
NORME INTERNATIONALE



2478

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

Produits réfractaires denses façonnés – Détermination de la variation permanente de dimensions sous l'action de la chaleur

Première édition – 1973-11-01

CDU 666.76 : 531.7 : 620.179.13

Réf. N° : ISO 2478-1973 (F)

Descripteurs : produit réfractaire, essai à haute température, stabilité dimensionnelle, mesurage de dimension.

Prix basé sur 5 pages

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. 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.

La Norme Internationale ISO 2478 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 33, *Matériaux réfractaires*, et soumise aux Comités Membres en novembre 1971.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Inde	Suède
Allemagne	Nouvelle-Zélande	Tchécoslovaquie
Autriche	Pays-Bas	Turquie
Egypte, Rép. arabe d'	Portugal	U.R.S.S.
Espagne	Roumanie	
Hongrie	Royaume-Uni	

Le Comité Membre du pays suivant a désapprouvé le document pour des raisons techniques :

France

Produits réfractaires denses façonnés – Détermination de la variation permanente de dimensions sous l'action de la chaleur

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie une méthode de détermination de la variation permanente des dimensions des produits réfractaires denses façonnés, après traitement thermique à une température spécifiée maintenue pendant une durée déterminée.

2 DÉFINITION

variation permanente des dimensions : Dilatation ou rétraction, subsistant après refroidissement à la température ambiante, d'un produit réfractaire chauffé pendant un certain temps à une température donnée.

Elle peut être exprimée, en pourcentage, soit par le rapport de la variation ΔL d'une dimension de l'échantillon à la valeur initiale L de cette dimension (c'est-à-dire $100 \Delta L/L$), soit par le rapport de la variation ΔV du volume au volume initial, V (c'est-à-dire $100 \Delta V/V$).

3 PRINCIPE

Découpage, dans l'échantillon pour essai, d'éprouvettes en forme de cylindre ou de prisme à section carrée et mesurage de leurs dimensions linéaires et/ou de leur volume.

Chauffage des éprouvettes, dans un four à atmosphère oxydante¹⁾, suivant un régime prescrit, jusqu'à une température déterminée qui est maintenue pendant une durée spécifiée.

Après refroidissement des éprouvettes à la température ambiante, nouveau mesurage des dimensions linéaires et/ou du volume et calcul de la variation permanente des dimensions.

4 APPAREILLAGE

L'appareillage suivant est nécessaire :

4.1 Four

Il est recommandé d'utiliser un four électrique pour effectuer ces essais, mais les essais en four à gaz sont admis.

Le four doit permettre l'élévation et le maintien de la température de l'éprouvette à la température d'essai dans les conditions spécifiées au chapitre 6.

4.2 Thermocouples et enregistreur de température

4.3 Appareils de mesurage des dimensions linéaires

4.3.1 Comparateur à cadran, monté sur un support²⁾ comportant une plaque de base carrée en acier conforme à la Figure 1.

Une diagonale doit être tracée dans l'un des angles de la plaque pour faciliter le centrage des éprouvettes rectangulaires sur les taquets.

L'étalonnage peut être effectué au moyen d'un cylindre en acier, de 50 mm de diamètre et de 57 à 64 mm de longueur, celle-ci étant connue avec précision, posé verticalement sur les taquets.

4.3.2 Micromètre (pour les éprouvettes rectangulaires seulement), monté de façon que l'éprouvette puisse être placée dans une position fixe où l'on pourra mesurer sa longueur en l'un des points spécifiés au chapitre 6. Il doit être possible de faire tourner l'éprouvette, de façon à pouvoir mesurer sa longueur aux trois autres positions correspondantes.

4.4 Appareils de mesurage du volume

Un volumétre à mercure, une balance à mercure (voir Annexe) ou un appareil à déplacement d'eau peuvent être utilisés en suivant la méthode normale pour le mesurage du volume.

5 ÉPROUVETTES

Les éprouvettes³⁾ doivent avoir la forme

– soit de prismes à section carrée, d'environ 50 mm X 50 mm X 60 ± 2 mm;

– soit de cylindres d'environ 50 mm de diamètre et 60 ± 2 mm de longueur.

1) Pour certains produits, d'autres atmosphères peuvent s'avérer nécessaires.

2) Le support décrit peut être obtenu dans le commerce.

3) Pour les briques qui ne permettent pas le prélèvement d'éprouvettes ayant ces dimensions, des éprouvettes plus petites peuvent être utilisées par accord entre les parties intéressées.

Dimensions approximatives en millimètres

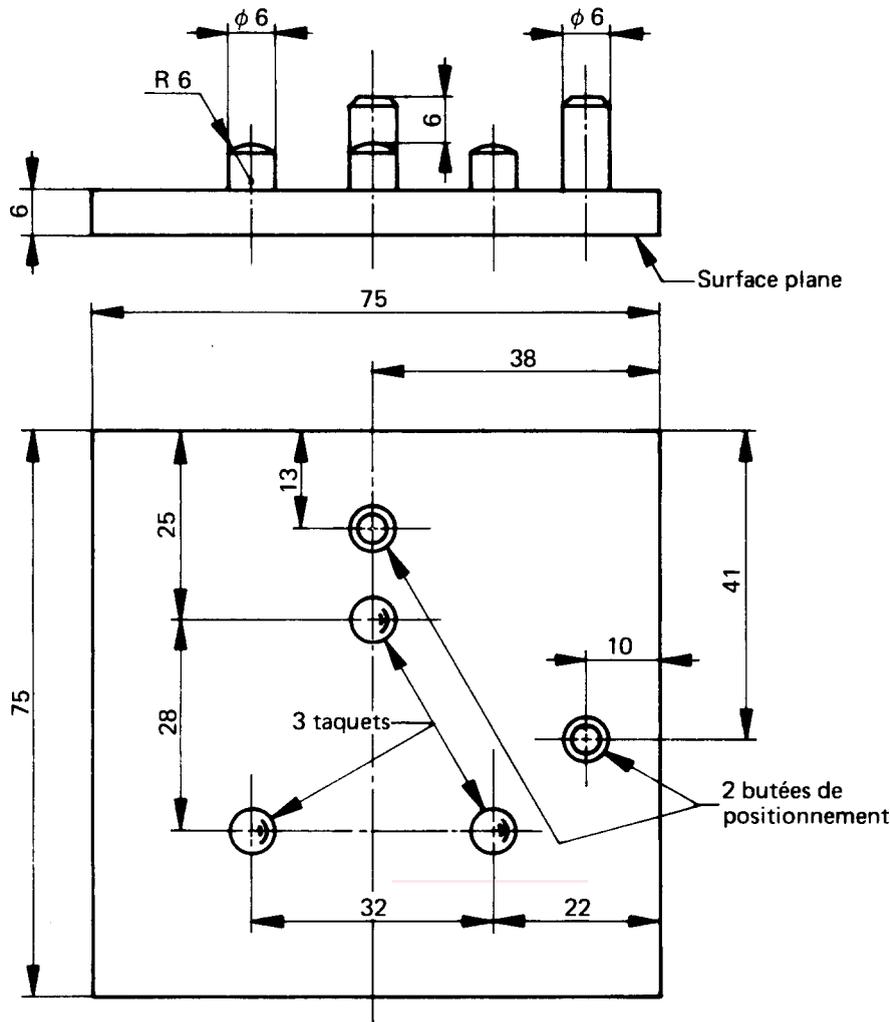


FIGURE 1 — Plaque de base

Sur des carrés normaux et des briques petites spéciales, trois éprouvettes doivent être prélevées avec leur grand axe parallèle respectivement à la longueur, à la largeur et à l'épaisseur de la briques.

Pour les briques spéciales dont toutes les dimensions sont au moins égales à 150 mm, quatre éprouvettes doivent être prélevées dont deux près des parois et deux près du centre.

Les faces de 50 mm x 50 mm ou les extrémités du cylindre doivent être rectifiées planes et parallèles avant la détermination des variations linéaires permanentes.

6 MODE OPÉRATOIRE

6.1 Mesurage de l'éprouvette

6.1.1 Pour la variation linéaire permanente

Placer chaque éprouvette sur le support. Si l'éprouvette est prismatique, aligner l'un des angles avec la diagonale tracée sur le support et repérer cet angle, afin que l'éprouvette soit placée dans la même position pour être mesurée après avoir

été chauffée. Si l'éprouvette est cylindrique, la marquer près de la diagonale.

Mesurer la longueur de l'éprouvette à l'aide du comparateur à cadran en quatre points, situés sur les diagonales à une distance de 13 à 19 mm de chaque sommet, dans le cas d'une éprouvette prismatique, sur deux diamètres perpendiculaires et à une distance de 10 à 13 mm de la périphérie dans le cas d'une éprouvette cylindrique.

Entourer chaque point de mesurage d'un cercle à l'aide de peinture réfractaire.

Dans le cas de l'utilisation d'un micromètre, mesurer la longueur de l'éprouvette près de chacun des angles. Effectuer tous les mesurages à 0,05 mm près. Prendre la moyenne des quatre mesures de longueur comme longueur initiale dans le calcul décrit au chapitre 7.

6.1.2 Pour la variation de volume permanente

Déterminer le volume de chaque éprouvette à l'aide d'un volumétre à mercure, d'une balance à mercure, par le déplacement d'eau ou par mesurage et calcul.

6.2 Chauffage

6.2.1 Disposition des éprouvettes.

Placer les éprouvettes dans le four, horizontalement ou verticalement, de façon qu'elles soient protégées de l'action directe de la flamme, sur une couche de matériau réfractaire de granulométrie forte mais uniforme et éloignées les unes des autres d'au moins 13 mm pour permettre la libre circulation des gaz chauds. Les éprouvettes ne doivent pas être superposées.

Afin de satisfaire aux conditions de 4.1, prendre des dispositions pour prélever à tout moment au cours de l'essai des échantillons de l'atmosphère en vue de la détermination de la teneur en oxygène des gaz dans le four.

6.2.2 Mesurage et répartition de la température

Mesurer la température à l'aide d'au moins trois thermocouples, placés à distance des parois et des éléments chauffants en évitant le contact avec les flammes, de manière à enregistrer la répartition de la température dans l'espace contenant les éprouvettes; utiliser un enregistreur de température afin de conserver un enregistrement de la régulation de température. L'emploi d'un enregistreur potentiométrique est recommandé.

La différence de température entre deux quelconques des thermocouples ne doit pas dépasser 10 K et la moyenne des trois lectures est considérée comme la température de l'essai.

6.2.3 Température d'essai

L'essai doit être effectué à une température dépassant 800 °C d'un multiple de 50 K.

6.2.4 Élévation de la température

Élever la température du four à une vitesse n'excédant pas 10 K/min jusqu'à 800 °C, puis, à partir de cette température, à une vitesse de 3 ± 1 K/min jusqu'à 1 200 °C, et, finalement, si nécessaire, à une vitesse de 1 K/min jusqu'à une température supérieure à 1 200 °C.

Maintenir la température d'essai à ± 10 K près pendant la durée spécifiée, après quoi refroidir le four de 200 K en 30 min, puis à sa vitesse normale jusqu'au lendemain, les éprouvettes étant laissées à refroidir dans le four.

6.2.5 Maintien de la température d'essai

La période spécifiée pour le maintien de la température d'essai est normalement de 5 h; cependant, en l'absence d'informations adéquates à ce sujet, une période de 12 à 24 h peut être choisie.

6.3 Mesurage des éprouvettes

6.3.1 Pour la variation linéaire permanente

Mesurer la longueur des éprouvettes, après chauffage, en

chacun des points repérés ou fixés, selon la méthode précédemment utilisée.

Ne pas enlever les cloques ou excroissances produites par le chauffage, mais si une mesure quelconque en un point repéré est affectée par la présence d'une cloque ou d'une excroissance qui n'est pas caractéristique de la surface après chauffage, cette valeur ne doit pas être comprise dans le calcul de la moyenne. De même, si nécessaire, faire tourner l'éprouvette pour éviter qu'une telle cloque ou excroissance soit en contact avec l'un quelconque des trois taquets de la plaque de base.

6.3.2 Pour la variation de volume permanente

Mesurer le volume des éprouvettes, après chauffage, selon la méthode précédemment utilisée.

7 EXPRESSION DES RÉSULTATS

7.1 Variation linéaire permanente

Calculer la variation linéaire en chaque point de mesurage en pourcentage de la longueur initiale.

Consigner, pour chaque éprouvette, les valeurs individuelles calculées de cette façon, ainsi que la moyenne correspondante: toutefois, si les variations de longueur d'une éprouvette ne sont pas toutes du même signe, la moyenne pour cette éprouvette ne doit pas être mentionnée.

7.2 Variation de volume permanente

Consigner dans le procès-verbal d'essai la variation de volume de chaque échantillon, calculée en pourcentage du volume initial.

8 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

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

- a) le type du four utilisé;
- b) la direction dans laquelle les éprouvettes ont été prélevées, ou leur position dans la brique;
- c) les dimensions et l'orientation des éprouvettes dans le four;
- d) la température finale d'essai;
- e) la durée du maintien de la température d'essai;
- f) l'aspect des éprouvettes après chauffage;
- g) la teneur en oxygène de l'atmosphère du four (si demandée), ou la nature de l'atmosphère utilisée;
- h) l'un, ou les deux résultats décrits au chapitre 7.

ANNEXE

DÉTERMINATION DU VOLUME PAR LA BALANCE À MERCURE

A.1 APPAREILLAGE

L'instrument représenté sur la Figure 2 fonctionne selon le principe d'un aréomètre, mais comme le mercure a une masse volumique plus élevée que le métal dont l'instrument est fait, il est nécessaire d'ajouter des poids en un point situé au-dessous du centre de poussée de façon que l'instrument flotte verticalement.

Ce résultat est obtenu en plaçant le vase contenant le mercure sur un pont ou une tablette et en prévoyant un plateau de balance au-dessous du niveau de ce support. Il est recommandé d'utiliser du feuillard d'aluminium, qui devra être protégé par un revêtement résistant au mercure, pour la construction du cadre, celui-ci étant suffisamment

léger pour nécessiter l'addition de poids sur le plateau afin d'enfoncer l'aréomètre jusqu'au repère tracé sur la tige verticale lorsque le porte-épreuve est vide.

Si l'instrument est construit avec un matériau d'une masse volumique plus élevée et qu'il ne flotte pas sur le mercure, on peut l'étalonner de la façon suivante :

On place un bloc d'acier usiné, sec, de volume et de masse (m') connus avec précision, dans le porte-épreuve, de façon que les quatre doigts le maintiennent verticalement lorsqu'il est immergé dans le mercure.

On ajoute des poids (m'_1) sur le plateau jusqu'à ce que l'aréomètre s'enfonce jusqu'au repère.

Dimensions approximatives en millimètres

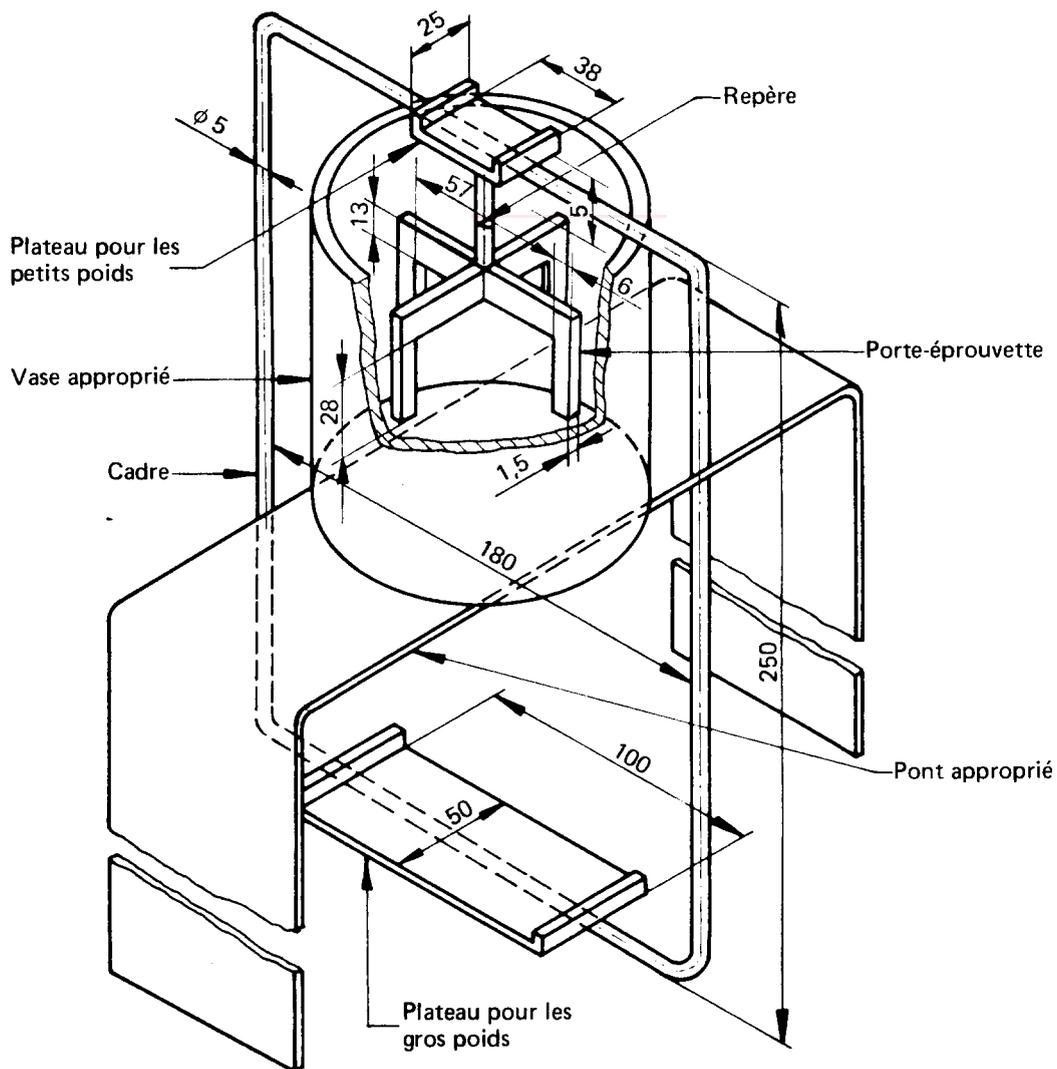


FIGURE 2 — Balance à mercure

Le volume apparent du bloc d'acier et du support est égal à

$$\frac{m' + m'_1}{\rho}$$

où ρ est la masse volumique du mercure.

La différence entre la valeur ainsi obtenue et le volume réel donne le volume d'étalonnage de l'appareil.

A.2 MODE OPÉRATOIRE

Immerger le porte-éprouvette et ajouter des poids (de masse m_1) dans le plateau pour que l'aréomètre s'enfonce jusqu'au repère.

Soulever alors le porte-éprouvette au-dessus de la surface du mercure et plonger l'éprouvette sèche de masse connue (m) dans le mercure en plaçant le porte-éprouvette sur celle-ci de façon à éviter qu'elle ne vienne crever la surface.

En procédant avec soin, il ne doit pas y avoir d'air emprisonné entre le support et l'éprouvette.

Ajouter alors des poids (de masse m_2) pour compenser l'accroissement de la poussée et enfoncer l'aréomètre jusqu'au repère.

Si l'éprouvette contient de gros pores, il se peut que le mercure y pénètre et que l'aréomètre s'enfonce lentement. L'erreur sur le volume de l'éprouvette sera cependant faible si l'on procède avec une rapidité raisonnable.

A.3 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Calculer le volume brut de l'éprouvette de la façon suivante :

En l'absence d'éprouvette dans le support, l'aréomètre étant enfoncé jusqu'au repère

$$m_0 + m_1 = V_0\rho + \chi \quad \dots (1)$$

où

m_0 est la masse, en grammes, de l'aréomètre;

m_1 est la masse, en grammes, des poids ajoutés pour enfoncer l'aréomètre jusqu'au repère;

V_0 est le volume de mercure, en millimètres cubes, déplacé par l'aréomètre;

ρ est la masse volumique, en grammes par millimètres cubes, du mercure à la température d'essai;

χ est la petite poussée verticale, en grammes, due à l'action de la tension superficielle sur la tige verticale.

Avec l'éprouvette dans le support et l'aréomètre enfoncé jusqu'au repère

$$m_0 + m_1 + m + m_2 = V_0\rho + \chi + V\rho \quad \dots (2)$$

où

m est la masse, en grammes, de l'éprouvette;

m_2 est la masse, en grammes, des poids additionnels nécessaires pour compenser la poussée de l'éprouvette;

V est le volume brut, en millimètres cubes, de l'éprouvette.

En retranchant (1) de (2), on obtient

$$m + m_2 = V\rho$$

d'où

$$V = \frac{m + m_2}{\rho}$$