

---

---

**Adhésifs — Méthodes d'essai pour  
adhésifs à conductivité électrique  
isotrope —**

**Partie 3:  
Détermination des propriétés de  
transfert de chaleur**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)  
*Adhesives — Test methods for isotropic electrically conductive  
adhesives —*

*Part 3: Determination of heat-transfer properties*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6377d8a8-f489-40a1-afcf-a7af7b24f035/iso-16525-3-2014>



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 16525-3:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6377d8a8-f489-40a1-afcf-a7af7b24f035/iso-16525-3-2014>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2014

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  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Étendue de l'essai</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Appareillage d'essai</b> .....	<b>4</b>
<b>7</b> <b>Éprouvette à cartouche</b> .....	<b>6</b>
7.1   Éprouvette à cartouche.....	6
7.2   Dimensions et tolérances de l'éprouvette à cartouche.....	6
7.3   Préparation de l'éprouvette à cartouche.....	9
<b>8</b> <b>Tige normalisée</b> .....	<b>9</b>
8.1   Forme des tiges normalisées.....	9
8.2   Dimensions et tolérance des tiges normalisées.....	9
8.3   Matériau et conductivité thermique des tiges normalisées.....	10
8.4   Rugosité de surface et planéité de la surface de contact des tiges normalisées, et parallélisme des faces supérieures/inférieures.....	10
8.5   Perçage des orifices pour thermocouples à travers les tiges normalisées.....	10
<b>9</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>11</b>
9.1   Assemblage de l'éprouvette à cartouche et de la tige normalisée.....	11
9.2   Mode opératoire de chauffage ou de refroidissement de l'éprouvette à cartouche et de la tige normalisée.....	11
9.3   Mesure de la température de l'éprouvette à cartouche et des tiges normalisées.....	11
<b>10</b> <b>Calcul de la propriété de transfert de chaleur</b> .....	<b>12</b>
10.1   Conductivité thermique effective.....	12
10.2   Résistance thermique.....	14
10.3   Conductance thermique.....	14
<b>11</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>14</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>16</b>

## 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](http://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](http://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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Avant-propos — Informations supplémentaires.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 11, *Produits*.

L'ISO 16525 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Adhésifs — Méthodes d'essai pour adhésifs à conductivité électrique isotrope*:

- *Partie 1: Méthodes d'essai générales*
- *Partie 2: Détermination des propriétés électriques pour utilisation dans des assemblages électroniques*
- *Partie 3: Détermination des propriétés de transfert de chaleur*
- *Partie 4: Détermination de la résistance au cisaillement et de la résistance électrique des assemblages collés rigide sur rigide*
- *Partie 5: Détermination de la fatigue par cisaillement*
- *Partie 6: Détermination de la résistance au choc du type pendule*
- *Partie 7: Méthodes d'essai environnemental*
- *Partie 8: Méthodes d'essai de migration électrochimique*
- *Partie 9: Détermination des propriétés de transmission de signal à haute vitesse*

# Adhésifs — Méthodes d'essai pour adhésifs à conductivité électrique isotrope —

## Partie 3:

## Détermination des propriétés de transfert de chaleur

**AVERTISSEMENT** — Il convient que l'utilisateur de la présente partie de l'ISO 16525 connaisse bien les pratiques courantes de laboratoire. La présente partie de l'ISO 16525 n'a pas pour but de traiter tous les problèmes de sécurité qui sont, le cas échéant, liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur d'établir des pratiques appropriées en matière d'hygiène et de sécurité, et de s'assurer de la conformité à la réglementation nationale en vigueur.

**IMPORTANT** — Certains modes opératoires spécifiés dans la présente partie de l'ISO 16525 peuvent impliquer l'utilisation ou la génération de substances ou de déchets pouvant représenter un danger environnemental localisé. Il convient de se référer à la documentation appropriée concernant la manipulation et l'élimination après usage en toute sécurité.

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16525 spécifie les méthodes d'essai permettant de déterminer les propriétés de transfert de chaleur, telles que la conductivité thermique effective et la résistance thermique, par une méthode comparative de flux thermique longitudinal en régime permanent (méthode SCHF) utilisant une éprouvette à cartouche pour les adhésifs à conductivité électrique isotrope utilisés pour le câblage, la fixation de puces et le montage en surface de composants.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6377d8a8-f489-40a1-afcf-a7af7b24f035/iso-16525-3-2014>

### 2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 3611, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesurage dimensionnel: Micromètres d'extérieur — Caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 13385-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesurage dimensionnel — Partie 1: Pieds à coulisse; caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

ISO 13385-2, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Équipement de mesurage dimensionnel — Partie 2: Jauges de profondeur; caractéristiques de conception et caractéristiques métrologiques*

ISO 17212, *Adhésifs structuraux — Lignes directrices pour la préparation de surface de métaux et de plastiques avant le collage par adhésif*

ISO 80000-1, *Grandeurs et unités — Partie 1: Généralités*

CEI 60584-1, *Thermocouples — Partie 1: Tables de référence*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE La conductivité thermique des matériaux hétérogènes est appelée «conductivité thermique apparente», «conductivité thermique équivalente», ou «conductivité thermique effective». Pour les matériaux dont les compositions sont presque homogènes, le terme «conductivité thermique» peut être utilisé si cela n'engendre pas de confusion.

#### 3.1 flux thermique

$Q$

quantité d'énergie thermique transférée par/vers un système à/vers un autre par unité de temps

Note 1 à l'article: Il est exprimé en watts (W).

#### 3.2 flux thermique par unité de surface

flux de chaleur

$q$

quantité d'énergie thermique transférée par unité de surface

Note 1 à l'article: Il est exprimé en watts par mètre carré (W/m<sup>2</sup>).

#### 3.3 propriété de transfert de chaleur

terme collectif pour la résistance thermique, la conductivité thermique, la conductivité thermique effective et la conductance thermique

#### 3.4 résistance thermique

$R$

différence de température entre la surface extérieure et la surface intérieure en régime permanent, divisée par le flux thermique

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en mètres carrés kelvin par watt (m<sup>2</sup>·K/W).

Note 2 à l'article: Ce paramètre indique comment un transfert de chaleur avec une valeur élevée indique un transfert de chaleur réduit.

#### 3.5 conductance thermique

$K$

flux de chaleur en régime permanent, divisé par la différence de température entre la surface extérieure et la surface intérieure

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en watts par mètre carré kelvin (W/m<sup>2</sup>·K).

Note 2 à l'article: Elle correspond à l'inverse de la résistance thermique.

#### 3.6 conductivité thermique

$k$

coefficient de proportionnalité représentant la relation entre flux de chaleur et gradient de température, le flux de chaleur sur une surface isotherme étant proportionnel au gradient de température dans la direction normale sur la surface isotherme

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en watts par mètre kelvin (W/m·K).

**3.7****conductivité thermique effective** $k_{\text{eff}}$ 

<ystème constitué de deux substances ou plus> flux de chaleur en régime permanent qui est divisé par une différence de température entre la surface extérieure et la surface intérieure, et multiplié par la distance,  $L$ , séparant la surface extérieure de la surface intérieure

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en watts par mètre kelvin (W/m·K).

Note 2 à l'article: La conductivité thermique effective comprend la résistance thermique interfaciale.

Note 3 à l'article: . Elle est exprimée par  $K \times L$ .

**3.8****résistance thermique interfaciale** $R_i$ 

type spécifique de résistance thermique apparaissant sur la surface de contact du matériau (résistance thermique de contact), lorsque la résistance thermique due à la conduction thermique de la matière de charge entre un espace vide et le matériau est supprimée

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en mètres carrés kelvin par watt ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ).

Note 2 à l'article: Elle est principalement générée entre la surface du matériau et la surface de contact.

**3.9****température moyenne d'éprouvette** $T_m$ 

moyenne arithmétique des températures de la surface à température élevée et la surface à basse température d'une éprouvette en régime permanent

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en kelvins (K).

Note 2 à l'article: Elle est simplement désignée par «température moyenne».

**4 Principe**

La conductivité thermique effective des adhésifs à conductivité électrique isotrope est mesurée par la distribution de la température en régime permanent dans l'éprouvette à cartouche et dans les tiges normalisées dans des conditions de flux thermique longitudinal. L'éprouvette à cartouche est intercalée entre les tiges normalisées constituées de colonnes de section carrée ou cylindrique de conductivité thermique connue.

NOTE Cette méthode est appelée «méthode comparative de flux thermique longitudinal en régime permanent (méthode SCHF)», elle utilise des tiges normalisées pour mesurer le flux thermique  $q$  afin de calculer la conductivité thermique effective. Cette méthode est utile pour les adhésifs à conductivité électrique isotrope dont la conductivité thermique varie du fait de la résistance thermique interfaciale entre l'adhésif à conductivité électrique isotrope et la surface chauffante.

**5 Étendue de l'essai**

L'étendue de mesure de la conductivité thermique d'un adhésif à conductivité électrique isotrope est déterminée par sa conductance thermique. Les limites inférieure et supérieure de la conductance thermique sont respectivement calculées à l'aide des Formules (1) et (2).

$$K_s \geq 2760 t_r^{1,85} w_r^{-1,4} \quad (1)$$

où

$$25 \leq t_r \leq 60, 10 \leq w_r \leq 60$$

$$K_s \leq 100\,000 \quad (k_{\text{eff}} > 20)$$

$$K_s \leq 5\,000 k_{\text{eff}} \quad (k_{\text{eff}} \leq 20)$$
(2)

où

$K_s$  est la conductance thermique de l'adhésif à conductivité électrique isotrope [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]  
( $= k_{\text{eff}}/t_s$ );

$k_{\text{eff}}$  est la conductivité thermique effective de l'adhésif à conductivité électrique isotrope [ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ];

$t_r$  est l'épaisseur des tiges normalisées (mm);

$t_s$  est l'épaisseur de l'adhésif à conductivité électrique isotrope (mm);

$w_r$  est la longueur du côté de l'éprouvette (mm).

**EXEMPLE** La limite inférieure de la conductance thermique mesurable de l'adhésif à conductivité électrique isotrope d'épaisseur  $t_r$  de 25 mm est indiquée ci-dessous:

- a) 2 000  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $w_r = 10$  mm
- b) 800  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $w_r = 20$  mm
- c) 400  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $w_r = 30$  mm
- d) 200  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $w_r = 60$  mm

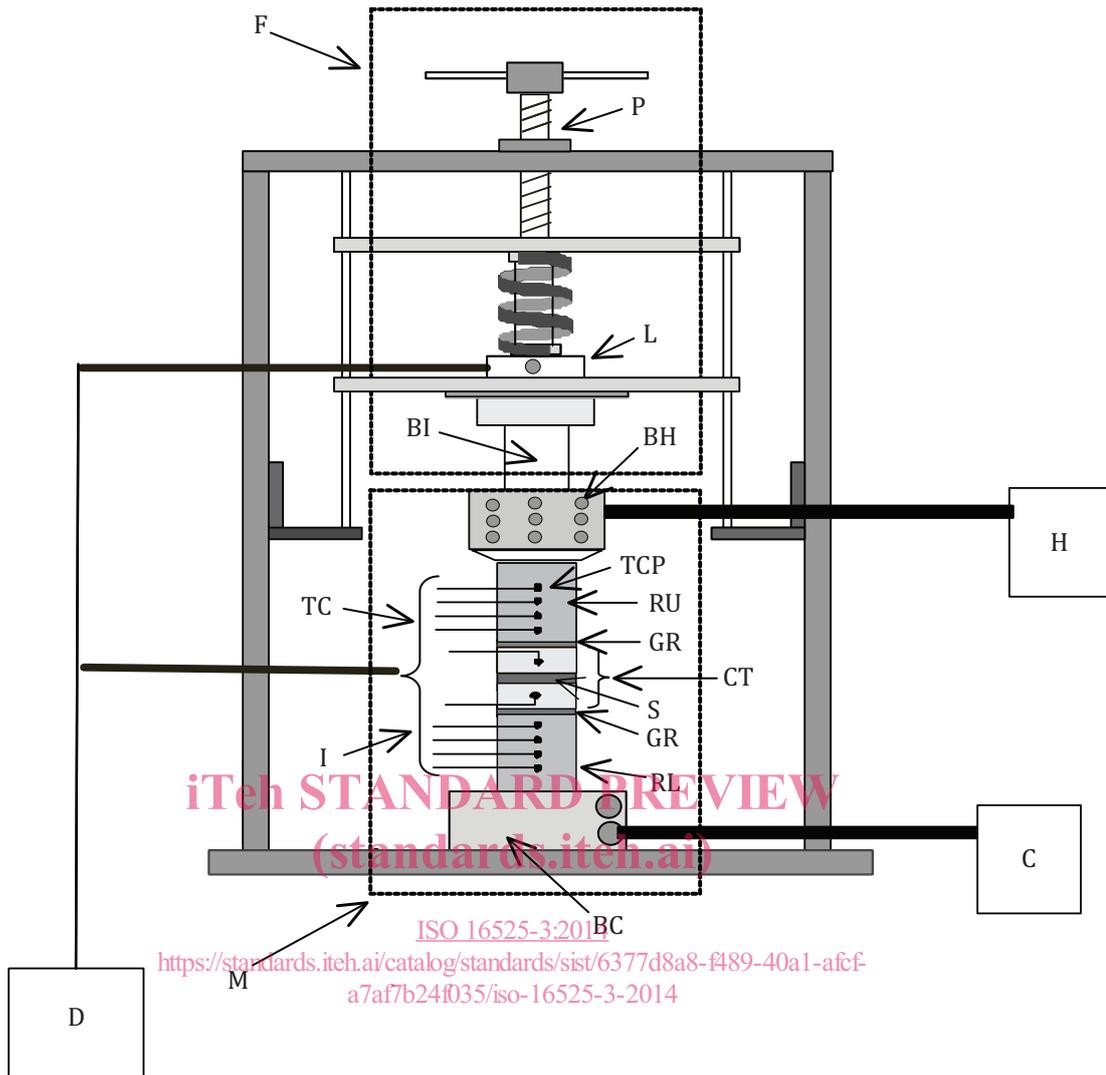
iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**NOTE** La limite supérieure de la conductance thermique mesurable de l'adhésif à conductivité électrique isotrope est indiquée ci-dessous:

- a) 100 000  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $k_{\text{eff}} = 150 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- b) 100 000  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $k_{\text{eff}} = 30 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- c) 100 000  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $k_{\text{eff}} = 20 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- d) 50 000  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $k_{\text{eff}} = 10 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- e) 5 000  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $k_{\text{eff}} = 1 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
- f) 2 500  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , lorsque  $k_{\text{eff}} = 0,5 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

## 6 Appareillage d'essai

**6.1 Appareillage** (général), composé de dispositifs de mesure, de chauffage, de refroidissement et de régulation de pression. L'éprouvette à cartouche est intercalée entre les tiges normalisées supérieure et inférieure de conductivité thermique connue. La chaleur s'écoule longitudinalement à travers l'éprouvette. Un exemple d'appareillage d'essai est indiqué à la [Figure 1](#).



**Légende**

- |    |                                     |     |   |
|----|-------------------------------------|-----|---|
| BC | bloc réfrigérant                    | L   | dynamomètre                                 |
| BH | bloc chauffant                      | M   | système de mesure                           |
| BI | bloc isolant                        | P   | vis de régulation de pression               |
| CT | éprouvette à cartouche              | RL  | tige inférieure                             |
| C  | dispositif de refroidissement       | RU  | tige supérieure                             |
| L  | dispositif d'acquisition de données | S   | adhésifs à conductivité électrique isotrope |
| F  | unité de réglage de pression        | TC  | thermocouple                                |
| GR | graisse thermique                   | TCP | orifices de mesure de température           |
| H  | dispositif de chauffage             | I   | isolant thermique                           |

**Figure 1 — Exemple de configuration d'appareillage d'essai de conductivité thermique par la méthode SCHF**

**6.2 Système de mesure (M)**, comprenant une éprouvette (S), des tiges supérieure et inférieure (RU et RL), un bloc chauffant (BH) avec élément chauffant intégré, un bloc réfrigérant (BC) et un isolant thermique (I) qui couvre ces composants. Les tiges supérieure et inférieure (RU/RL) et l'éprouvette sont

munies d'orifices (TCP) à l'intérieur desquels les thermocouples (TC) sont introduits pour mesurer le gradient de température. Chaque orifice pour thermocouple a une profondeur d'au moins 5 mm.

Les thermocouples sont destinés à mesurer la distribution de températures sur les tiges supérieure/inférieure (RU/RL) et sur l'éprouvette (S). Les exigences relatives à ces thermocouples sont décrites ci-dessous. Si des thermomètres sont utilisés en lieu et place des thermocouples, ces thermomètres doivent avoir des performances équivalentes, voire supérieures, à celles des thermocouples.

- a) Ils doivent être stables jusqu'à la température spécifiée dans la CEI 60584.
- b) Ils doivent avoir une résistance mécanique adéquate, être capables de détecter une faible fluctuation de température dans une plage où la force thermoélectromotrice ne varie pas, et présenter une variation de température entre thermocouples de l'ordre de  $\pm 0,5$  K.

### 6.3 Dispositifs de chauffage et de refroidissement (C, H)

- a) **Dispositif de chauffage (H)**, qui alimente en énergie l'élément chauffant du bloc chauffant (BH) dans le système de mesure (M), et sa fluctuation de température doit être de l'ordre de  $\pm 0,5$  K.
- b) **Dispositif de refroidissement (C)**, qui refroidit le bloc réfrigérant (BC) dans le système de mesure (M). Le dispositif de refroidissement doit garantir que la température de l'éprouvette se situe dans la plage comprise entre la température ambiante et 125 °C et il doit être capable de maintenir la fluctuation de température de l'éprouvette dans la limite de  $\pm 0,5$  K.

**6.4 Unité de réglage de pression (F)**, qui assure la mise sous pression du système de mesure (M) pour mesurer sa force appliquée. L'unité de réglage de pression comprend une vis de réglage de pression (P), un dynamomètre (L) et un bloc isolant (BI).

**6.5 Dispositif d'acquisition de données (D)**, qui enregistre la température constante des tiges normalisées supérieure/inférieure (RU/RL) et de l'éprouvette à cartouche (CT), ainsi que la force appliquée du dynamomètre (L).

## 7 Éprouvette à cartouche

### 7.1 Éprouvette à cartouche

L'éprouvette à cartouche a la forme d'une colonne de section carrée. Un exemple d'éprouvette à cartouche est donné à la [Figure 2](#). Elle comprend un adhésif à conductivité électrique isotrope intercalé (pris en sandwich) entre des blocs métalliques munis chacun de trois orifices pour la mesure de la température.

### 7.2 Dimensions et tolérances de l'éprouvette à cartouche

Les dimensions d'une éprouvette et la tolérance applicable sont spécifiées comme suit.

- a) Longueur du côté de l'éprouvette et mesure de la longueur: la plage de longueur du côté de l'éprouvette et la mesure de cette longueur sont décrites ci-dessous.
  - 1) La longueur du côté de l'éprouvette doit se situer dans la plage comprise entre 10 mm et 60 mm, et la tolérance sur la longueur doit être  $\pm 0,05$  mm.

NOTE La conduction thermique mesurable d'une éprouvette à cartouche peut avoir une limite inférieure, selon la longueur de son côté (voir [Article 5](#)).

- 2) Pour mesurer la longueur du côté, utiliser un pied à coulisse à vernier d'une précision de 0,05 mm tel que spécifié dans l'ISO 13385-1 ou un pied à coulisse à vernier d'une précision équivalente ou supérieure.
- b) Section transversale: l'aire de la section transversale doit être calculée en multipliant la longueur d'un côté de l'éprouvette par la longueur de l'autre côté de l'éprouvette.
- c) Épaisseur et mesure de l'épaisseur: la plage d'épaisseur et la mesure de l'épaisseur sont spécifiées ci-dessous.
- 1) L'épaisseur des adhésifs à conductivité électrique isotrope doit se situer dans la plage comprise entre 0,2 mm et 5 mm, et sa limite inférieure est déterminée par la Formule (3):

$$t_s \geq 0,01k_{\text{eff}} \quad (k > 20)$$

$$t_s \geq 0,2 \quad (k_{\text{eff}} \leq 20) \quad (3)$$

EXEMPLE La limite inférieure de l'épaisseur de l'adhésif à conductivité électrique isotrope est indiquée ci-dessous:

- 0,5 mm, lorsque  $k_{\text{eff}} = 50 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 0,3 mm, lorsque  $k_{\text{eff}} = 30 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 0,2 mm, lorsque  $k_{\text{eff}} = 20 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 0,2 mm, lorsque  $k_{\text{eff}} = 10 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 0,2 mm, lorsque  $k_{\text{eff}} = 1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 0,2 mm, lorsque  $k_{\text{eff}} = 0,5 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

sachant que la tolérance est de  $\pm 0,010 \text{ mm}$ . [ISO 16525-3:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6377d8a8-f189-40a1-afcf-72a7b24f035/iso-16525-3-2014)

L'exactitude de la valeur mesurée de la conductance thermique dépend des tolérances de mesure de l'épaisseur en ce qui concerne l'adhésif à conductivité électrique isotrope. Lorsque le paramètre de mesure est uniquement la résistance thermique, ou lorsque la tolérance est inférieure à 0,010 mm, la limite inférieure de l'épaisseur est inférieure aux valeurs indiquées dans l'exemple ci-dessus.

Lorsque le paramètre de mesure n'est pas la résistance thermique, qui inclut la résistance interfaciale entre le bloc de l'éprouvette et un adhésif à conductivité électrique isotrope, la méthode du disque chaud, la méthode par analyse de l'oscillation de la température (voir l'ISO 22007-2, l'ISO 22007-3, l'ISO 22007-4) sont disponibles pour les couches plus minces d'adhésif à conductivité électrique isotrope. L'exactitude dépend de la tolérance sur l'épaisseur. Par exemple, si l'épaisseur de l'adhésif à conductivité électrique isotrope est de 0,03 mm, il convient que la tolérance soit de  $\pm 1,0 \mu\text{m}$ .

- 2) L'épaisseur du bloc de l'éprouvette se situe dans la plage comprise entre 2 mm et 5 mm, et la tolérance sur l'épaisseur est de  $\pm 0,010 \text{ mm}$ .
- 3) L'épaisseur de l'adhésif à conductivité électrique isotrope est obtenue en soustrayant l'épaisseur des blocs de l'éprouvette de l'épaisseur de l'éprouvette à cartouche.
- 4) Mesurer l'épaisseur en cinq points (au centre et dans les quatre coins) à l'aide d'un micromètre d'une précision de 0,001 mm tel que spécifié dans l'ISO 3611 ou d'un micromètre d'une précision équivalente ou supérieure.
- d) Rugosité et planéité du support des blocs de l'éprouvette, et parallélisme des faces supérieures/inférieures: la rugosité et la planéité du support entre les blocs de l'éprouvette et l'adhésif