NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60371-2

Troisième édition
Third edition
2004-06

Spécification pour les matériaux isolants à base de mica –

Partie 2: Méthodes d'essais

Specification for insulating materials based on mica –

Part 2: Methods of test



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60371-2:2004

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**

  Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**

  Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**

  Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

  Email: custserv@iec.ch
  Tél: +41 22 919 02 11
  Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**

  The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**

  This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**

  If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

  Email: custserv@iec.ch
  Tel: +41 22 919 02 11
  Fax: +41 22 919 03 00

.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60371-2

Troisième édition
Third edition
2004-06

Spécification pour les matériaux isolants à base de mica –

Partie 2: Méthodes d'essais

Specification for insulating materials based on mica –

Part 2: Methods of test

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE U

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 6
INTRODUCTION 10

1 Domaine d'application 12
2 Références normatives 12
3 Méthodes de préparation des éprouvettes pour matériaux durcissables 12
3.1 Généralités 12
3.2 Méthode 1 12
3.3 Méthode 2 14
4 Epaisseur 16
4.1 Appareillage d'essai 16
4.2 Eprouvette 16
4.3 Mode opératoire 18
4.4 Expression des résultats 20
5 Masse volumique 20
6 Masse volumique calculée 20
7 Composition 20
7.1 Eprouvette 20
7.2 Masse surfacique à l'état de réception 20
7.3 Teneur en matières volatiles et masse surfacique du matériau séché 20
7.4 Teneur en liant 22
7.5 Masse surfacique du matériau de renforcement (m'_r) 24
7.6 Teneur en mica 26
7.7 Dimension des clivures 26
8 Résistance à la traction et allongement à la rupture 28
8.1 Appareillage d'essai 28
8.2 Eprouvette 28
8.3 Mode opératoire 28
8.4 Expression des résultats 28
9 Résistance à la flexion et module d'élasticité en flexion 30
9.1 Eprouvette 30
9.2 Mode opératoire 30
10 Pliage 30
11 Rigidité 30
11.1 Conditionnement des éprouvettes et atmosphère d'essai 30
11.2 Eprouvettes 30
11.3 Mode opératoire 30
11.4 Expression des résultats 32
12 Résistance à l'exsudation et au glissement 32
12.1 Appareillage d'essai 32
12.2 Eprouvette 32
12.3 Mode opératoire 32
12.4 Expression des résultats 34

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

CONTENTS

FOREWORD 7
INTRODUCTION 11

1 Scope 13
2 Normative references 13
3 Preparation methods of test specimens for curable materials 13
3.1 General 13
3.2 Method 1 13
3.3 Method 2 15
4 Thickness 17
4.1 Test apparatus 17
4.2 Test specimen 17
4.3 Procedure 19
4.4 Statement of results 21
5 Density 21
6 Calculated density 21
7 Composition 21
7.1 Test specimen 21
7.2 Mass per unit area in the "as received" condition 21
7.3 Content of volatiles and mass per unit area of dried material 21
7.4 Binder content 23
7.5 Mass per unit area of reinforcement material (m'_r) 25
7.6 Mica content 27
7.7 Size of splittings 27
8 Tensile strength and elongation at break 29
8.1 Test apparatus 29
8.2 Test specimen 29
8.3 Procedure 29
8.4 Statement of results 29
9 Flexural strength and elastic modulus in bend 31
9.1 Test specimen 31
9.2 Procedure 31
10 Folding 31
11 Stiffness 31
11.1 Conditioning and test atmosphere 31
11.2 Test specimens 31
11.3 Procedure 31
11.4 Statement of results 33
12 Resistance to exudation and displacement 33
12.1 Test apparatus 33
12.2 Test specimen 33
12.3 Procedure 33
12.4 Statement of results 35

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

13 Compressibilité élastique et compressibilité plastique 34
13.1 Appareil d'essai 34
13.2 Eprouvette 34
13.3 Mode opératoire 34
13.4 Expression des résultats 36
14 Ecoulement de résine et consolidation 36
14.1 Eprouvette 36
14.2 Mode opératoire 36
14.3 Expression des résultats 38
15 Temps de gélification 38
16 Rigidité diélectrique 38
16.1 Electrodes 38
16.2 Eprouvettes 40
16.3 Mode opératoire 40
16.4 Expression des résultats 40
17 Caractéristique du facteur de dissipation/température aux fréquences de 48 Hz à 62 Hz 40
17.1 Eprouvette 40
17.2 Conditions d'essai 40
17.3 Electrodes 40
17.4 Mode opératoire 40
17.5 Expression des résultats 42
18 Caractéristique du facteur de dissipation/tension aux fréquences de 48 Hz à 62 Hz 42
18.1 Eprouvette 42
18.2 Conditions d'essai 42
18.3 Electrodes 42
18.4 Mode opératoire 42
18.5 Expression des résultats 42
19 Recherche des défauts et des particules conductrices 42
20 Pénétration 42
20.1 Appareillage d'essai 42
20.2 Eprouvettes 44
20.3 Méthode d'essais 44
20.4 Rapport d'essai 44
21 Endurance thermique 44

Annexe A (normative) 54

Figure 1 – Montage des empilages pour la préparation des éprouvettes stratifiées 46
Figure 2 – Conditions pour la méthode de pressage 46
Figure 3 – Appareil pour mesurer la rigidité (Vue de profil) 48
Figure 4 – Appareil pour mesurer la rigidité 48
Figure 5 – Compressibilité élastique, compressibilité plastique 50
Figure 6 – Pénétromètre Williams de modèle standard 52

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

13 Elastic compression and plastic compression 35
13.1 Test apparatus 35
13.2 Test specimen 35
13.3 Procedure 35
13.4 Statement of results 37
14 Resin flow and consolidation 37
14.1 Test specimen 37
14.2 Procedure 37
14.3 Statement of results 39
15 Gel time 39
16 Electric strength 39
16.1 Electrodes 39
16.2 Test specimen 41
16.3 Procedure 41
16.4 Statement of results 41
17 Dissipation factor/temperature characteristics at frequencies of between 48 Hz and 62 Hz 41
17.1 Test specimen 41
17.2 Test conditions 41
17.3 Electrodes 41
17.4 Procedure 41
17.5 Statement of results 43
18 Dissipation factor/voltage characteristics at frequencies of between 48 Hz and 62 Hz 43
18.1 Test specimen 43
18.2 Test conditions 43
18.3 Electrodes 43
18.4 Procedure 43
18.5 Statement of results 43
19 Detection of defects and conductive particles 43
20 Penetration 43
20.1 Test apparatus 43
20.2 Test specimens 45
20.3 Method of test 45
20.4 Statement of results 45
21 Thermal endurance 45

Annex A (normative) 55

Figure 1 – Assembly of stacks for preparing test laminates 47
Figure 2 – Conditions for press procedure 47
Figure 3 – Apparatus for measurement of stiffness 49
Figure 4 – Apparatus for measurement of stiffness 49
Figure 5 – Elastic compression, plastiac compression 51
Figure 6 – Standard Williams type penetrometer 53

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

SPÉCIFICATION POUR LES MATÉRIAUX ISOLANTS À BASE DE MICA –

Partie 2: Méthodes d'essais

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60371-2 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette troisième édition de la CEI 60371-2 annule et remplace la deuxième édition parue en 1987 et son amendement 1 (1994), et constitue une révision technique.

Les changements par rapport à l'édition précédente sont les suivants:

a) Tous les articles ont été renumérotés.

b) Le modèle de l'ISO 67 a été ajouté à cette norme comme Annexe A.

c) Dans l'Article 8 : Résistance à la traction et allongement à la rupture

La procédure modifiée indique « vitesse du mouvement » au lieu de « limite de temps ». La vitesse du mouvement pour le mica pur est différente de celle du mica renforcé et/ou imprégné

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR INSULATING MATERIALS BASED ON MICA –

Part 2: Methods of test

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60371-2 has been prepared by subcommittee 15C: Specifications, of IEC technical committee 15: Insulating materials. prescription

This third edition of IEC 60371-2 cancels and replaces the second edition, published in 1987, and its amendment 1 (1994), and constitutes a technical revision.

The main changes from the previous edition are as follows:

a) All clauses re-numbered.
b) Relevant template of ISO 67 has been added to this standard as Annex A.
c) Clause 8: Tensile strength and elongation at break

Procedure modified to give "rate of movement" instead of "time limit". Different rate of movement for raw mica as opposed to reinforced and/or impregnated mica.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

d) Dans l' Article 11: Rigidité

La taille des éprouvettes a été revue. Certains termes ont été modifiés car cette norme couvre des matériaux utilisés pour d'autres fonctions comme les revêtements en laine de verre ou les matériaux triplex. Révision des termes « sens de fafrication » et « sens perpendiculaire ». (Ils étaient incorrects dans la deuxième édition (1987).)

e) Article 13: Compressibilité élastique et compressibilité plastique

La tolérances dans la mesure de la hauteur de la pile a été changée pour « à 0,01 mm près »

Le temps de changement de la pression dans le mode opératoire a été changé en 1 min.

f) Article 16: Rigidité diélectrique

Insertion de l'Amendement 1 (1984) à la deuxième édition (1987). Modifications en relation avec la dernière édition de la CEI 60243-1.

g) Article 19: Recherche des défauts et des particules conductrices

Révision du paragraphe.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15C/1610/FDIS	15C/1643/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «http://webstore.iec.ch» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

d) Clause 11: Stiffness

Size of test specimen revised. Wording modified so that standard covers materials using carriers other than woven glass cloth and materials that are 3-ply. Revision of terms ""machine direction" and "transverse direction". (These were incorrect in second edition (1987).)

e) Clause 13: Elastic compression and plastic compression

Tolerance on measurement of height of stack changed to within 0,01 mm.

Times for change in pressure in procedure changed to 1 min.

f) Clause 16: Electric strength

Modified in line with Amendment 1 (1994) to the second edition (1987). Changes relate to latest edition of IEC 60243-1.

g) Clause 19: Detection of defects and conductive particles

Revised subclause.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
15C/1610/FDIS	15C/1643/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60371 fait partie d'une série traitant de matériaux isolants à base de clivures de mica ou de papier mica, avec ou sans renforcement qui sont utilisés dans l'équipement électrique, ainsi que du papier mica à l'état pur.

La CEI 60371 comprend trois parties présentées sous le titre général *Spécification pour les matériaux isolants à base de mica:*

Partie 1: Définitions et exigences générales

Partie 2: Méthodes d'essais

Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

This part of IEC 60371 is one of a series which deals with insulating materials for use in electrical equipment built up from mica splittings or mica paper, with or without reinforcement, and with mica paper in its pure state.

IEC 60371 consists of three parts under the main title *Specification for insulating materials based on mica:*

Part 1 Definitions and general requirements

Part 2 Methods of test

Part 3 Specifications for individual materials

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

SPÉCIFICATION POUR LES MATÉRIAUX ISOLANTS À BASE DE MICA –

Partie 2: Méthodes d'essais

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60371 définit les méthodes d'essais qui sont applicables aux matériaux à base de mica, aux produits qui en sont issus et au papier de mica.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60216 (toutes les parties), *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique*

CEI 60243-1:1998, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essais – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60250:1969, *Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises)*

CEI 60371-3 (toutes les parties), *Spécification pour les matériaux isolants à base de mica – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers*

ISO 178:2001, *Plastiques – Détermination des propriétés en flexion*

3 Méthodes de préparation des éprouvettes pour matériaux durcissables

3.1 Généralités

Les éprouvettes sont préparées conformément aux méthodes suivantes qui ne sont applicables qu'aux matériaux durcissables.

3.2 Méthode 1

Nettoyer assez de matériau pour avoir les éprouvettes nécessaires à l'essai envisagé en le débarrassant des particules libres et des fibres protubérantes.

Découper et empiler les morceaux nécessaires pour constituer le stratifié d'essai. Pour les matériaux en ruban, amener l'empilage à l'épaisseur voulue en plaçant des morceaux se chevauchant à demi, en couches successivement croisées à angle droit, en coupant, si nécessaire, les bords de manière à obtenir les dimensions requises.

Régler la température de la presse à 160 °C ± 5 K, sauf spécification contraire

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

SPECIFICATION FOR INSULATING MATERIALS BASED ON MICA –

Part 2: Methods of test

1 Scope

This part of IEC 60371 defines the methods of test which are applicable to built-up mica materials, products based on them and mica paper.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60216 (all parts), *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties*

IEC 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60250:1969, *Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation factor of electric insulating materials at power, audio and radio frequencies including metre wavelengths*

IEC.60371-3 (all parts), *Specification for insulating materials based on mica – Part 3: Specifications for individual materials*

ISO 178:2001, *Plastics – Determination of flexural properties*

3 Preparation methods of test specimens for curable materials

3.1 General

Test specimens are prepared in accordance with the following methods which are applicable only to curable materials.

3.2 Method 1

Clean off all loose particles and projecting fibres from sufficient material to provide the test pieces required for the particular test.

Cut and stack the pieces required to form the test laminate. For tape material, build up the laminate to the required thickness using half-lapped layers with successive layers at right angles, where necessary cutting the sides to obtain the required dimensions.

Adjust the press temperature to 160 °C ± 5 K, unless otherwise specified.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Placer l'éprouvette stratifiée au centre de deux plaques compensatrices dont l'épaisseur ne dépasse pas 1,5 mm et à une température de 15 °C à 35 °C.

Installer des cales destinées à assurer l'épaisseur voulue de l'éprouvette stratifiée.

Introduire l'ensemble formé par l'éprouvette et ses plaques au centre de la presse préchauffée.

Fermer immédiatement la presse et appliquer une pression suffisante pour venir sur les cales. Traiter l'éprouvette pendant 30 min au minimum.

Enlever l'éprouvette et continuer le durcissement pendant le temps voulu à la température indiquée dans la CEI 60371-3, ou suivant les recommandations du fournisseur.

Sauf spécification contraire, conditionner l'éprouvette pendant 24 h en atmosphère régulée à (50 ± 5) % d'humidité relative et à 23 °C ± 2 K avant l'essai.

3.3 Méthode 2

Nettoyer assez de matériau pour avoir les éprouvettes nécessaires à l'essai envisagé en le débarrassant des particules libres et des fibres protubérantes.

Pour les matériaux pleine largeur ou en feuille, découper et empiler les morceaux nécessaires pour former l'éprouvette stratifiée.

Il existe deux façons de procéder pour obtenir une éprouvette stratifiée à partir d'un matériau en ruban:

a) Couper le ruban en morceaux mesurant la longueur de l'éprouvette. Empiler ces morceaux parallèlement en les faisant se chevaucher à demi. Il faut déplacer la seconde couche et les couches suivantes sur le côté de manière que les bords de recouvrement ne soient pas les uns sur les autres. Il est recommandé d'utiliser un fer chaud pour fixer les morceaux.
b) Prendre une plaque métallique de la taille de l'éprouvette et de 2 mm à 3 mm d'épaisseur. Enrouler le ruban sur la plaque en le faisant se chevaucher à demi, toujours dans le même sens, jusqu'à l'obtention de l'épaisseur requise. Il est recommandé de commencer chaque couche séparément en déplaçant les couches successives de manière que les bords ne se superposent pas. Il est nécessaire de disposer une feuille intercalaire de démoulage entre la plaque métallique et le ruban. Deux éprouvettes de même épaisseur sont formées.

Les empilages préparés, formés comme indiqué à la Figure 1, doivent être mis sous presse.

La méthode de pressage, illustrée à la Figure 2, ne constitue qu'un exemple:

– Fermer la presse froide et appliquer une pression de 0,15 MPa.
– Porter la presse à 70 °C sous une pression de 0,15 MPa.
– Annuler la pression, ouvrir la presse pendant une courte durée (ventiler).
– Porter la presse à 90 °C sous une pression de 0,15 MPa.
– Annuler la pression, ouvrir la presse pendant une courte durée (ventiler).
– Porter la presse à 110 °C sous une pression de 0,15 MPa.
– Annuler la pression, ouvrir la presse pendant une courte durée (ventiler).
– Porter la presse à 160 °C ± 5 K sous une pression de 0,15 MPa jusqu'à ce que la résine commence à se gélifier. Ce point est contrôlé visuellement dans le temps au moyen d'une tige d'essai. Dès ce moment, porter la pression à 3 MPa.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Place the test laminate in the centre of two caul plates not exceeding 1,5 mm in thickness and at a temperature of 15 °C to 35 °C.

Insert stops of a size to provide the required test laminate thickness.

Insert the assembly of plates and the test piece in the centre of the preheated press.

Close the press immediately and apply sufficient pressure to reach stops. Cure the test piece for a minimum of 30 min.

Remove the test piece and post-cure for the length of time and at the temperature given in IEC 60371-3 or according to the recommendation of the supplier.

Unless otherwise specified, condition the test piece for 24 h in a controlled atmosphere of (50 ± 5) % r.h. and at 23 °C ± 2 K before the test.

3.3 Method 2

Clean off all loose particles and projecting fibres from sufficient material to provide the test sheets required for the particular test.

For full-width and sheet material, cut and stack the sheets required to form the test laminate.

There are two suggested ways of producing a laminate from tape material:

a) Cut the tape in pieces to the length of the laminate. Stack the pieces parallel and half-overlapped. The second and following layers shall be moved sideways, so that the overlapping edges do not lie one upon another. In order to fix the pieces, the use of a hot iron is recommended.
b) Take a metal sheet of the size of the required laminate and of a thickness of 2 mm to 3 mm. Wind the tape half-overlapped and always in the same direction around this sheet until the required thickness is reached. It is recommended to start each layer separately and to move the second and the following layers sideways, so that the overlapping edges do not lie one upon another. It is necessary to put an interleaving release material between the metal sheet and the tape. Two laminates with the same thickness are formed.

The prepared stacks, having a composition as shown in Figure 1, shall be put in the press.

The following press procedure, illustrated in Figure 2, provides an example:

– Close the cold press and bring it to a pressure of 0,15 MPa.
– Heat the press to 70 °C under pressure of 0,15 MPa.
– Reduce the pressure down to zero, open the press for a short time (ventilate).
– Heat the press to 90 °C under pressure of 0,15 MPa.
– Reduce the pressure down to zero, open the press for a short time (ventilate).
– Heat the press to 110 °C under pressure of 0,15 MPa.
– Reduce the pressure down to zero, open the press for a short time (ventilate).
– Heat the press to 160 °C ± 5 K under pressure of 0,15 MPa until the resin starts to gel. This point of time is visually controlled by a test rod. As soon as the resin starts to gel, bring the pressure up to 3 MPa.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– Traiter pendant 60 min sous 3 MPa, à 160 °C ou à une autre température spécifiée.
– Laisser refroidir l'éprouvette en maintenant la pression.

Après avoir observé cette méthode de pressage, terminer le durcissement de l'éprouvette stratifiée pendant le temps et à la température spécifiés dans la feuille de spécification de CEI 60371-3 ou selon les recommandations du fournisseur.

D'autres méthodes doivent faire l'objet d'un contrat.

4 Epaisseur

4.1 Appareillage d'essai

Suivant les matériaux essayés, les appareils de mesure de l'épaisseur sont indiqués ci-après.

4.1.1 Appareil de mesure à pression constante muni de touches planes de 6 mm à 8 mm de diamètre et gradué en divisions de 0,01 mm permettant des lectures à 0,005 mm près. La pression exercée sur l'éprouvette doit être de 0,1 MPa ± 10 %. La précision de la mesure, vérifiable avec un calibre de contrôle, doit être de 0,005 mm. Les mesures doivent être faites à température ambiante et 5 s après l'application de la pression.

4.1.2 Appareil tel que décrit en 4.1.1, mais exerçant une pression de 0,7 MPa ± 10 % sur l'éprouvette.

4.1.3 Appareil tel que décrit en 4.1.1, mais exerçant une pression de 7,0 MPa ± 10 % sur l'éprouvette.

4.1.4 Appareillage d'essai permettant d'exercer une pression constante de 30 MPa ± 10 % uniformément répartie sur les faces de l'éprouvette. Il se compose d'une presse à plateaux parallèles et d'un dispositif permettant les mesures à ± 0,02 mm près.

4.2 Eprouvette

4.2.1 Pour les matériaux livrés en plaque ou en feuille, l'éprouvette doit se composer d'une plaque ou d'une feuille entière.

4.2.2 Pour les matériaux livrés en rouleau, l'éprouvette doit être constituée d'une bande prélevée sur toute la largeur du rouleau de manière à avoir une surface de 0,2 m^2.

4.2.3 Pour les matériaux livrés en ruban, l'éprouvette doit se composer d'une partie de ruban de 2 m de longueur.

4.2.4 Pour les entrelames de collecteur dont la surface est inférieure ou égale à 10 cm^2, l'éprouvette doit être constituée de cinq entrelames mesurés individuellement.

4.2.5 Pour des entrelames de collecteur dont la surface dépasse 10 cm^2, l'éprouvette dépend de la méthode indiquée dans la spécification applicable au matériau individuel (voir la feuille appropriée de la CEI 60371-3):

a) l'éprouvette doit être constituée par un entrelame;
b) l'éprouvette doit être constituée par une pile complète, étalonnée sous pression (avec, si nécessaire, des feuilles intercalaires), d'entrelames dont le nombre doit être spécifié par l'acheteur.

4.2.6 Pour les pièces plates de forme, découpées (autres que les entrelames), l'éprouvette doit se composer d'une pièce.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– Cure under 3 MPa and 160 °C for 60 min or at a temperature otherwise specified.
– Specimen to be cooled under pressure.

After this press procedure, post-cure the laminate for the time and temperature specified in the specification sheets of IEC 60371-3 or according to the recommendation of the supplier.

Other press procedures shall be subject to contract.

4 Thickness

4.1 Test apparatus

Depending on the materials to be tested, the apparatus for measuring thickness is as follows:

4.1.1 A constant pressure measurement device having flat measuring faces of 6 mm to 8 mm diameter, the graduations being in divisions of 0,01 mm and permitting reading to within 0,005 mm. The pressure exerted on the specimen shall be 0,1 MPa ± 10 %. The accuracy of measurement, when checked by a setting gauge, shall be within 0,005 mm. Measurement shall be made at ambient temperature and at least 5 s after the application of pressure.

4.1.2 A device as described in 4.1.1, but with a pressure of 0,7 MPa ± 10 % exerted on the specimen.

4.1.3 A device as described in 4.1.1, but with a pressure of 7,0 MPa ± 10 % exerted on the specimen.

4.1.4 Test apparatus capable of producing a constant pressure of 30 MPa ± 10 % uniformly distributed over the faces of the test specimen. It shall consist of a press with parallel plates and a system permitting measurement within ± 0,02 mm.

4.2 Test specimen

4.2.1 Where the material is delivered in plates or in sheets, the test specimen shall consist of an entire plate or sheet.

4.2.2 Where the material is delivered in rolls, the test specimen shall consist of a strip taken across the full width of the roll to give an area of 0,2 m^2.

4.2.3 Where the material is delivered in the form of tapes, the test specimen shall consist of a strip 2 m long.

4.2.4 For commutator separators with a surface area of 10 cm^2 or less, the test specimen shall consist of five separators to be measured individually.

4.2.5 For commutator separators with a surface area greater than 10 cm^2, the test specimen depends on the method given in the specification for the individual material (see relevant sheets of IEC 60371-3):

a) the test specimen shall consist of one separator;
b) the test specimen shall consist of one entire press-gauged stack of separators (separated if necessary by intermediate layers), the number of separators in the press-gauged stack to be specified by the purchaser.

4.2.6 For flat pieces cut to shape other than separators, the test specimen shall consist of one piece.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.3 Mode opératoire

L'épaisseur doit être mesurée suivant l'un des procédés ci-après:

4.3.1 Pour les matériaux autres que les entrelames de collecteur, livrés en feuilles (bandes incluses), rouleaux et rubans, l'épaisseur doit être mesurée sur chaque éprouvette en dix points uniformément répartis, suivant les diagonales pour les feuilles et, pour les rouleaux et les rubans, suivant une ligne approximativement médiane (mais pas aux bords); l'appareil de mesure utilisé est celui qui est défini en 4.1.1 avec une pression de 0,1 MPa.

4.3.2 Pour les entrelames de collecteur ainsi que pour les feuilles et les bandes servant à fabriquer des entrelames de collecteur, l'un des procédés suivants doit être adopté:

4.3.2.1 *Feuilles*: l'épaisseur doit être mesurée sur chaque éprouvette comme il est indiqué en 4.3.1, à l'aide de l'appareil défini en 4.1.3, avec une pression de 7,0 MPa.

4.3.2.2 *Entrelames de surface inférieure ou égale à 10 cm^2*: l'épaisseur doit être mesurée avec l'appareil défini en 4.1.3 avec une pression de 7,0 MPa en un point unique pris au hasard sur chacun des cinq entrelames constituant l'éprouvette.

4.3.2.3 *Entrelames de surface dépassant 10 cm^2*: l'épaisseur doit être mesurée selon le point a) et le point b) ci-dessous; la méthode utilisée doit être indiquée dans la spécification applicable aux matériaux individuels:

a) dans le cas d'entrelames livrés individuellement, l'épaisseur doit être mesurée en trois points uniformément répartis sur l'éprouvette avec l'appareil défini en 4.1.3 avec une pression de 7,0 Mpa;

b) dans le cas d'entrelames livrés en piles étalonnées empaquetées, la mesure de chaque éprouvette (représentée par un paquet) doit être effectuée dans les conditions définies en 4.1.4 avec une pression de 30 MPa, en s'assurant que tous les entrelames de la pile à mesurer sont bien alignés lorsque la mesure est effectuée.

Avant chaque essai, la déformation de la presse doit être mesurée en faisant une mesure avec une cale d'acier de dimensions connues et approximativement égales à celles de l'éprouvette.

Pour obtenir l'épaisseur d'une éprouvette simple (d_1), y compris celle des éventuelles feuilles intercalaires (d_2), la correction due à la déformation de l'appareillage d'essai doit être soustraite ou ajoutée à la valeur mesurée.

L'épaisseur totale d'une pile (d), de n entrelames comportant (n – 1) intercalaires doit être donnée par:

$$d = nd_1 + (n - 1)d_2 \qquad (1)$$

où

d est l'épaisseur d'une pile entière composée de n entrelames et de $(n$ – 1) intercalaires;

d_1 est l'épaisseur d'un entrelame seul;

n est le nombre d'entrelames;

d_2 est l'épaisseur des intercalaires;

n – 1 est le nombre d'intercalaires.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.3 Procedure

The thickness shall be measured by one of the following procedures:

4.3.1 Where materials other than for commutator separators are delivered as sheets (including strips), rolls and tapes, the thickness on each test specimen shall be measured at ten points uniformly distributed along the diagonals for sheets and along a line which shall be approximately central for rolls and tapes (not at the edges); the measuring device shall be that described in 4.1.1 with a pressure of 0,1 MPa.

4.3.2 For commutator separators and for sheets and strips to be used in making commutator separators, one of the following procedures shall be adopted:

4.3.2.1 *Sheets:* the thickness shall be measured on each specimen as stated in 4.3.1 using the apparatus defined in 4.1.3 with a pressure of 7,0 MPa.

4.3.2.2 *Separators having a surface area of 10 cm^2 or less*: the thickness shall be measured at one single point chosen at random on each of the five separators using the apparatus defined in 4.1.3 with a pressure of 7,0 MPa.

4.3.2.3 *Separators having a surface area greater than 10 cm^2*: the thickness shall be measured as in item a) or item b) below; the method used shall be indicated in the specification for the individual materials:

a) in the case of separators delivered individually, the thickness shall be measured at three points uniformly distributed over the test specimen using the apparatus defined in 4.1.3 with a pressure of 7,0 Mpa;

b) in the case of separators delivered in press-gauged packeted stacks, each test specimen, consisting of one stack, shall be measured under the conditions defined in 4.1.4 with a pressure of 30 MPa, ensuring that all the separators in the stack to be tested are properly aligned when the measurement is made.

Before each test, the deformation of the press shall be measured by carrying out a measurement with a steel block of known dimensions approximately equal to those of the test specimen.

In obtaining the thickness of the single test specimen (d_1), including that of any intermediate layers (d_2), the correction for the deformation of the test apparatus shall be added to or subtracted from the measured values.

The total thickness of a stack (d), of n separators with (n – 1) intermediate layers shall be given by:

$$d = nd_1 + (n - 1)d_2 \quad (1)$$

where

d is the thickness of the whole stack composed of n separators and (n – 1) intermediate layers;

d_1 is the thickness of one separator;

n is the number of separators;

d_2 is the thickness of intermediate layers;

n – 1 is the number of intermediate layers.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4 Expression des résultats

Pour les piles empaquetées, noter comme épaisseur de la pile la valeur de nd_1 et le nombre d'entrelames par pile. Pour tous les autres cas, noter comme épaisseur de chaque éprouvette la valeur moyenne ainsi que les valeurs maximale et minimale.

5 Masse volumique

Déterminer la masse volumique par déplacement de liquide. Utiliser un liquide inoffensif pour l'éprouvette ou ne pouvant être absorbé par cette dernière.

En cas de matériaux durcissables, utiliser une éprouvette stratifiée à bords coupés aux dimensions appropriées, mais préparée conformément à l'Article 3.

6 Masse volumique calculée

La masse volumique peut être calculée à partir de la valeur médiane de la masse surfacique et de celle de l'épaisseur, en appliquant la relation suivante:

$$\text{Densité} = \frac{m_a}{d_e} \text{ x } 10^{-3} \ (\text{g/cm}^3) \qquad (2)$$

où

m_a est la masse surfacique, en g/m^2;

d_e est l'épaisseur, en mm.

7 Composition

7.1 Eprouvette

L'éprouvette doit avoir une masse d'environ 5 g (pour les matériaux minces, deux pièces mesurant environ 250 cm^2 conviennent). L'éprouvette doit comprendre l'épaisseur totale du matériau.

7.2 Masse surfacique à l'état de réception

L'éprouvette doit être pesée à 1 mg près dans les 4 h qui suivent le retrait de l'emballage d'origine à la température de 23 °C ± 2 K (masse m_1). La surface (A) de l'éprouvette indiquée en mètres carrés doit être déterminée avec une précision de ±1 %.

La masse surfacique (m_a) à l'état de réception est:

$$m_a = \frac{m_1}{A} \ (\text{g/m}^2) \qquad (3)$$

7.3 Teneur en matières volatiles et masse surfacique du matériau séché

L'éprouvette (masse m_1) doit être chauffée 1 h à 150 °C ± 3 K, sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur. Après refroidissement sous dessiccateur, l'éprouvette doit être pesée (masse m_2).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4 Statement of results

For packeted stacks, report as the thickness of the stack the value of nd_1 and the number of separators per stack. For all other cases, report as the thickness of each test specimen, the mean value of the results and also report the maximum and minimum values.

5 Density

Determine the density by displacement of liquid. Use a liquid which will not affect the test specimen or be absorbed by it.

In the case of curable materials, use a laminate with trimmed edges of any convenient dimension, but prepared in accordance with Clause 3.

6 Calculated density

The density can be calculated from the central values of the mass per unit area and thickness

$$\text{Density} = \frac{m_a}{d_e} \text{ x } 10^{-3} \ (\text{g}/\text{cm}^3) \qquad (2)$$

by means of the following equation

where

m_a is the mass per unit area, in g/m^2;

d_e is the thickness, in mm.

7 Composition

7.1 Test specimen

The test specimen shall have a mass of approximately 5 g (for thin materials, two pieces of approximately 250 cm^2 are suitable). The entire thickness of material shall be included in the test specimen.

7.2 Mass per unit area in the "as received" condition

The test specimen shall be weighed with an accuracy of 1 mg within 4 h of removal from the original package and at a temperature of 23 °C ± 2 K (mass m_1). The area (A) in square metres of the test specimen shall be determined with an accuracy of ±1 %.

The mass per unit area in the "as received" condition (m_a) is:

$$m_a = \frac{m_1}{A} \ (\text{g/m}^2) \qquad (3)$$

7.3 Content of volatiles and mass per unit area of dried material

The test specimen (mass m_1) shall be heated for 1 h at 150 °C ± 3 K, unless otherwise agreed upon between purchaser and supplier. After cooling in a desiccator, the test specimen shall be weighed (mass m_2).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

La teneur en matières volatiles (T_v) est:

$$T_v = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \ (\%) \qquad (4)$$

La masse surfacique (m'_a) du matériau séché est:

$$m'_a = \frac{m_2}{A} \ (g/m^2) \qquad (5)$$

7.4 Teneur en liant

7.4.1 Matériau sans renforcement ou avec renforcement inorganique

L'éprouvette, séchée conformément à 7.3 (masse m_2), doit être chauffée dans un four à moufle à la température de 500 °C ± 25 K. Sauf spécification contraire, la durée du chauffage doit être de 2 h. Après refroidissement sous dessiccateur, la masse (m_3) doit être déterminée.

La teneur en liant (C_b) est:

$$C_b = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \times 100 \ (\%) \qquad (6)$$

NOTE En cas de désaccord, il convient que le chauffage soit poursuivi jusqu'à l'obtention d'une masse constante, la masse étant considérée comme constante dès que deux pesées consécutives ne diffèrent pas de plus de 0,1 %.

La masse surfacique du liant (m'_b) est:

$$m'_b = \frac{m_2 - m_3}{A} \ (g/m^2) \qquad (7)$$

7.4.2 Matériau avec renforcement organique et liant soluble

L'éprouvette, séchée conformément à 7.3 (masse m_2), doit être placée dans la capsule d'extraction d'un appareil d'extraction Soxhlet de 500 cm^3.

Le type de solvant recommandé par le fournisseur doit pouvoir dissoudre complètement le liant, tout en restant sans effet sur le renforcement. La distillation avec reflux doit être poursuivie pendant 2 h ou plus si cela est nécessaire pour dissoudre complètement le liant. L'éprouvette ainsi traitée doit être retirée de la capsule et séchée pendant 30 min à 135 °C. Après refroidissement sous dessiccateur, la masse (m_4) doit être déterminée.

La teneur en liant (C_b) est:

$$C_b = \frac{m_2 - m_4}{m_2} \times 100 \ (\%) \qquad (8)$$

La masse surfacique du liant (m'_b) est:

$$m'_b = \frac{m_2 - m_4}{A} \ (g/m^2) \qquad (9)$$

NOTE La durée normale d'extraction est de 2 h. Pour les matériaux plus épais, il peut être judicieux de cliver soigneusement le matériau, afin de faciliter la pénétration du solvant.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The volatile content (T_v) is:

$$T_v = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \ (\%) \tag{4}$$

The mass per unit area of the dried product (m'_a) is:

$$m'_a = \frac{m_2}{A} \ (g/m^2) \tag{5}$$

7.4 Binder content

7.4.1 Material without reinforcement or with inorganic reinforcement

The test specimen, dried according to 7.3 (mass m_2), shall be heated in a muffle oven at a temperature of 500 °C ± 25 K. Unless otherwise specified, the period of heating shall be 2 h. After cooling in a desiccator, the mass (m_3) shall be determined.

The binder content (C_b) is:

$$C_b = \frac{m_2 - m_3}{m_2} \times 100 \ (\%) \tag{6}$$

NOTE In the case of dispute, the heating should be continued to constant mass, the mass being considered constant when consecutive weighings differ by not more than 0, 1 %.

The mass per unit area of binder (m'_b) is:

$$m'_b = \frac{m_2 - m_3}{A} \ (g/m^2) \tag{7}$$

7.4.2 Material with organic reinforcement and soluble binder

The test specimen, dried according to 7.3 (mass m_2), shall be placed in the extraction thimble of a Soxhlet extraction apparatus with a capacity of 500 cm^3.

The type of solvent as recommended by the supplier shall be capable of dissolving the binder completely, but shall not dissolve the reinforcement. The boiling under reflux shall be continued for 2 h or longer if necessary for the complete dissolution of the binder. The treated test specimen shall be taken out of the extraction thimble and dried for 30 min at 135 °C. After cooling in a desiccator, the mass (m_4) shall be determined.

The binder content (C_b) is:

$$C_b = \frac{m_2 - m_4}{m_2} \times 100 \ (\%) \tag{8}$$

The mass per unit area of binder (m'_b) is:

$$m'_b = \frac{m_2 - m_4}{A} \ (g/m^2) \tag{9}$$

NOTE The normal extraction time is 2 h. For thicker materials, it may be of help to split the material carefully in order to facilitate penetration of the solvent.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.4.3 Matériau avec renforcement organique et liant insoluble

En prenant les valeurs de m_2 (voir 7.3) et de m_3 (voir 7.4.1) ainsi que la masse du renforcement organique (m_5) déclarée par le fournisseur, la teneur en liant (C_b) est:

$$C_b = \frac{m_2 - (m_3 + m_5)}{m_2} \times 100 \ (\%) \qquad (10)$$

La masse surfacique du liant (m'_b) est:

$$m'_b = \frac{m_2 - (m_3 + m_5)}{A} \ (g/m^2) \qquad (11)$$

7.4.4 Teneur en silicones du liant

La détermination de la teneur en silicones doit faire l'objet d'un contrat. La méthode suivante, donnée à titre d'exemple, est l'une des méthodes applicables.

7.4.4.1 Méthode d'essai

Peser l'éprouvette dans une capsule d'extraction préalablement séchée et tarée au milligramme près. La différence des masses est la masse de l'éprouvette.

Placer une quantité suffisante de diéthylamine (qualité réactive) dans le flacon d'extraction d'un Soxhlet pour remplir une fois et demie le siphon. Procéder ensuite à l'extraction complète de l'éprouvette par siphonnage à raison de 6 à 10 fois par heure (la durée minimale d'extraction est de 4 h pour les matériaux minces, mais peut être considérablement plus longue pour des matériaux épais).

Laisser l'appareil se refroidir et remplacer la diéthylamine par de l'acétone, puis pratiquer l'extraction comme il vient d'être exposé pendant 1,5 h.

Enlever la capsule, la laisser sécher à l'air sur un verre de montre pendant 10 min; la chauffer ensuite pendant 30 min dans un four à 105 °C ± 2 K.

Refroidir la capsule sous dessiccateur, puis la peser au milligramme près. Soustraire la masse de la capsule.

7.4.4.2 Expression des résultats

$$\textit{Teneur en silicones du liant} = \frac{\textit{perte de masse}}{\textit{masse de l'éprouvette}} \times 100 \ (\%) \qquad (12)$$

Consigner en pourcentage, calculé à la première décimale, la teneur en silicones du liant.

7.5 Masse surfacique du matériau de renforcement (m'_r)

Le fournisseur doit indiquer la masse surfacique du matériau de renforcement utilisé. La méthode permettant de déterminer cette propriété doit faire l'objet d'un contrat.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.4.3 Material with organic reinforcement and insoluble binder

Using values of m_2 (see 7.3) and m_3 (see 7.4.1) and the mass of organic reinforcement (m_5) stated by the supplier, the binder content (C_b) is:

$$C_b = \frac{m_2 - (m_3 + m_5)}{m_2} \times 100 \ (\%) \tag{10}$$

The mass per unit area of binder (m'_b) is:

$$m'_b = \frac{m_2 - (m_3 + m_5)}{A} \ (g/m^2) \tag{11}$$

7.4.4 Silicone binder content

The determination of the silicone content shall be subject to contract. An example of a possible method is given below.

7.4.4.1 Method of test

Weigh the test specimen in a previously dried and weighed extraction thimble to the nearest milligram. The difference in mass shall be taken as the mass of the specimen.

Put sufficient diethylamine (reagent grade) into a Soxhlet extraction flask to fill the siphon one and a half times. Extract the test specimen completely at a siphon rate of 6 to 10 times per hour (the minimum time of extraction is 4 h for thin materials, but may be much longer for thick materials).

Allow the apparatus to cool, then replace the diethylamine with acetone and extract as before for 1,5 h.

Remove the thimble, allow it to dry in air on a watchglass for 10 min, then heat for 30 min in an oven at 105 °C ± 2 K.

Cool the thimble in a desiccator, then weigh it to the nearest milligram. Subtract the weight of the thimble.

7.4.4.2 Statement of results

$$Silicone\ binder\ content = \frac{loss\ \ in\ \ mass}{mass} \times 100\ (\%) \tag{12}$$

Report the silicone binder content as a percentage to the first decimal place.

7.5 Mass per unit area of reinforcement material (m'_r)

The supplier shall state the mass per unit area of the reinforcement material used. The method for determining this property shall be subject to contract.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

En variante, l'un des procédés suivants peut être utilisé et indiqué dans le contrat:

a) Pour les matériaux à renforcement inorganique:

A la fin de la période de chauffe exposée en 7.4.1, séparer soigneusement le renforcement et le peser (masse m_6).

La masse surfacique du matériau de renforcement (m'_r) est:

$$m'_r = \frac{m_6}{A} \quad (g/m^2) \tag{13}$$

b) Pour les matériaux à renforcement organique avec liant soluble:

A la fin de l'extraction définie en 7.4.2, séparer soigneusement le renforcement et le peser (masse m_7).

La masse surfacique du matériau de renforcement (m'_r) est:

$$m'_r = \frac{m_7}{A} \quad (g/m^2) \tag{14}$$

7.6 Teneur en mica

On peut calculer la teneur en mica (C_m) et la masse surfacique de mica (m'_m) à partir des résultats de l'essai précédent.

Pour les matériaux sans renforcement ou avec renforcement organique:

$$C_m = \frac{m_3}{m_2} \times 100 \quad (\%) \tag{15}$$

$$m'_m = \frac{m_3}{A} \quad (g/m^2) \tag{16}$$

Pour les matériaux avec renforcement inorganique:

$$C_m = \frac{\frac{m_3}{A} - m'_r}{m'_a} \times 100 \quad (\%) \tag{17}$$

$$m'_m = m'_a - m'_b - m'_r \quad (g/m^2) \tag{18}$$

7.7 Dimension des clivures

7.7.1 Eprouvette

Le format de l'éprouvette prise dans la feuille soumise à l'essai doit être de 300 mm x 300 mm. Pour les rubans, les éprouvettes et les conditions spéciales d'essai sont spécifiées dans les feuilles de spécification de la CEI 60371-3.

7.7.2 Méthode d'essai

Pour enlever le liant, l'éprouvette doit être chauffée dans un four à moufle jusqu'à dégrader suffisamment ce liant afin de permettre l'examen des clivures. En variante, on peut enlever les clivures par un moyen mécanique pour autant qu'aucune d'entre elles ne soit brisée au cours de l'opération.

La taille des clivures est déterminée à l'aide du gabarit donné dans l'Annexe A.

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Alternatively, one of the following procedures may be used and stated in the contract:

a) For a material with inorganic reinforcement:

On completion of the heating period according to 7.4.1, carefully separate the reinforcement and weigh it (mass m_6).

The mass per unit area of reinforcement material (m'_r) is:

$$m'_r = \frac{m_6}{A} \ (\text{g/m}^2) \tag{13}$$

b) For a material with organic reinforcement and soluble binder:

On completion of the extraction according to 7.4.2, carefully separate the reinforcement and weigh it (mass m_7).

The mass per unit area of reinforcement material (m_r') is:

$$m'_r = \frac{m_7}{A} \ (\text{g/m}^2) \tag{14}$$

7.6 Mica content

From the results of the previous tests, the mica content (C_m) and the mass per unit area of mica (m_m') can be calculated.

For material without reinforcement or with organic reinforcement:

$$C_m = \frac{m_3}{m_2} \times 100 \ (\%) \tag{15}$$

$$m'_m = \frac{m_3}{A} \ (\text{g/m}^2) \tag{16}$$

For material with inorganic reinforcement:

$$C_m = \frac{\frac{m_3}{A} - m'_r}{m'_a} \times 100 \quad (\%) \tag{17}$$

$$m'_m = m'_a - m'_b - m'_r \quad (\text{g/m}^2) \tag{18}$$

7.7 Size of splittings

7.7.1 Test specimen

The size of the test specimen of sheet to be tested shall be 300 mm × 300 mm. The test specimen and special test conditions for tape materials are specified in the specification sheets of IEC 60371-3.

7.7.2 Method of test

To remove the bonding material, the test specimen shall be heated in a muffle oven until the binder is sufficiently degraded to permit examination of the splittings. Alternatively, the splittings may be removed mechanically provided no splitting is torn in the process.

The size of the splittings is determined with the template given in Annex A.

--`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8 Résistance à la traction et allongement à la rupture

8.1 Appareillage d'essai

On peut utiliser une machine à vitesse constante d'application de la charge ou à vitesse de traction constante; la machine doit être, de préférence, électrique et graduée de manière à pouvoir apprécier 1 % de la valeur indiquée dans la feuille de spécification.

8.2 Eprouvette

Cinq éprouvettes sont utilisées. La longueur des éprouvettes doit permettre d'avoir une longueur de 200 mm entre les mâchoires de la machine d'essai.

Si l'on essaie un matériau pleine largeur ou en feuilles, la largeur de l'éprouvette doit être de 25 mm. Cinq éprouvettes doivent être découpées dans le sens de fabrication et cinq autres dans le sens perpendiculaire au premier. Les éprouvettes doivent être découpées de sorte qu'il n'y ait pas deux éprouvettes, découpées dans le même sens, contenant les mêmes fibres longitudinales si un renforcement tissé est utilisé.

Les matériaux livrés en ruban doivent être essayés dans le sens de fabrication et dans leur largeur de livraison avec un maximum de 25 mm.

8.3 Mode opératoire

Fixer une éprouvette dans la machine d'essai et appliquer la charge à la vitesse appropriée détaillée ci dessous.

Vitesse du mouvement: 10 mm/min pour du mica pur;

50 mm/min pour du mica renforcé et/ou imprégné

Noter la force de rupture et l'allongement à la rupture ou à la rupture d'un composant dans le cas de matériaux renforcés.

Si l'éprouvette se rompt au bord ou à l'intérieur d'une mâchoire, ne pas tenir compte du résultat et effectuer un autre essai avec une autre éprouvette.

Pour déterminer la résistance d'une jointure à la traction, placer celle-là approximativement à mi-distance entre les mâchoires.

NOTE Certains matériaux nécessitent des précautions spéciales pour éviter les glissements dans les mâchoires de la machine.

8.4 Expression des résultats

La valeur de la résistance à la traction doit être donnée séparément pour les deux sens (quand cela est applicable). Pour chaque sens, prendre la valeur médiane des cinq charges de rupture et calculer la résistance à la traction du matériau dans le sens correspondant, exprimée en newtons (N) par 10 mm de largeur.

Le résultat de la mesure d'allongement doit être la valeur médiane des cinq mesures, exprimée en pourcentage de la longueur initiale. Les valeurs maximale et minimale doivent aussi être consignées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8 Tensile strength and elongation at break

8.1 Test apparatus

Either a constant rate-of-load machine or a constant rate-of-traverse machine may be used; the machine shall preferably be power-driven and graduated so that a reading of 1 % of the value required by the specification sheet is possible.

8.2 Test specimen

Five test specimens are used. The length of the test specimens shall be such that it allows a length of 200 mm between the jaws of the testing machine.

When testing full-width material or sheets, the width shall be 25 mm. Five test specimens shall be cut in the machine direction and five test specimens shall be cut perpendicular to that direction. Test specimens shall be cut so that no two test specimens cut in the same direction contain the same longitudinal threads if a woven reinforcement is used.

Tape material shall be tested in the machine direction and in the width as delivered up to a maximum of 25 mm.

8.3 Procedure

Fix a test specimen in the testing machine and apply the load at the relevant rate detailed below.

Rate of movement 10 mm/min for raw mica;

50 mm/min for reinforced and/or impregnated mica

Record the breaking force and the elongation at break or failure of one component in reinforced materials.

If the test specimen breaks in, or at a jaw, of the testing machine, discard the result and make a further test using another test specimen.

When the tensile strength of a join is to be determined, position the join approximately midway between the jaws.

NOTE With some materials, extra precautions may be required to prevent slippage in the jaws of the machine.

8.4 Statement of results

The tensile strength shall be reported in the two directions separately (where applicable). For each direction, take the central value of the five loads at break and calculate the tensile strength of the material in the relevant direction expressed in newtons (N) per 10 mm of width.

The elongation result shall be the central value of the five measurements expressed as percentages of the original length; the maximum and minimum values shall also be reported

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

9 Résistance à la flexion et module d'élasticité en flexion

9.1 Eprouvette

Pour déterminer la résistance à la flexion, préparer cinq éprouvettes dans le sens parallèle à un bord et cinq autres dans le sens perpendiculaire au premier. La longueur de chacune ne doit pas être inférieure à 20 fois l'épaisseur mesurée, la largeur doit être de 10 mm à 25 mm et l'épaisseur de 4 mm ± 0,2 mm.

Pour déterminer le module d'élasticité, deux jeux de deux éprouvettes semblables doivent être pris.

En cas de matériaux durcissables, couper des éprouvettes dans un stratifié préparée selon l'Article 3.

9.2 Mode opératoire

Suivre les méthodes exposées dans l'ISO 178. Cette détermination doit être effectuée aux températures de 23 °C et de 155 °C.

10 Pliage

Effectuer l'essai à la température de 23 °C ± 2 K après avoir maintenu l'éprouvette à cette température pendant 1 h. Plier de 180° une éprouvette de dimensions appropriées, la face de renfort étant à l'intérieur. L'opération de pliage doit se faire aussi rapidement que possible entre le pouce et l'index.

Examiner l'éprouvette pour déceler toute trace de fracture ou de délaminage.

11 Rigidité

11.1 Conditionnement des éprouvettes et atmosphère d'essai

Les éprouvettes doivent être en équilibre avec la température normale de laboratoire de 23 °C ± 2 K.

11.2 Eprouvettes

Matériaux en pleine largeur: cinq éprouvettes dans le sens de fabrication et cinq éprouvettes dans le sens perpendiculaire au premier, mesurant toutes 15 mm × 200 mm.

Matériaux en ruban: cinq éprouvettes de 50 mm à 200 mm de longueur et d'une largeur de ruban supérieure à 10 mm. Pour les essais de rigidité effectués dans le sens de fabrication, la largeur du ruban deviendra la longueur des éprouvettes.

11.3 Mode opératoire

Les dimensions des éprouvettes doivent être déterminées avec une précision de ±0,5 mm. L'éprouvette est placée comme l'indiquent les Figures 3 et 4, avec la face mica (ou pour un triplex le côté support) dirigée vers le haut, symétriquement sur la plate-forme support, parallèlement à la fente et les deux bords reposant également de chaque côté de celle-ci. La barre de pénétration doit être guidée dans la fente, contre la résistance de l'éprouvette jusqu'à ce que la force maximale soit atteinte. La vitesse de pénétration doit être notée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

9 Flexural strength and elastic modulus in bend

9.1 Test specimen

To determine the flexural strength, take five test pieces in the direction parallel to one edge and another five in a direction at right angles to this. Each test piece shall be of a length not less than 20 times the measured thickness, of a width 10 mm to 25 mm and of a thickness 4 mm ± 0,2 mm.

For the determination of the elastic modulus, two sets of two similar test pieces shall be taken

In the case of curable materials, cut the test pieces from a laminate prepared in accordance with Clause 3.

9.2 Procedure

Use the methods described in ISO 178. This determination shall be made at temperatures of 23 °C and 155 °C.

10 Folding

Make the test at a temperature of 23 °C ± 2 K after the test specimen has been maintained at this temperature for 1 h. Fold a test piece of any convenient size through 180° with the carrier-side surface inside. The creasing operation shall be made by finger and thumb as quickly as possible.

Examine the test piece for fracture or delamination.

11 Stiffness

11.1 Conditioning and test atmosphere

The test specimens shall be in equilibrium with the normal laboratory temperature 23 °C ± 2 K.

11.2 Test specimens

Full-width material: five test specimens in the machine direction and five test specimens in transverse direction, measuring 15 mm × 200 mm.

Tape material: five test specimens of 50 mm to 200 mm in length and the width of the tape greater than 10 mm. When testing the stiffness in the machine direction, the width of the tape will become the length of test specimens.

11.3 Procedure

The dimensions of test specimens shall be determined with an accuracy of ±0,5 mm. The test specimen is placed as shown in Figures 3 and 4 with the mica (or for 3-ply, the faced material) uppermost, symmetrically on the support platform, parallel to the slot and with its two edges overlapping the slot by equal amounts on each side. The penetrator bar shall be driven into the slot against the resistance of the test specimen until the maximum force of resistance is reached. The rate of movement shall be recorded.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Exprimée en newtons par mètre, la rigidité se calcule comme suit:

$$\text{Rigidité} = \frac{F_{\max}}{l} (\text{N/m}) \qquad (19)$$

où

$F_{\max}$ est la charge maximale de flexion (N);

l est la longueur de l'éprouvette (m).

11.4 Expression des résultats

La valeur moyenne et les valeurs maximales et minimales de la rigidité dans le sens machine et dans le sens travers doivent être notées séparément. Lorsque le tissu de verre est le support, le sens machine signifie que ce sont les fils de chaîne qui sont pliés et le sens transversal signifie que ce sont les fils de trame qui le sont.

La température d'essai doit être notée.

12 Résistance à l'exsudation et au glissement

Cet essai, qui est généralement réservé aux matériaux pour entrelames de collecteur, permet de déterminer le glissement du mica ou du liant (exsudation), ou des deux, dans des conditions spéciales de température et de pression.

Cet essai doit être considéré comme très subjectif et ses résultats d'essai doivent être très soigneusement décrits.

12.1 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai doit consisté en une presse pouvant exercer une pression de 60 MPa sur les éprouvettes, des plaques d'acier plates de 2 mm d'épaisseur, et un bloc d'acier de 10 mm d'épaisseur perforé pour permettre l'introduction d'un couple thermoélectrique pour le contrôle de la température.

12.2 Eprouvette

L'éprouvette, dont la hauteur doit être comprise entre 12 mm et 15 mm, doit être constituée par un certain nombre de plaquettes de matériau de 20 cm^2 environ (des plaquettes mesurant 40 mm x 40 mm sont recommandées). Lors de la préparation des éprouvettes, il y a lieu de veiller à leur bonne reproductibilité et à ce que les quatre bords de chaque plaquette soient coupés proprement.

Pour effectuer les essais, former une pile comprenant alternativement les n plaquettes de matériau constituant l'éprouvette et (n + 1) plaquettes d'acier de surface identique, le bloc d'acier perforé étant placé au milieu de la pile que l'on aligne le mieux possible verticalement.

12.3 Mode opératoire

Une pile préparée conformément aux instructions de 12.2 doit être placée entre les plateaux de la presse portée préalablement à une température comprise entre 5 °C et 10 °C au-dessus de la température spécifiée dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3. L'ensemble est alors soumis à une pression de 60 MPa. Il doit être entouré d'une isolation thermique. Quand la température indiquée par le couple thermoélectrique (voir 12.1) atteint celle qui est spécifiée dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3, les deux conditions (température et pression) sont maintenues pendant 30 min et la tranche des éprouvettes doit ensuite être attentivement examinée.

NOTE D'autres conditions de temps, température et pression peuvent être spécifiées dans le contrat.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The stiffness will be given in newtons per metre and is calculated as follows:

$$\text{Rigidity} = \frac{F_{\max}}{l} \text{(N/m)} \qquad (19)$$

where

$F_{\max}$ is the maximum flexural load (N);

l is the length of test specimen (m).

11.4 Statement of results

The mean values and the maximum and minimum values of the stiffness in machine and transverse direction shall be reported separately. Where the carrier is made of glass fabric, the machine direction means with deflection of warp yarns and the transverse direction means with deflection of weft yarns.

The test temperature shall be reported.

12 Resistance to exudation and displacement

This test, generally reserved for materials for commutator separators, determines the displacement of the mica, the binder (exudation), or both, under specific conditions of temperature and pressure.

The test shall be considered as being very subjective and great care shall be used in describing the test results.

12.1 Test apparatus

Test apparatus shall consist of a press capable of exerting a pressure of 60 MPa on the test specimens, flat steel plates 2 mm thick, and a block of steel 10 mm thick drilled to permit the insertion of a thermocouple for measuring the temperature.

12.2 Test specimen

The test specimen shall be between 12 mm and 15 mm in height and shall consist of a number of small plates of material having a surface area of about 20 cm^2 (small plates measuring 40 mm $\times$ 40 mm are recommended). When the test specimens are being prepared, care should be taken to ensure their reproducibility and all four edges of each plate are cleanly cut.

To undertake the test, an assembly is formed consisting of n small plates of material constituting the test specimen and (n + 1) steel plates having an identical surface area placed alternately, the drilled steel block being placed in the middle of the assembly and the best possible vertical alignment being ensured.

12.3 Procedure

An assembly prepared according to 12.2 shall be placed between the platens of the press which have been preheated to between 5 °C and 10 °C above the temperature specified in the specification sheets IEC 60371-3. The assembly shall then be subjected to a pressure of 60 MPa. Surround the assembly with thermal insulation. When the temperature indicated by the thermocouple (see 12.1) reaches the temperature specified in the specification sheets of IEC 60371-3, the two conditions (temperature and pressure) are maintained for 30 min, after which the edges of the test specimens shall be carefully inspected.

NOTE Other test conditions of time, temperature and pressure can be as stated in the contract.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

12.4 Expression des résultats

Ce qui suit doit être noté:

– tout glissement du matériau;
– toute exsudation révélée par la présence de gouttelettes de liant sur les tranches des éprouvettes.

13 Compressibilité élastique et compressibilité plastique

Cet essai est réservé aux matériaux pour entrelames de collecteur.

La compressibilité élastique et la compressibilité plastique sont déterminées d'après les variations d'épaisseur du matériau essayé soumis à des variations cycliques de pression entre 7 MPa et 60 MPa, la mesure étant faite après stabilisation dimensionnelle (voir 13.3). La température de l'essai est celle qui est indiquée dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3 pour le matériau particulier. La compressibilité élastique et la compressibilité plastique doivent être exprimées en pourcentage de l'épaisseur mesurée sous 7 MPa.

13.1 Appareil d'essai

L'appareil d'essai doit être identique à celui qui est décrit en 12.1, l'appareillage étant muni, en supplément, des dispositifs de mesure permettant de mesurer la hauteur de la pile à 0,01 mm près.

13.2 Eprouvette

L'éprouvette doit être identique à celle qui est décrite en 12.2.

13.3 Mode opératoire

Une pile réalisée conformément aux instructions de 13.2 (voir 12.2) doit être soumise à une pression de 7 MPa à température ambiante et sa hauteur d_0 doit être mesurée. L'ensemble doit être entouré d'une isolation thermique. Puis, les plateaux doivent être chauffés à une température comprise entre 5 °C et 10 °C au-dessus de la température spécifiée (t_{spec}) pour les matériaux particuliers. Cette température doit être maintenue jusqu'à ce que le couple thermoélectrique indique la température précisée dans les feuilles de spécification de la CEI 60371-3 pour le matériau particulier. La pression de 7 MPa doit être maintenue. La hauteur totale d_1 de la pile doit alors être déterminée.

La pression exercée sur la pile doit ensuite être portée à 60 MPa en 1 min environ et être maintenue pendant 15 min.

La hauteur totale d_2 de la pile doit alors être déterminée.

La pression doit ensuite être abaissée progressivement à 7 MPa en 1 min environ et la hauteur totale de la pile de nouveau mesurée.

Le cycle doit être répété mais par palier de 5 min seulement et abaissé à 7 MPa. Les cycles doivent être répétés jusqu'à ce que les déterminations successives de d_1 et de d_2 soient constantes à 0,02 mm près, les cycles étant alors considérés comme stabilisés. Les valeurs d_1 et d_2 du dernier cycle stabilisé doivent être enregistrées sous les dénominations D_1 et D_2. Ensuite, la pile est refroidie à température ambiante sous une pression de 7 MPa et la hauteur d_5 est notée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

12.4 Statement of results

The following observations shall be recorded:

– any displacement of the material;
– any exudation revealed by the presence of small droplets of the binder on the edges of the test specimens.

13 Elastic compression and plastic compression

This test is reserved for materials for commutator separators.

The elastic compression and plastic compression shall be determined from the variations in thickness of the material being tested when submitted to cyclic pressure variations between the limits of 7 MPa and 60 MPa, measured after dimensional stabilization (see 13.3) has been achieved. The temperature of the test is that stated for the individual material in the specification sheets of IEC 60371-3. The elastic compression and plastic compression shall be expressed as a percentage of the thickness measured at 7 MPa.

13.1 Test apparatus

The test apparatus shall be identical to that described in 12.1, with the addition of a measuring device enabling the height of the stack to be measured to within 0,01 mm.

13.2 Test specimen

The test specimen shall be identical to that described in 12.2.

13.3 Procedure

A stack made up according to 13.2 (see 12.2) shall be subjected to a pressure of 7 MPa at room temperature and its height d_0 shall be measured. Surround the assembly with thermal insulation. The platens shall then be heated to between 5 °C and 10 °C above the temperature indicated in the specification (t_{spec}) for individual materials. This temperature shall be maintained until the thermocouple indicates the temperature given in the specification sheets of IEC 60371-3 for the individual material. The pressure of 7 MPa shall be maintained. The total height of the stack d_1 shall then be determined.

The pressure on the stack shall then be increased to 60 MPa over a period of about 1 min and maintained for 15 min.

The total height of the stack d_2 shall then be determined.

The pressure shall then be decreased to 7 MPa over a period of about 1 min and the total height of the stack again measured.

The cycle shall be repeated, but with a dwell time of 5 min only and decreased to 7 MPa. The cycles shall be repeated until successive determinations of d_1 and d_2 are constant within 0,02 mm, the cycles then being considered as stabilized. The values d_1 and d_2 of the last stabilized cycle shall be recorded as D_1 and D_2. The stack shall then be allowed to cool to room temperature under a pressure of 7 MPa and the height d_5 is recorded.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour tenir compte des déformations éventuelles de l'appareil et des plaquettes d'acier intermédiaires, une pile constituée par les plaquettes d'acier intercalaires et le bloc d'acier perforé qui sont utilisés pour l'essai doit être réalisée. Les hauteurs de cette pile, déterminées à la température spécifiée sous 7 MPa et 60 MPa, sont respectivement enregistrées sous les dénominations d_3 et d_4. La hauteur de la pile des plaquettes d'acier intercalaires d_6 doit aussi être enregistrée à 7 MPa et à la température ambiante.

13.4 Expression des résultats

Le nombre de plaquettes constituant l'éprouvette ainsi que la hauteur d_0 de celle-ci doivent être notés.

La compressibilité élastique du matériau soumis à l'essai est obtenue en appliquant la formule suivante:

$$\frac{(D_1 - d_3) - (D_2 - d_4)}{(D_1 - d_3)} \times 100\,(\%) \qquad (20)$$

La compressibilité plastique du matériau soumis à l'essai est obtenue en appliquant la formule suivante:

$$\frac{d_0 - d_5}{d_0 - d_6} \times 100(\%) \qquad (21)$$

NOTE Une illustration typique peut être obtenue en traçant les courbes indiquant les pourcentages rapportés à D_1 à t_{spec} des variations d'épaisseur en fonction de la pression lors des cycles successifs de compression et de décompression (voir Figure 5).

14 Ecoulement de résine et consolidation

La valeur de la température pour cet essai doit être celle indiquée dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3 ou celle indiquée au contrat.

14.1 Eprouvette

A l'aide d'un gabarit, découper assez de carrés de matériau mesurant 50 mm × 50 mm pour qu'une fois qu'ils sont empilés, la somme des épaisseurs nominales fasse 2 mm environ. Débarrasser les morceaux à essayer de toutes les particules libres et des fibres protubérantes et aligner les carrés avec précision.

Pour les matériaux livrés en ruban, former l'empilement pour avoir une épaisseur nominale de 2 mm non pressée en utilisant assez de couches de ruban alignées en croisant à angle droit les couches successives. Certaines largeurs de ruban peuvent nécessiter le découpage des côtés pour obtenir un carré de 50 mm × 50 mm.

14.2 Mode opératoire

Peser l'éprouvette d'essai au milligramme près (m_1).

Noter le pourcentage de teneur en résine (C_b), déterminé conformément à 7.4.

Mesurer l'épaisseur de l'empilage (t_1) par la méthode donnée en 4.1.2 (0,7 MPa).

Centrer l'éprouvette entre des plaques compensatrices dont l'épaisseur ne dépasse pas 1,5 mm à une température comprise entre 15 °C et 35 °C. On n'utilise pas de butées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

To take account of any deformation of the apparatus and the intermediate steel plates, a stack shall be made of the steel plates and the drilled steel block used for the test. The stack heights, at the specified temperature for pressures of 7 MPa and 60 MPa, are recorded as d_3 and d_4 respectively. The stack height of the intermediate steel plates d_6 shall also be recorded at 7 MPa and room temperature.

13.4 Statement of results

The number of layers constituting the test specimen shall be recorded, as well as its height d_0.

The elastic compression of the material being tested is determined using the following formula:

$$\frac{(D_1 - d_3) - (D_2 - d_4)}{(D_1 - d_3)} \text{ x } 100\,(\%) \tag{20}$$

The plastic compression of the material being tested is determined by the following formula:

$$\frac{d_0 - d_5}{d_0 - d_6} \times 100(\%) \tag{21}$$

NOTE A typical illustration may be obtained by plotting the curves giving the percentages relative to D_1 at t_{spec} of the variations in thickness in relation to the pressure during the successive cycles of compression and decompression (see Figure 5).

14 Resin flow and consolidation

The temperature for this test shall be that noted in the specification sheets of IEC 60371-3 or as stated in the contract.

14.1 Test specimen

Using a template, cut sufficient squares of material 50 mm × 50 mm so that when stacked the aggregate of nominal thicknesses is about 2 mm. Clean off all loose particles and projecting fibres from the pieces to be tested and align the squares accurately.

For tape material, build up the stack to give a 2 mm nominal unpressed thickness by using sufficient layers of butted tape with successive layers at right angles. With certain widths of tape, it may be necessary to cut the sides to obtain 50 mm × 50 mm.

14.2 Procedure

Weigh the test piece to the nearest milligram (m_1).

Record the percentage resin content (C_b), determined in accordance with 7.4.

Measure the thickness of the stack (t_1) by the method given in 4.1.2 (0,7 MPa).

Place the test piece centrally between caul plates not exceeding 1,5 mm in thickness and at a temperature between 15 °C to 35 °C. Stops are not used.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Introduire l'ensemble formé par l'éprouvette et les plaques dans une presse chauffée préalablement à la température indiquée dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3.

Fermer immédiatement la presse et appliquer une force de 1 MPa. Traiter l'éprouvette pendant (5 ± 1) min. Retirer l'éprouvette d'entre les plaques compensatrices.

Enlever l'écoulement de résine en prenant soin de ne pas enlever de mica ou de support. Procéder à une nouvelle pesée de l'éprouvette au milligramme près (m_2)

Si l'on rencontre des difficultés à n'enlever que l'écoulement de résine, on peut utiliser une méthode de rechange, par exemple, couper une petite partie de l'ensemble pressé et effectuer les calculs correspondants.

Mesurer l'épaisseur (t_2) en utilisant la méthode exposée en 4.1.2 (0,7 MPa).

14.3 Expression des résultats

L'écoulement de résine à la température spécifiée, exprimé en masse, est:

$$\textit{écoulement de résine} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 C_b} \text{ x } 10^4 \,(\%) \tag{22}$$

$$\textit{consolidation} = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \text{x} 100\,(\%) \tag{23}$$

15 Temps de gélification

Découper et empiler dix morceaux de matériau mesurant 100 mm × 25 mm. Pour les rubans de moins de 25 mm de large, la largeur de l'éprouvette doit être celle du ruban.

Presser la pile sur une plaque chauffée à une température de surface de 170 °C ± 2 K en extrayant la résine fondue. Un chronomètre est déclenché au moment où la résine vient en contact avec la plaque chauffante.

Après que la résine a fondu et que 75 % du temps de gélification spécifié s'est écoulé, la résine est remuée avec un bâtonnet de bois de 3 mm de diamètre, en le maintenant aussi vertical que possible et en mélangeant le centre aussi bien que le bord de la résine en fusion. Pendant l'agitation, le diamètre du bain de résine fondue ne doit pas être supérieur à 25 mm.

A l'approche du temps de gélification, la résine devient collante et forme des filaments; le temps de gélification est atteint quand il n'y a plus formation de filaments et que la résine n'est plus collante, mais encore élastique. A cet instant, le chronomètre est arrêté et le temps écoulé, mesuré en secondes, doit être pris comme temps de gélification. Lorsque cet essai est réalisé, on doit garder présent à l'esprit que l'appréciation du point de fin de gélification est quelque chose de subjectif.

16 Rigidité diélectrique

Cet essai doit être effectué conformément à la CEI 60243-1.

16.1 Electrodes

Chaque feuille de spécification de la CEI 60371-3 doit indiquer si les électrodes d'essais doivent être conformes aux Figures 1a, 1b ou 2 de la CEI 60243-1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Insert the assembly of plates and test piece in a press preheated to the temperature given in the specification sheets of IEC 60371-3.

Close the press immediately and apply a force of 1 MPa. Cure the test piece for (5 ± 1) min. Remove the test specimen from between the caul plates.

Remove the resin flash, being careful not to remove any mica or carrier. Re-weigh the test piece to the nearest milligram (m_2).

If difficulty is found in ensuring that only resin is removed, then alternative methods may be used, e.g. cut out a smaller section from pressed laminate and calculate accordingly.

Measure the thickness (t_2) using the method given in 4.1.2 (0,7 MPa).

14.3 Statement of results

The resin flow at the specified temperature, by weight, is as follows:

$$resin\ flow = \frac{m_1 - m_2}{m_1 C_b} \text{ x } 10^4\ (\%) \tag{22}$$

$$consolidation = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \text{ x } 100\,(\%) \tag{23}$$

15 Gel time

Cut and stack ten pieces of material 100 mm × 25 mm. For tape less than 25 mm. wide, the test piece shall be the width of the tape under test.

Press the stack on a hot plate maintained at a surface temperature of 170 °C ± 2 K squeezing out the molten resin. A timer shall be started at the moment the resin comes into contact with the hot plate.

After the resin has melted and 75 % of the specified gel time has elapsed, the resin shall be stirred using a wooden stick 3 mm in diameter, holding the stick as near vertical as possible and mixing the centre as well as the edges of the molten resin. While stirring, the diameter of the pool of melted resin shall not exceed 25 mm.

Approaching the gel point, the resin becomes tacky and forms strings; the gel point is reached when it no longer forms strings and is no longer tacky, but is still elastic. At this point, the timer shall be stopped and the elapsed time, measured in seconds, shall be taken as the gel time. The subjectivity of this end point shall be born in mind when using this test.

16 Electric strength

This test shall be conducted in accordance with IEC 60243-1.

16.1 Electrodes

Each specification sheet of IEC 60371-3 shall specify whether the test electrodes used shall be in accordance with Figures 1a, 1b, or 2 of IEC 60243- 1.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

16.2 Eprouvettes

L'épaisseur de l'éprouvette doit être celle du produit à l'état de livraison, sauf spécification contraire indiquée dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3.

La taille de la surface de l'éprouvette doit être choisie en fonction de l'épaisseur du produit, de façon à éviter tout contournement superficiel entre les électrodes.

En cas de matériau durcissable, les éprouvettes doivent être préparées conformément aux instructions de l'Article 3. Les éprouvettes doivent mesurer au moins 250 mm × 250 mm. Leur épaisseur doit être de 1 mm et ne doit pas comprendre moins de trois couches.

Le nombre d'essai doit être de cinq, qui peuvent être effectués sur un même morceau. L'épaisseur doit être mesurée à ±0,1 mm près.

16.3 Mode opératoire

Les pièces doivent être soumises à l'essai, soit dans l'huile, soit dans l'air, après avoir été conditionnées conformément à l'Article 5 de la CEI 60243-1. Le milieu dans lequel est effectué l'essai doit être spécifié dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3. L'application de la tension doit être conforme à 9.1 de la CEI 60243-1. Le critère de claquage doit être conforme à l'Article 10 de la CEI 60243-1.

16.4 Expression des résultats

En accord avec l'Article 12 de la CEI 60243-1.

17 Caractéristique du facteur de dissipation/température aux fréquences de 48 Hz à 62 Hz

17.1 Eprouvette

L'éprouvette doit mesurer approximativement 150 mm × 150 mm × 2 mm. Dans le cas de matériau durcissable, l'éprouvette doit être préparée conformément aux instructions de l'Article 3.

17.2 Conditions d'essai

Effectuer les essais dans l'air à des valeurs de température espacées d'environ 10 K, à partir de 30 °C jusqu'à la température spécifiée dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3.

17.3 Electrodes

Utiliser les électrodes décrites dans la CEI 60250. L'électrode de 100 mm de diamètre convient très bien pour l'essai sous haute tension. Pour la basse tension, l'électrode employée doit être de 75 mm de diamètre et doit être entourée d'un anneau protecteur d'environ 10 mm de large, écarté de 1,5 mm à 2,0 mm de l'électrode. Les électrodes doivent être supportées par des électrodes de laiton dont les bords vifs doivent avoir été arrondis selon un rayon dépassant 0,8 mm.

17.4 Mode opératoire

Effectuer l'essai à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz à l'aide d'un appareil approprié selon la CEI 60250 et en exerçant une contrainte maximale de 1,5 kV/mm (d'épaisseur mesurée).

Mesurer le facteur de dissipation sur les éprouvettes aux températures données ci-dessus et tracer une courbe du facteur de dissipation en fonction de la température.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

16.2 Test specimen

The thickness of the test specimen shall be that of the product as received, unless otherwise specified in the specification sheets of IEC 60371-3.

The surface area of the test specimen shall be chosen in relation to the thickness of the product such as to avoid any superficial flashover between the electrodes.

In the case of curable materials, the test specimens shall be prepared in accordance with Clause 3. The test specimens shall be at least 250 mm × 250 mm. The test specimen thickness shall be 1 mm and shall consist of not less than three layers.

The number of tests shall be five and may be made on the same piece. The thickness shall be measured to ±0,1 mm.

16.3 Procedure

The pieces shall be tested in either air or oil after conditioning according to Clause 5 of IEC 60243-1. The testing medium shall be specified in the specification sheets of IEC 60371-3. The application of voltage shall be in accordance with 9.1 of IEC 60243-1. The criterion of breakdown shall be in accordance with Clause 10 of IEC 60243-1.

16.4 Statement of results

In accordance with Clause 12 of IEC 60243- 1.

17 Dissipation factor/temperature characteristics at frequencies of between 48 Hz and 62 Hz

17.1 Test specimen

The test specimen shall measure approximately 150 mm × 150 mm × 2 mm. In the case of curable materials, it shall be prepared in accordance with Clause 3.

17.2 Test conditions

Carry out the tests in air at temperature intervals of about 10 K, from 30 °C up to the temperature specified in the relevant specification sheets of IEC 60371-3.

17.3 Electrodes

Use electrodes as described in IEC 60250. A suitable arrangement shall be for the high voltage electrode to be 100 mm in diameter, the low voltage electrode shall be 75 mm in diameter and surrounded by a guard ring approximately 10 mm wide, with 1,5 mm to 2,0 mm clearance between electrode and guard ring. The electrodes shall be backed with brass electrodes from which the sharp edges shall be removed to a radius at the edge exceeding 0,8 mm.

17.4 Procedure

Make the test at a frequency of between 48 Hz and 62 Hz by means of a suitable apparatus in accordance with IEC 60250 and using a maximum stress of 1,5 kV/mm on the measured thickness.

Measure the dissipation factor on the test pieces at the temperatures given above and plot the dissipation factor against temperature.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

17.5 Expression des résultats

En accord avec l'Article 8 de la CEI 60250.

18 Caractéristique du facteur de dissipation/tension aux fréquences de 48 Hz à 62 Hz

18.1 Eprouvette

L'éprouvette doit mesurer approximativement 150 mm × 150 mm × 2 mm. Dans le cas de matériau durcissable, l'éprouvette doit être préparée conformément aux instructions de l'Article 3.

18.2 Conditions d'essai

Les essais doivent être effectués à l'air avec des tensions croissant par paliers de 1 kV, à partir de 1 kV jusqu'à 20 kV ou jusqu'au point de déviation de la courbe, selon ce qui se produit en premier lieu.

18.3 Electrodes

Selon les instructions indiquées en 17.3.

18.4 Mode opératoire

Effectuer l'essai à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz, dans l'air, à une température de 23 °C ± 2 K, à l'aide d'un appareil approprié selon la CEI 60250. Mesurer le facteur de dissipation aux tensions données ci-dessus et tracer une courbe du facteur de dissipation en fonction de la tension.

18.5 Expression des résultats

En accord avec l'Article 8 de la CEI 60250.

19 Recherche des défauts et des particules conductrices

Jusqu'à ce qu'une méthode de détection des défauts ait été établie, le type et le nombre de défauts doivent faire l'objet d'un contrat.

20 Pénétration

20.1 Appareillage d'essai

L'appareil doit être un pénétromètre Williams avec une surface d'essai de 6 cm ± 0,05 cm de diamètre (voir Figure 6).

NOTE 1 Le récipient pour le liquide d'essai, qui peut être soit réchauffé, soit refroidi, sera muni d'un thermostat.

Un système de mesure du temps, qui sera, par exemple un chronomètre permettant de mesurer le temps avec une précision de 0,1 s.

Le liquide d'essai doit être un mélange de 60 % en volume d'huile de ricin (raffinée deux fois) et de 40 % en volume de toluène.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

17.5 Statement of results

In accordance with Clause 8 of IEC 60250.

18 Dissipation factor/voltage characteristics at frequencies of between 48 Hz and 62 Hz

18.1 Test specimen

The test specimen shall measure approximately 150 mm × 150 mm × 2 mm. In the case of curable materials, it shall be prepared in accordance with Clause 3.

18.2 Test conditions

Carry out the tests in air at voltages from 1 kV, in steps of 1 kV, up to 20 kV or to the deflection point of the curve, whichever comes first.

18.3 Electrodes

According to the instructions given in 17.3.

18.4 Procedure

Make the tests at a frequency of between 48 Hz and 62 Hz in air at 23 °C ± 2 K by means of a suitable apparatus in accordance with IEC 60250. Measure the dissipation factor at the voltages given above and plot the dissipation factor against voltage.

18.5 Statement of results

In accordance with Clause 8 of IEC 60250.

19 Detection of defects and conductive particles

Until a method of detection of defects has been agreed, the type and number of defects shall be subject to contract.

20 Penetration

20.1 Test apparatus

The apparatus shall be a Williams type penetrometer, with a test area of 6 cm ± 0,05 cm diameter (see Figure 6).

NOTE 1 The container for the test liquid can be heated and cooled and should be thermostatically controlled.

A system of time measurement, for example a stop-watch permitting the time to be measured with an accuracy of 0,1 s.

The test liquid shall be a mixture of 60 % volume of castor oil (double-refined) and 40 % volume of toluene.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Masse volumique à 25 °C: 0,917 g/cm^3.

Viscosité à 25 °C: 26 m Pa·s.

NOTE 2 Comme le toluène est volatil, il convient que le liquide d'essai soit renouvelé tous les dix jours. Par ailleurs, le vieillissement de l'huile de ricin diminue la précision des mesures. Il est recommandé de ne pas utiliser de mélanges datant de plus de quatre mois.

20.2 Eprouvettes

L'essai doit être effectué avec des éprouvettes de 75 mm × 75 mm. Deux jeux de trois éprouvettes doivent être préparés.

20.3 Méthode d'essais

Mesurer l'épaisseur des éprouvettes par la méthode spécifiée dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3. Toutes les éprouvettes doivent être numérotées arbitrairement de 1 à 6, du même côté du papier de mica, à un endroit qui n'est pas touché par l'essai.

Les éprouvettes 2, 4 et 6 doivent être essayées avec la numérotation à l'extérieur (c'est-à-dire sur la surface qui n'est pas en contact avec le liquide d'essai). Les éprouvettes 1, 3 et 5 doivent être essayées avec la numérotation sur la surface en contact avec le liquide.

Remplir le pénétromètre de telle façon que le niveau du liquide se trouve à 5 mm du haut. Fixer les éprouvettes au-dessus du liquide à l'aide de l'anneau de serrage. Régler (à l'aide d'un thermostat) la température du liquide d'essai à 25 °C ± 0,5 K.

Faire partir le chronomètre dès que le pénétromètre a basculé de la position horizontale à une position oblique.

Arrêter le chronomètre lorsque la surface d'essai circulaire est complètement imbibée du liquide d'essai.

NOTE Il convient de remplacer le liquide perdu lors d'un essai avant le début de l'essai suivant.

20.4 Rapport d'essai

Reporter la valeur médiane, ainsi que les valeurs minimale et maximale des temps mesurés pour chaque série d'essais. Noter l'épaisseur.

21 Endurance thermique

L'endurance thermique doit être déterminée conformément à la CEI 60216.

La propriété choisie pour un matériau particulier et le critère final seront indiqués dans la feuille de spécification de la CEI 60371-3.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Density at 25 °C: 0,917 g/cm^3.

Viscosity at 25 °C: 26 mPa·s.

NOTE 2 As toluene is volatile, the test liquid should be renewed every ten days. Furthermore, the ageing of the castor oil reduces the accuracy of the measurement. It is recommended not to use mixtures older than four months.

20.2 Test specimens

The test shall be carried out with test specimens 75 mm × 75 mm. Two sets of three test specimens shall be prepared.

20.3 Method of test

Measure the thickness of the test specimens by the method specified in the specification sheets of IEC 60371-3. All test specimens shall be numbered randomly from 1 to 6, on the same side of the mica paper, on an area not affected by the testing.

Test specimens 2, 4 and 6 shall be tested with the figures outside (not in contact with the test liquid). Test specimens 1, 3 and 5 shall be tested with the designated surface in contact with the liquid.

Fill the penetrometer so that the level on the test liquid shall be within 5 mm from the top. Fix the test specimen above the liquid by means of a clamping ring. Maintain the temperature of the test liquid at 25 °C ± 0,5 K (thermostatically controlled).

Start the timing device when the penetrometer is brought from horizontal into the inclined position.

Stop the time measurement when the circular test area is completely impregnated by the test liquid.

NOTE Losses of test liquid caused by testing should be replaced before the subsequent test.

20.4 Statement of results

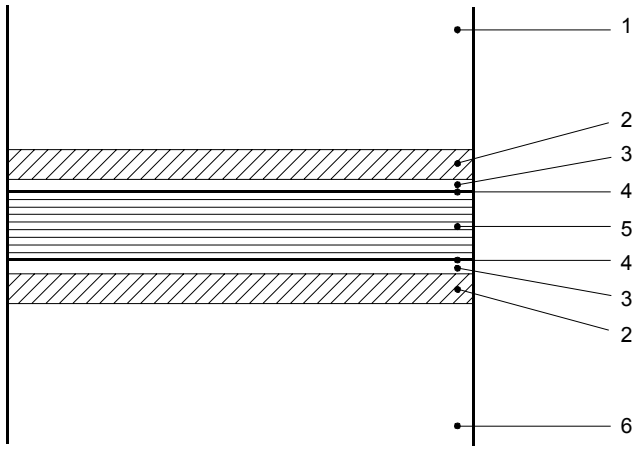
Report the central value and the minimum and maximum values of the time measurements for each set of the test specimens. Note the thickness.

21 Thermal endurance

The thermal endurance shall be determined in accordance with IEC 60216.

The property chosen for a particular material and the end point criterion will be given in the specification sheets of IEC 60371-3.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



Légende

1 plaque chauffante supérieure
2 coussin de pressage
(dix couches de papier Kraft ou d'autres matériaux tels que le papier aramide, le tissu aramide ou le tissu de verre. Le coussin de pressage doit avoir une épaisseur de 1 mm à 2 mm)
3 plaque compensatrice
(acier chromé, 2 mm d'épaisseur)
4 feuille intermédiaire
(par exemple film de triacétate)
5 empilage
6 plaque chauffante inférieure

Figure 1 – Montage des empilages pour la préparation des éprouvettes stratifiées

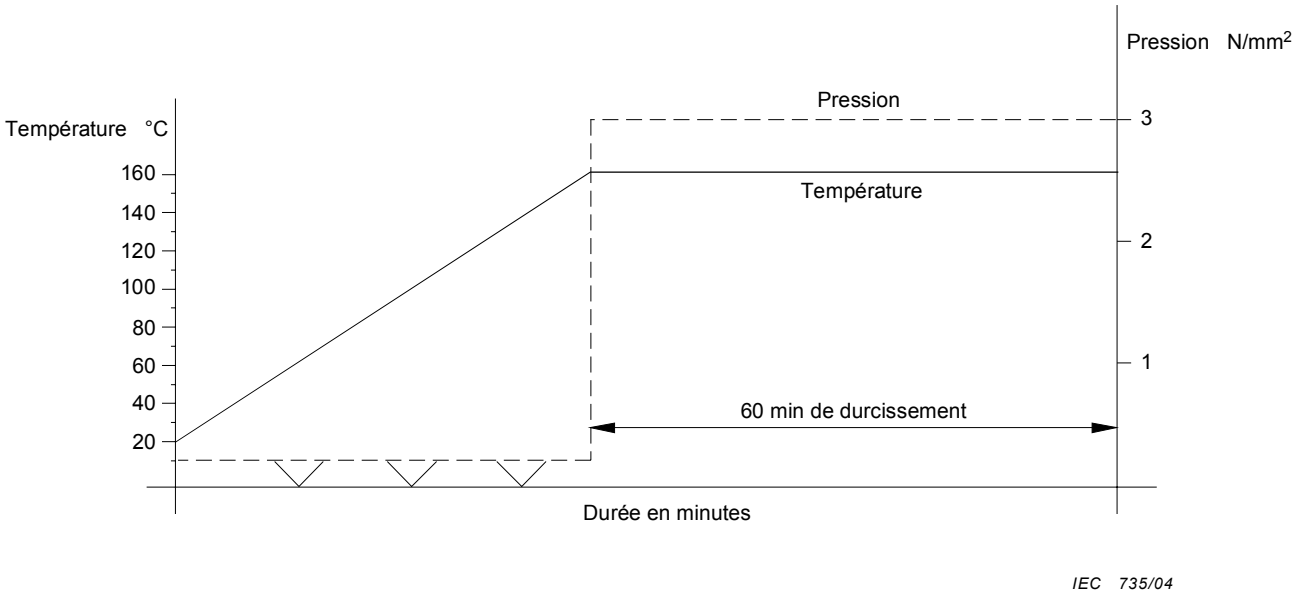
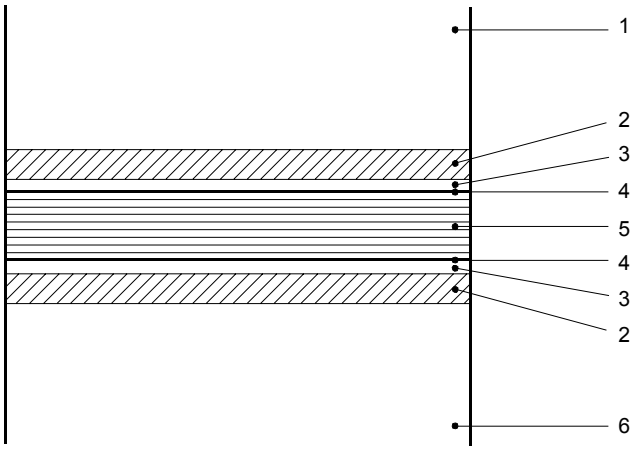


Figure 2 – Conditions pour la méthode de pressage

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

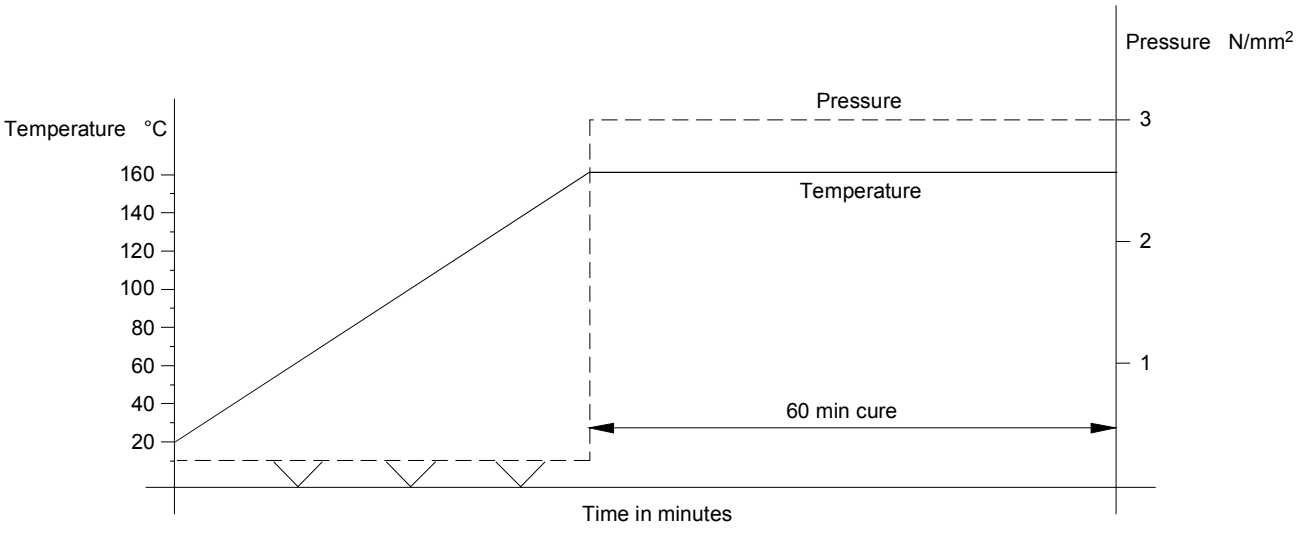


IEC 734/04

Key

1 upper heating plate
2 pressing pad (ten layers of Kraft paper or other materials such as aramid paper, aramid cloth or glass cloth. The pressing pad shall have a thickness of 1 mm to 2 mm.)
3 caul plate (chromium steel, 2 mm thick)
4 release material (e.g. triacetate film)
5 stack
6 lower heating plate

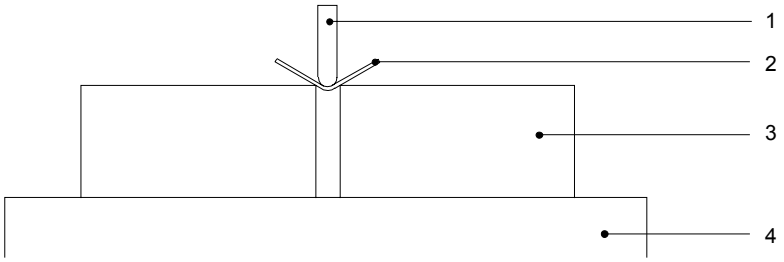
Figure 1 – Assembly of stacks for preparing test laminates



IEC 735/04

Figure 2 – Conditions for press procedure

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale



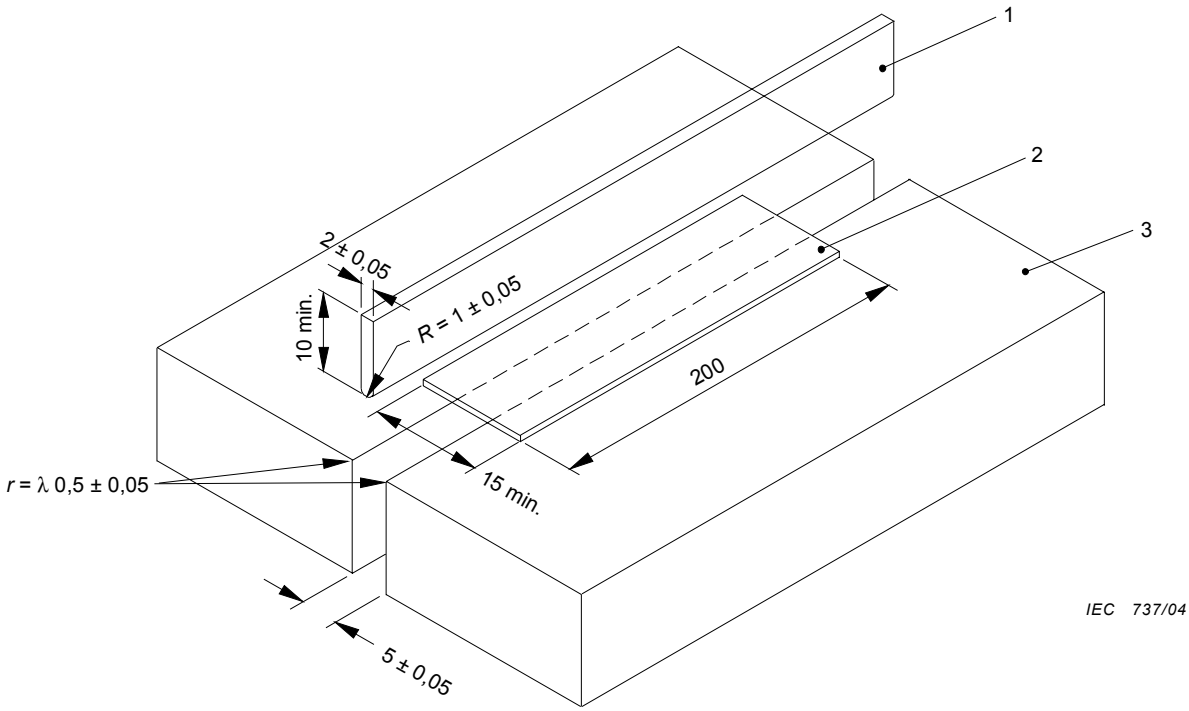
IEC 736/04

Légende

1 barre de pénétration
2 éprouvette
3 plate-forme de support
4 dynamomètre

Figure 3 – Appareil pour mesurer la rigidité (Vue de profil)

Dimensions in millimetres



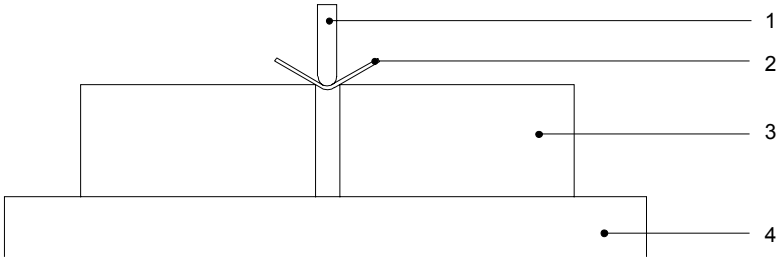
IEC 737/04

Légende

1 barre de pénétration
2 éprouvette
3 plate-forme de support

Figure 4 – Appareil pour mesurer la rigidité

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale



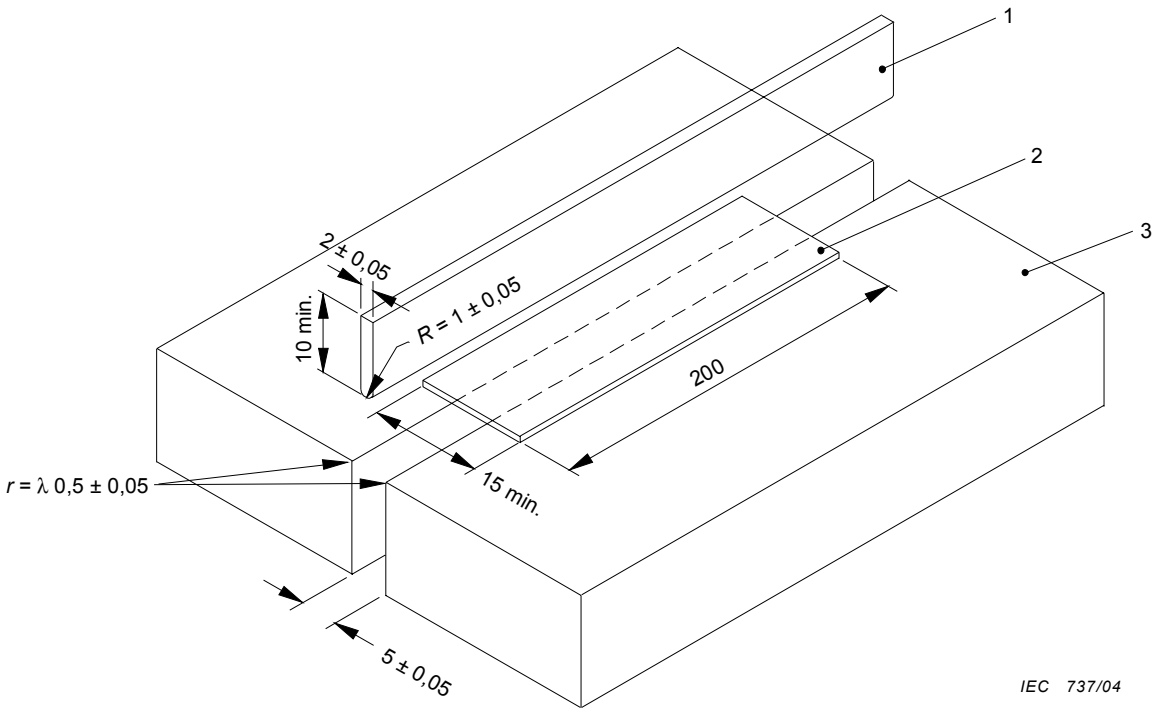
Key

1 penetration bar
2 test specimen
3 support platform
4 force-measuring device

IEC 736/04

Figure 3 – Apparatus for measurement of stiffness

Dimensions in millimetres



IEC 737/04

Key

1 penetration bar
2 test specimen
3 support platform

Figure 4 – Apparatus for measurement of stiffness

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

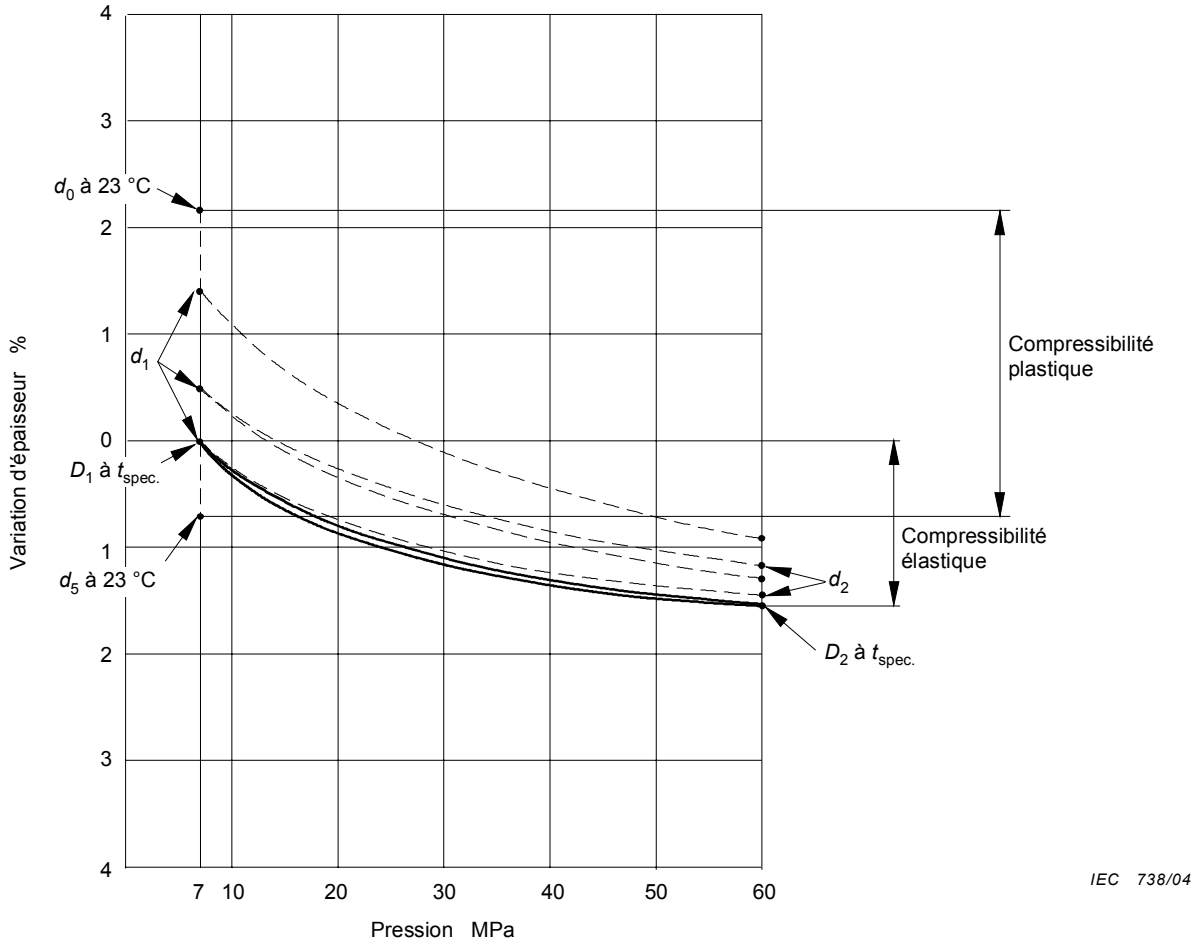


Figure 5 – Compressibilité élastique, compressibilité plastique

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

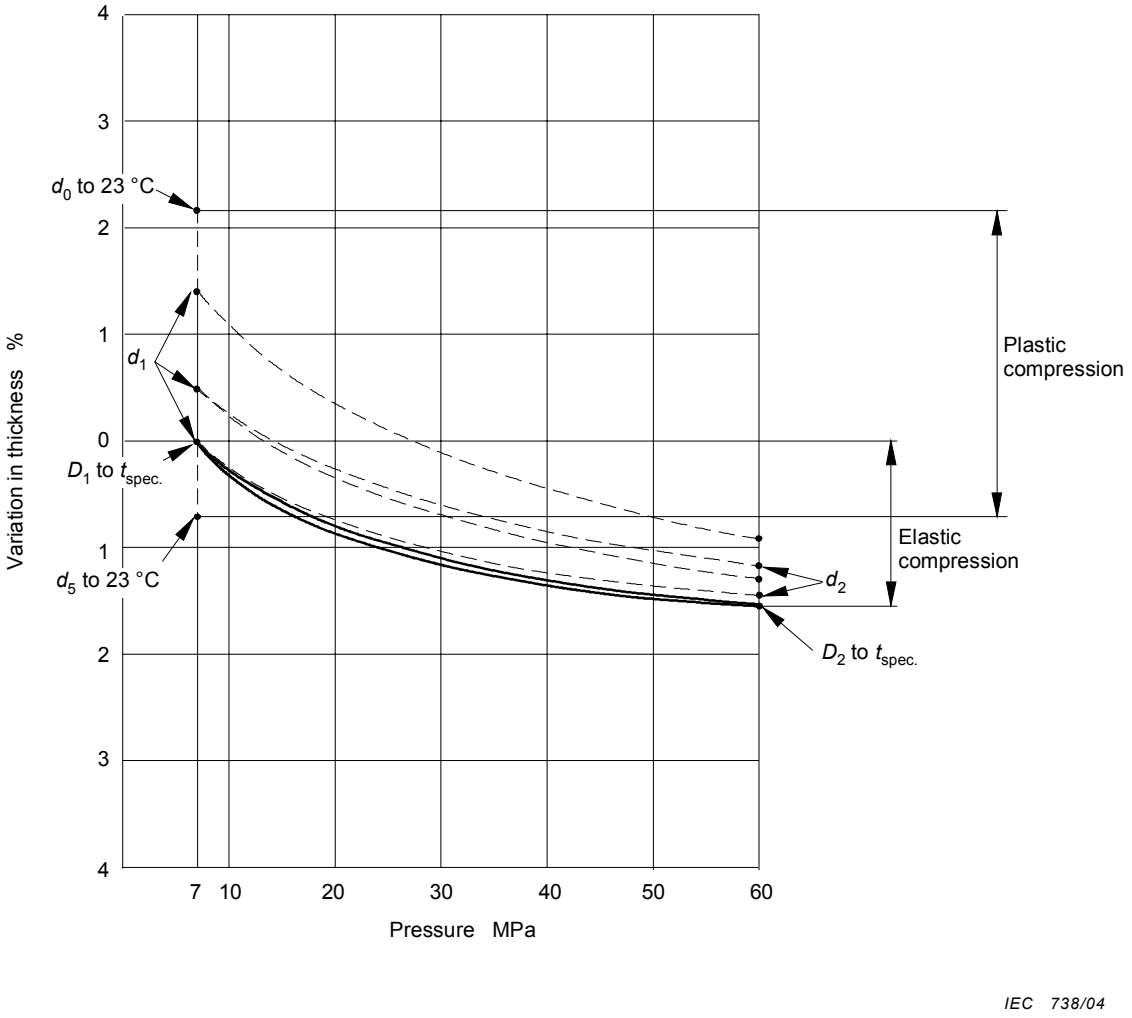


Figure 5 – Elastic compression, plastic compression

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

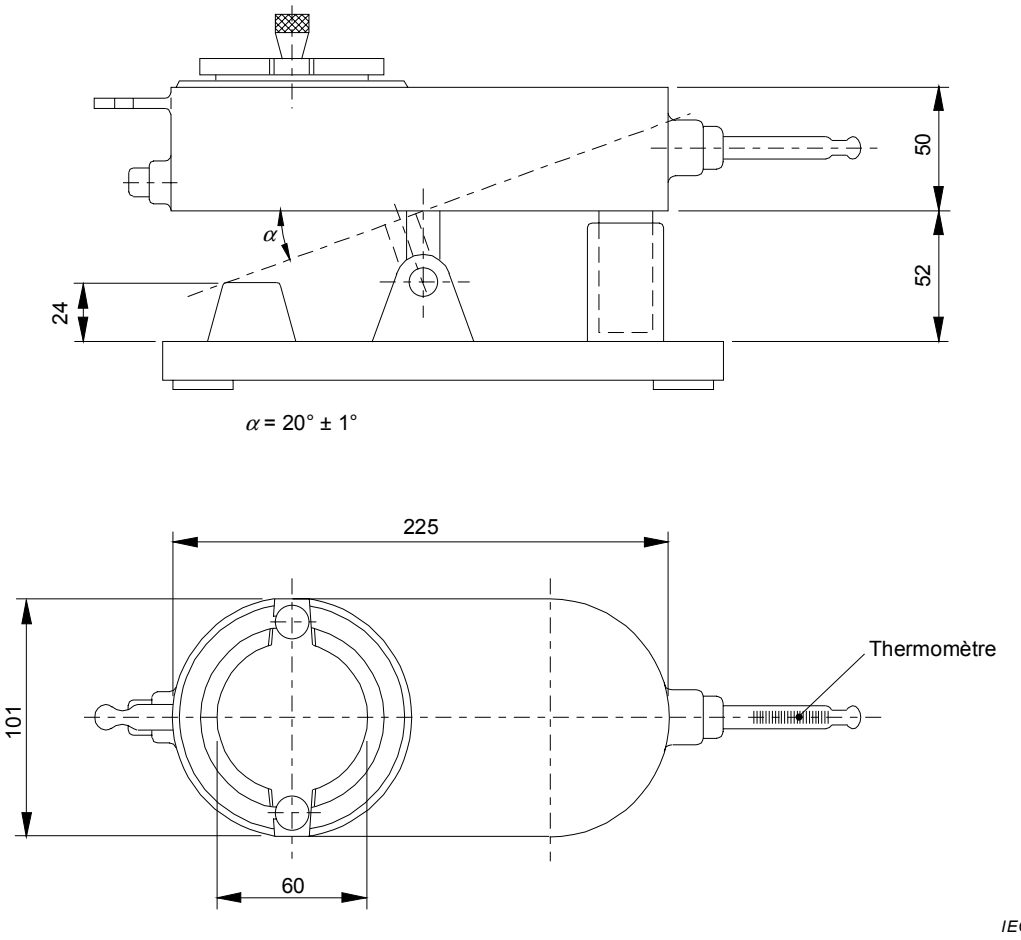


Figure 6 – Pénétromètre Williams de modèle standard

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

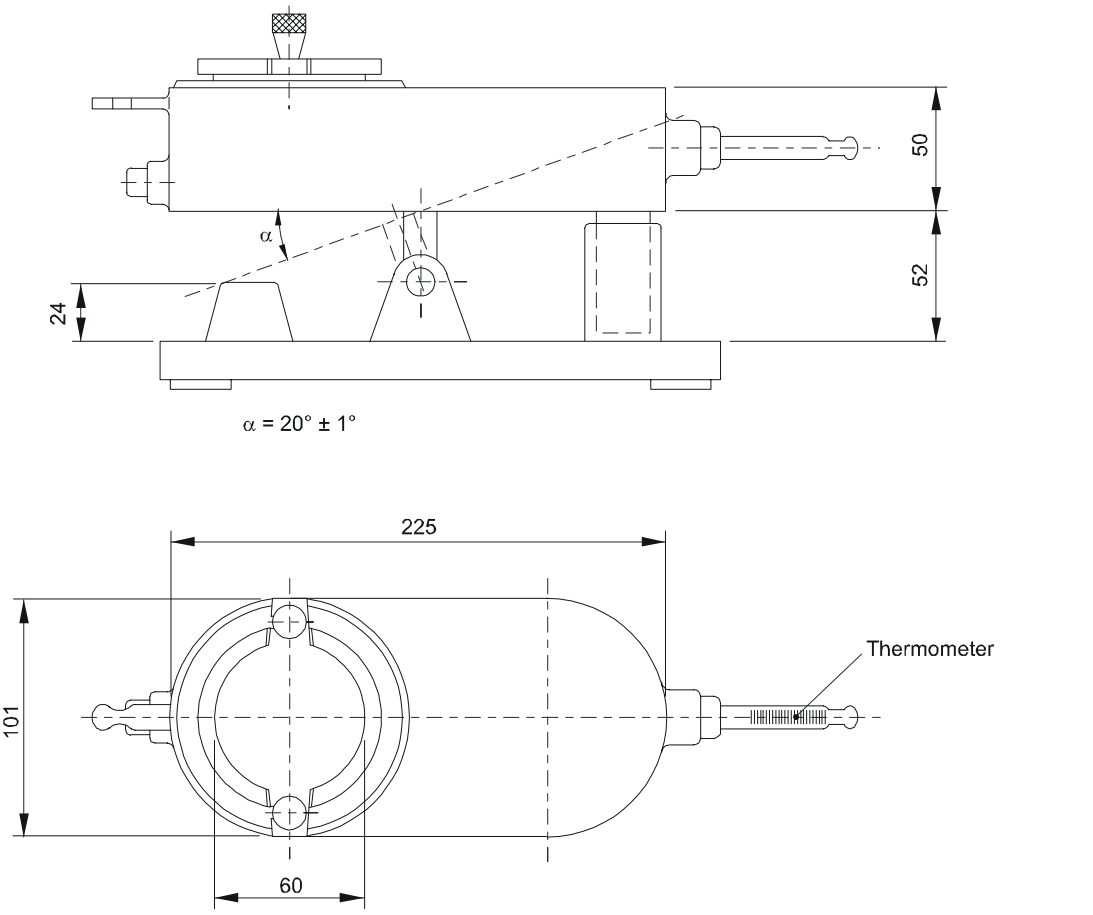


Figure 6 – Standard Williams type penetrometer

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annexe A
(normative)

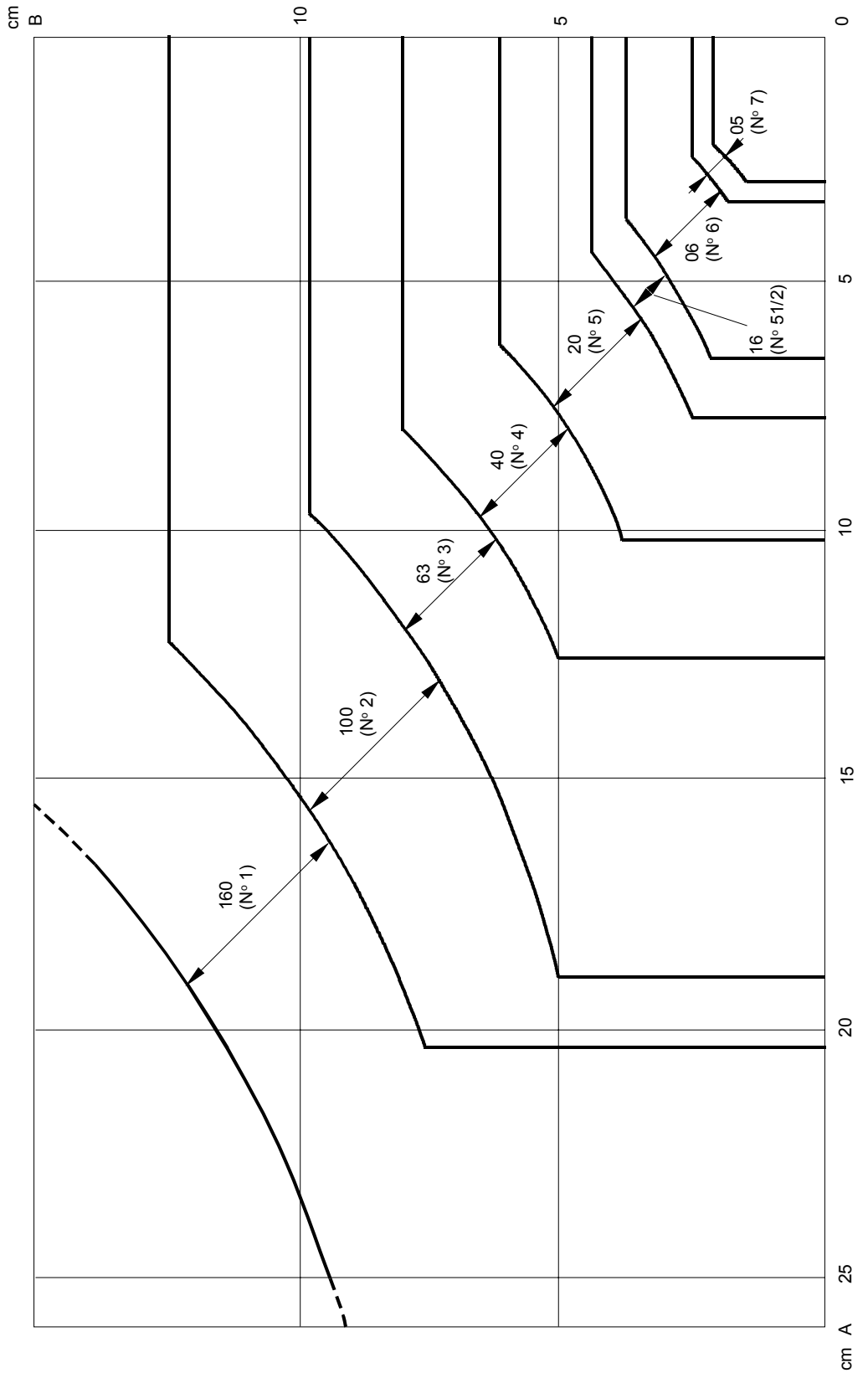
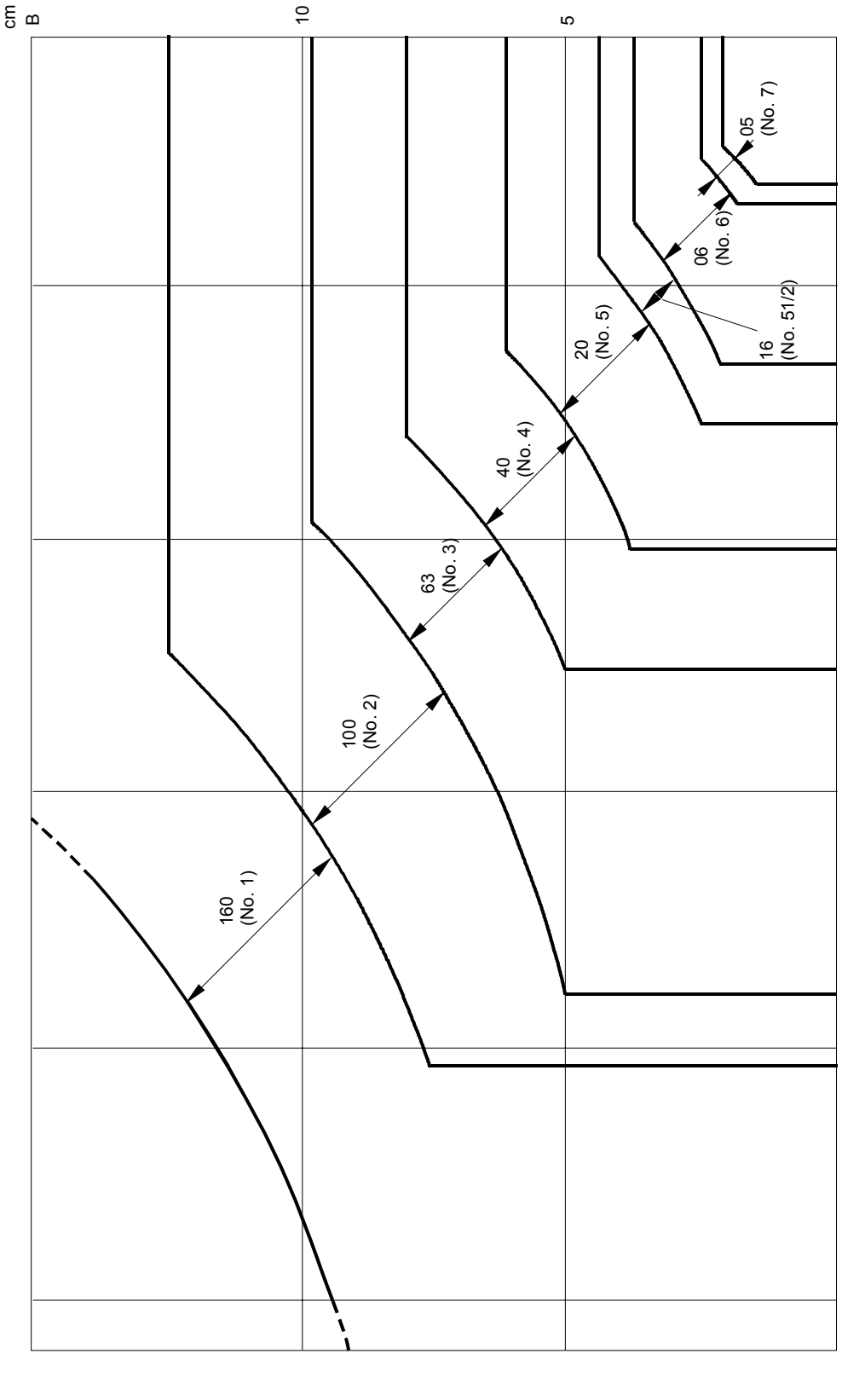


Figure A.1 – Diagramme de calibration pour les blocs de mica, épaisseurs et clivures

IEC 740/04

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Annex A
(normative)



IEC 740/04

Figure A.1 – Grading chart for mica blocks, thins and splittings

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC**/CSC at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembé
1211 GENEVA 20
Switzerland

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: *(e.g. 60601-1-1)*

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard *(tick all that apply).* I am the/a:

purchasing agent ❑
librarian ❑
researcher ❑
design engineer ❑
safety engineer ❑
testing engineer ❑
marketing specialist ❑
other.....

Q3 I work for/in/as a: *(tick all that apply)*

manufacturing ❑
consultant ❑
government ❑
test/certification facility ❑
public utility ❑
education ❑
military ❑
other.....

Q4 This standard will be used for: *(tick all that apply)*

general reference ❑
product research ❑
product design/development ❑
specifications ❑
tenders ❑
quality assessment ❑
certification ❑
technical documentation ❑
thesis ❑
manufacturing ❑
other.....

Q5 This standard meets my needs: *(tick one)*

not at all ❑
nearly ❑
fairly well ❑
exactly ❑

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: *(tick all that apply)*

standard is out of date ❑
standard is incomplete ❑
standard is too academic ❑
standard is too superficial ❑
title is misleading ❑
I made the wrong choice ❑
other .....

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:
(1) unacceptable,
(2) below average,
(3) average,
(4) above average,
(5) exceptional,
(6) not applicable

timeliness.....
quality of writing.....
technical contents.....
logic of arrangement of contents .....
tables, charts, graphs, figures.....
other .....

Q8 I read/use the: *(tick one)*

French text only ❑
English text only ❑
both English and French texts ❑

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 Genève 20
Suisse

ou

Télécopie: **CEI**/CSC +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

Nicht frankieren
Ne pas affranchir

Non affrancare
No stamp required

A Prioritaire

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)
Commission Electrotechnique Internationale
3, rue de Varembé
1211 GENÈVE 20
Suisse

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (*ex. 60601-1-1)*

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

agent d'un service d'achat ❑
bibliothécaire ❑
chercheur ❑
ingénieur concepteur ❑
ingénieur sécurité ❑
ingénieur d'essais ❑
spécialiste en marketing ❑
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

dans l'industrie ❑
comme consultant ❑
pour un gouvernement ❑
pour un organisme d'essais/ certification ❑
dans un service public ❑
dans l'enseignement ❑
comme militaire ❑
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

ouvrage de référence ❑
une recherche de produit ❑
une étude/développement de produit ❑
des spécifications ❑
des soumissions ❑
une évaluation de la qualité ❑
une certification ❑
une documentation technique ❑
une thèse ❑
la fabrication ❑
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

pas du tout ❑
à peu près ❑
assez bien ❑
parfaitement ❑

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

la norme a besoin d'être révisée ❑
la norme est incomplète ❑
la norme est trop théorique ❑
la norme est trop superficielle ❑
le titre est équivoque ❑
je n'ai pas fait le bon choix ❑
autre(s) .....

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

publication en temps opportun .....
qualité de la rédaction.....
contenu technique .....
disposition logique du contenu .....
tableaux, diagrammes, graphiques, figures.....
autre(s) .....

Q8 Je lis/utilise: *(une seule réponse)*

uniquement le texte français ❑
uniquement le texte anglais ❑
les textes anglais et français ❑

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

--`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

ISBN 2-8318-7548-X



ICS 17.220.99; 29.035.50

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

--`,,`,,`-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale