On recommande pour cette raison d'utiliser des

éprouvettes telles que hauteur et largeur, ainsi que hauteur et distance entre appuis, soient dans les rapports suivants¹⁾ :

$$\frac{h}{L_s} \leq \frac{1}{4} \quad \text{et} \quad \frac{h}{b} \geq \frac{1}{3}$$

6.2.2 Mesurer la hauteur et la largeur de l'éprouvette à température ambiante au niveau du centre géométrique et avec une précision de $\pm 0,1$ mm (prendre ces valeurs en considération pour le calcul du module de rupture par flexion).

6.3 Préparation

6.3.1 Si la direction de pressage est connue, découper chaque éprouvette dans le spécimen de façon que la face longitudinale supérieure de l'éprouvette en position d'essai (face soumise à une contrainte de compression) coïncide ou soit parallèle avec l'une des faces originelles de la brique (face perpendiculaire à la direction de pressage). Aucune autre face longitudinale de l'éprouvette ne doit comprendre la peau de cuisson du spécimen.

NOTE — Procéder au découpage, de préférence au moyen d'une scie diamantée à lame continue.

Lorsqu'on utilise une scie dentée, il est fréquent que les bords de la coupe sur la face où la scie émerge soient épauffrés. Il est donc recommandé que la scie pénètre le matériau sur la face qui sera soumise à la contrainte de traction au cours de l'essai.

6.3.2 Si la direction de pressage est connue, l'indiquer sur chaque éprouvette.

6.3.3 Sécher les éprouvettes à 110 ± 5 °C jusqu'à masse constante.

7 Mode opératoire

7.1 Chauffage

7.1.1 La température d'essai doit faire l'objet d'une convention entre les parties intéressées. Il est recommandé d'utiliser un multiple de 100 °C (par exemple 1 000 °C, 1 100 °C, etc.), mais on peut également procéder par multiple de 50 °C si besoin est.

7.1.2 Porter les éprouvettes à la température d'essai ± 10 °C à une vitesse moyenne comprise entre 2 °C/min et 10 °C/min, de préférence entre 4 °C/min et 6 °C/min.

7.1.3 Lorsque la température d'essai est atteinte, maintenir l'éprouvette à cette température pendant un temps suffisant²⁾ pour que la répartition de la température soit comprise dans les

limites de ± 10 °C. Indiquer ce temps dans le procès-verbal d'essai.

7.1.4 La température mesurée au moyen d'un thermocouple placé à proximité du centre géométrique de la face de l'éprouvette soumise à la contrainte de traction ne doit pas varier de ± 2 °C au cours de l'essai.

7.2 Application de la charge

7.2.1 Placer l'éprouvette sur les appuis inférieurs, de sorte qu'elle y repose de façon symétrique. Soumettre à une contrainte de compression la face de l'éprouvette qui correspond à la face originelle de la brique, au cas où elle a été conservée.

7.2.2 Appliquer la charge verticalement, à égale distance entre les appuis, dans la direction de pressage du spécimen et à une vitesse d'accroissement constante, jusqu'à rupture de l'éprouvette. Calculer la vitesse d'accroissement de la charge en appliquant la formule donnée en 8.1, de sorte que la vitesse d'accroissement de la contrainte dans l'éprouvette soit la suivante :

a) produits réfractaires façonnés denses :
 $0,15 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \pm 10 \%$;

b) produits réfractaires isolants :
 $0,05 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \pm 10 \%$.

7.2.3 Noter la charge de rupture de l'éprouvette ($F_{\max}$).

8 Calcul et expression des résultats

8.1 Le module de rupture par flexion (σ_F) est le quotient du moment fléchissant au point de rupture ($M_{\max}$) par le moment résistant W (module de section). Il est calculé à partir de l'équation suivante dérivée de la loi de Hooke sur les matériaux élastiques³⁾ :

$$\sigma_F = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{3}{2} \times \frac{F_{\max} L_s}{bh^2}$$

où

$F_{\max}$ est la force maximale exercée sur l'éprouvette ;

L_s est la distance entre appuis ;

b est la largeur de l'éprouvette ;

h est la hauteur de l'éprouvette.

8.2 Le résultat doit être exprimé en newtons par millimètre carré (méganewtons par mètre carré, mégapascals).

1) Il s'agit de valeurs empiriques qui résultent de l'étude de plusieurs publications décrivant l'influence des dimensions de l'éprouvette sur la détermination du module de rupture par flexion.

2) Pour des éprouvettes normales prélevées sur produits cuits, d'environ 15 à 30 min. Pour des produits non cuits ou des matériaux non façonnés, un traitement préalable ou la durée du palier doit faire l'objet d'une convention entre les parties intéressées.

3) Les matériaux réfractaires n'obéissent pas toujours exactement à la loi de Hooke.

9 Procès-verbal d'essai

Le procès-verbal d'essai doit contenir les indications suivantes :

- a) la désignation de l'établissement ayant procédé à l'essai;
- b) la date de l'essai;
- c) la référence à la présente Norme internationale, c'est-à-dire, « Essai conformément à l'ISO 5013 »;
- d) la désignation du matériau soumis à l'essai (producteur, type, format, lot, etc.);
- e) le nombre de spécimens à soumettre à l'essai;
- f) le traitement préliminaire subi par les éprouvettes (voir 7.1.3 et la note correspondante);
- g) le nombre d'éprouvettes prélevé par spécimen;
- h) les dimensions des éprouvettes (mm);
- j) la position des éprouvettes dans le spécimen;
- k) la distance entre les appuis (mm);
- m) la vitesse de montée en température ($^{\circ}\text{C}/\text{min}$);
- n) l'atmosphère (voir 5.2.3);
- p) la température d'essai ($^{\circ}\text{C}$);
- q) le temps de palier à température d'essai pour chaque éprouvette (min);
- r) la vitesse réelle d'accroissement de la contrainte pour chaque éprouvette ($\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$);
- s) les valeurs individuelles, la valeur médiane et la valeur moyenne du module de rupture par flexion pour chaque spécimen.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Annexe

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c0c102c7-8cf5-480f-a95a-b58ed5283264/iso-5013-1985>

Contrôle de la répartition de la température dans l'éprouvette

(Cette annexe fait partie intégrante de la norme.)

A.1 Procéder à des mesures préliminaires à chaque température d'essai en vue de déterminer

- a) la répartition de la température au sein de l'éprouvette;
- b) le temps nécessaire pour que la répartition de température au sein de l'éprouvette atteigne le degré d'homogénéité spécifié (voir 5.2.2 et 7.1.3);
- c) la relation, à l'équilibre, unissant la température indiquée par le thermocouple à la température au centre géométrique de la face de l'éprouvette soumise à la contrainte de traction (voir 5.3.1 et 5.3.2).

A.2 Déterminer ces données dans des conditions d'essai au moyen du thermocouple normalement utilisé, de thermocouples supplémentaires et d'éprouvettes spéciales munies de logements destinés à l'insertion des thermocouples additionnels. Les éprouvettes doivent avoir des dimensions identiques à celles des éprouvettes utilisées pour les essais (voir 6.2) et être constituées par un matériau possédant une conductivité thermique voisine de celle du matériau soumis à essai.

A.3 Procéder à ces mesures chaque fois qu'il s'agit d'un four neuf ou que les conditions d'essai auront été modifiées (par exemple, après le remplacement des éléments chauffants ou du thermocouple de mesure).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5013:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c0c102c7-8cf5-480f-a95a-b58ed5283264/iso-5013-1985>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 5013:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c0c102c7-8cf5-480f-a95a-b58ed5283264/iso-5013-1985>