

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

371-2

Deuxième édition
Second edition
1987

**Spécification pour les matériaux isolants
à base de mica**

**Deuxième partie:
Méthodes d'essais**

**Specification for insulating materials
based on mica**

**Part 2:
Methods of test**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 371-2: 1987

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

371-2

Deuxième édition
Second edition
1987

**Spécification pour les matériaux isolants
à base de mica**

**Deuxième partie:
Méthodes d'essais**

**Specification for insulating materials
based on mica**

**Part 2:
Methods of test**

© CEI 1987 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

Bureau central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	8
Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Préparation des éprouvettes pour matériaux durcissables	8
3. Épaisseur	12
4. Masse volumique	16
5. Masse volumique apparente	16
6. Composition	16
7. Résistance à la traction et allongement à la rupture	24
8. Résistance à la flexion et module d'élasticité en courbure	24
9. Pliage	26
10. Rigidité	26
11. Résistance à l'exsudation et au glissement	28
12. Compressibilité élastique et compressibilité plastique	30
13. Ecoulement de résine et consolidation	32
14. Temps de gélification	34
15. Rigidité diélectrique	34
16. Caractéristique facteur de dissipation/température aux fréquences de 48 Hz à 62 Hz ...	36
17. Caractéristique facteur de dissipation/tension aux fréquences de 48 Hz à 62 Hz	38
18. Recherche des défauts et des particules conductrices	38
19. Pénétration	38
20. Endurance thermique	40
FIGURES	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	9
Clause	
1. Scope	9
2. Preparation of test specimens for curable materials	9
3. Thickness	13
4. Density	17
5. Apparent density	17
6. Composition	17
7. Tensile strength and elongation at break	25
8. Flexural strength and elastic modulus in bend	25
9. Folding	27
10. Stiffness	27
11. Resistance to exudation and displacement	29
12. Elastic compression and plastic compression	31
13. Resin flow and consolidation	33
14. Gel time	35
15. Electric strength	35
16. Dissipation factor/temperature characteristics at frequencies of between 48 Hz and 62 Hz	37
17. Dissipation factor/voltage characteristics at frequencies of between 48 Hz and 62 Hz ..	39
18. Detection of defects and conductive particles	39
19. Penetration	39
20. Thermal endurance	41
FIGURES	42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATION POUR LES MATÉRIAUX ISOLANTS À BASE DE MICA

Deuxième partie: Méthodes d'essais

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 15C: Spécifications, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette norme constitue la deuxième partie d'une série de publications traitant des matériaux isolants à base de mica en clivures ou de papier de mica avec ou sans renforcement qui sont utilisés dans l'équipement électrique, ainsi que du papier de mica à l'état pur.

Les autres parties sont:

Première partie: Définitions et prescriptions générales

Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapports de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
15C(BC)101 15C(BC)111 15C(BC)121	15C(BC)122 15C(BC)132 15C(BC)133	15C(BC)176	15C(BC)189

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants mentionnés dans le tableau ci-dessus.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR INSULATING MATERIALS BASED ON MICA

Part 2: Methods of test

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 15C: Specifications, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating Materials.

This is Part 2 of a series of publications dealing 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.

The other parts are:

Part 1: Definitions and General Requirements

Part 3: Specifications for Individual Materials

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

Six Months' Rule	Reports on Voting	Two Months' Rule	Report on Voting
15C(CO)101 15C(CO)111 15C(CO)121	15C(CO)122 15C(CO)132 15C(CO)133	15C(CO)176	15C(CO)189

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n°s 216: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques.
- 243 (1967): Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles.
- 250 (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).
- 371-3-1 (1984): Spécification pour les matériaux isolants à base de mica, Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers, Feuille 1: Matériaux pour entrelames de collecteurs.

Autres publications citées:

- ISO 67 (1981): Mica muscovite en blocs, en feuilles minces et en lamelles – Classification dimensionnelle par grades.
- ISO 178 (1975): Matières plastiques – Détermination des caractéristiques de flexion des matières plastiques rigides.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60371-2:1987

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publication Nos. 216: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials.
- 243 (1967): Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.
- 250 (1969): Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies Including Metre Wavelengths.
- 371-3-1 (1984): Specification for Insulating Materials Based on Mica, Part 3: Specifications for Individual Materials, Sheet 1: Commutator Separators and Materials.

Other publications quoted:

- ISO 67 (1981): Muscovite Mica Blocks, Thins and Films – Grading by Size.
- ISO 178 (1975): Plastics – Determination of Flexural Properties of Rigid Plastics.

Withheld
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60371-2:1987

SPÉCIFICATION POUR LES MATÉRIAUX ISOLANTS À BASE DE MICA

Deuxième partie: Méthodes d'essais

INTRODUCTION

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

Cette série comprend les trois parties suivantes:

1. Définitions et prescriptions générales.
2. Méthodes d'essai.
3. Matériaux particuliers.

1. Domaine d'application

Cette deuxième partie définit les méthodes d'essai qui sont applicables aux matériaux à base de mica, aux produits qui en sont issus et au papier de mica.

Remarque générale concernant les essais

Les essais sont effectués à température ambiante (15 °C à 35 °C), sauf si une température d'essai est prescrite dans la méthode ou dans la spécification applicable à un matériau particulier.

2. Préparation des éprouvettes pour matériaux durcissables

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

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 l'éprouvette lamellée. 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 ± 5 °C sauf spécification contraire.

Placer l'éprouvette lamellée entre deux plaques compensatrices dont l'épaisseur ne dépasse pas 1,5 mm, et entre 15 °C et 35 °C.

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

SPECIFICATION FOR INSULATING MATERIALS BASED ON MICA

Part 2: Methods of test

INTRODUCTION

This standard 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.

The series consists of three parts:

1. Definitions and General Requirements.
2. Methods of Test.
3. Specifications for Individual Materials.

1. Scope

This Part 2 defines the methods of test which are applicable to built-up mica materials, products based on them and mica paper.

General notes on tests

Tests are carried out at ambient temperature (15 °C to 35 °C), unless a test temperature is specified either in the method or in the specification for individual materials.

2. Preparation of test specimens for curable materials

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

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 ± 5 °C, unless otherwise specified.

Place the test laminate in the centre of two caul plates not exceeding 1.5 mm thick and at 15 °C to 35 °C.

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

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 le troisième partie, ou suivant les recommandations du fournisseur.

Sauf spécification contraire, conditionner l'éprouvette pendant 24 h en atmosphère régulée à $50 \pm 5\%$ d'humidité relative et à $23 \pm 2^\circ\text{C}$ avant l'essai.

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 lamellée.

Il existe deux façons de procéder pour obtenir une éprouvette lamellée 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 entre la plaque métallique et le ruban. Deux éprouvettes de même épaisseur sont formées.

Les empilages préparés, formés comme l'indique la figure 1, page 42, seront mis sous presse.

La méthode de pressage illustrée par la figure 2, page 42, ne constitue qu'un exemple. D'autres méthodes doivent faire l'objet d'un contrat:

- Fermer la presse froide et appliquer une pression de $0,15 \text{ N/mm}^2$.
- Porter la presse à 70°C sous cette pression de $0,15 \text{ N/mm}^2$.
- Annuler la pression, ouvrir la presse pendant une courte durée (ventiler).
- Porter la presse à 90°C sous une pression de $0,15 \text{ N/mm}^2$.
- Annuler la pression, ouvrir la presse pendant une courte durée (ventiler).
- Porter la presse à 110°C sous une pression de $0,15 \text{ N/mm}^2$.
- Annuler la pression, ouvrir la presse pendant une courte durée (ventiler).
- Porter la presse à $160 \pm 5^\circ\text{C}$ sous une pression de $0,15 \text{ N/mm}^2$ 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 N/mm^2 .

Insert the assembly of plates and 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 at the temperature given in Part 3 or according to the recommendation of the supplier.

Unless otherwise specified, condition the test piece for 24 h in a controlled atmosphere of $50 \pm 5\%$ r.h. and $23 \pm 2^\circ\text{C}$ before the test.

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 the 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, page 42, will be put in the press.

The following press procedure, illustrated by Figure 2, page 42, is an example. Other press procedures shall be subject to contract.

- Close the cold press and bring it to a pressure of 0.15 N/mm^2 .
- Heat the press to 70°C under pressure of 0.15 N/mm^2 .
- 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 N/mm^2 .
- 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 N/mm^2 .
- Reduce the pressure down to zero, open the press for a short time (ventilate).
- Heat the press to $160 \pm 5^\circ\text{C}$ under pressure of 0.15 N/mm^2 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 N/mm^2 .

- Traiter pendant 60 s sous 3 N/mm², 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 lamellée pendant le temps et à la température indiqués dans la troisième partie ou selon les recommandations du fournisseur.

3. Epaisseur

3.1 Appareillage d'essai

Suivant les matériaux essayés, les appareils de mesure de l'épaisseur sont les suivants:

- 3.1.1 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 $\pm$ 10%. La précision de la mesure, vérifiable par un calibre de contrôle, doit être de 0,005 mm.
- 3.1.2 Appareil tel que décrit au paragraphe 3.1.1, mais exerçant une pression de 0,7 MPa $\pm$ 10% sur l'éprouvette.
- 3.1.3 Appareil tel que décrit au paragraphe 3.1.1, mais exerçant une pression de 7,0 MPa $\pm$ 10% sur l'éprouvette.
- 3.1.4 Appareillage d'essai permettant d'exercer une pression constante de 30 MPa $\pm$ 10% uniformément réparti sur les faces de l'éprouvette. Il se compose d'une presse à plateaux parallèles et d'un dispositif permettant les mesures à $\pm$ 0,02 mm près.

3.2 Eprouvette

- 3.2.1 Pour les matériaux livrés en plaque ou en feuille, l'éprouvette se compose d'une plaque ou d'une feuille entière.
- 3.2.2 Pour les matériaux livrés en rouleau, l'éprouvette est constituée d'une bande prélevée sur toute la largeur du rouleau de manière à avoir une surface de 0,2 m².
- 3.2.3 Pour les matériaux livrés en ruban, l'éprouvette se compose d'une partie de ruban de 2 m de longueur.
- 3.2.4 Pour les entrelames dont la surface est inférieure ou égale à 10 cm², l'éprouvette est constituée de cinq entrelames mesurés individuellement.
- 3.2.5 Pour les entrelames dont la surface dépasse 10 cm², l'éprouvette dépend de la méthode indiquée dans la spécification applicable au matériau individuel (voir la Publication 371-3-1 de la CEI: Spécification pour les matériaux isolants à base de mica, Troisième partie: Spécifications pour matériaux particuliers, Feuille 1: Matériaux pour entrelames de collecteurs):
 - a) l'éprouvette est constituée par un entrelame;
 - b) l'éprouvette est constituée par une pile complète, étalonnée, d'entrelames dont le nombre doit être spécifié par l'acheteur (avec, si nécessaire, des feuilles intercalaires).

- Cure under 3 N/mm^2 and 160°C for 60 s or at a temperature otherwise specified.
- Specimen to be cooled under pressure.

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

3. Thickness

3.1 Test apparatus

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

- 3.1.1 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 $0.1 \text{ MPa} \pm 10\%$. The accuracy of measurement, when checked by a setting gauge, shall be within 0.005 mm.
- 3.1.2 A device as described in Sub-clause 3.1.1, but with a pressure of $0.7 \text{ MPa} \pm 10\%$ exerted on the specimen.
- 3.1.3 A device as described in Sub-clause 3.1.1, but with a pressure of $7.0 \text{ MPa} \pm 10\%$ exerted on the specimen.
- 3.1.4 Test apparatus capable of producing a constant pressure of $30 \text{ MPa} \pm 10\%$ uniformly distributed over the faces of the test specimen. It consists of a press with parallel plates and a system permitting measurement within $\pm 0.02 \text{ mm}$.

3.2 Test specimen

- 3.2.1 Where the material is delivered in plates or in sheets, the test specimen consists of an entire plate or sheet.
- 3.2.2 Where the material is delivered in rolls, the test specimen consists of a strip taken across the full width of the roll to give an area of 0.2 m^2 .
- 3.2.3 Where the material is delivered in the form of tapes, the test specimen consists of a strip 2 m long.
- 3.2.4 For commutator separators with a surface area of 10 cm^2 or less, the test specimen consists of five separators to be measured individually.
- 3.2.5 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 IEC Publication 371-3-1: Specification for Insulating Materials Based on Mica, Part 3: Specifications for Individual Materials, Sheet 1: Commutator Separators and Materials):

- a) the test specimen consists of one separator;
- b) the test specimen consists 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.

3.2.6 Pour les pièces plates de forme (autres que les entrelames), l'éprouvette se compose d'une pièce.

3.3. Mode opératoire

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

3.3.1 Pour les matériaux autres que pour entrelames, livrés en feuille (bandes incluses), rouleau et ruban, l'épaisseur est 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 au paragraphe 3.1.1 avec une pression de 0,1 MPa.

3.3.2 Pour les entrelames ainsi que pour les feuilles et les bandes servant à fabriquer des entrelames, l'un des procédés suivants est adopté:

3.3.2.1 *Feuilles*: l'épaisseur est mesurée sur chaque éprouvette comme il est indiqué au paragraphe 3.3.1 à l'aide de l'appareil défini au paragraphe 3.1.3 avec une pression de 7,0 MPa.

3.3.2.2 *Entrelames de surface inférieure ou égale à 10 cm²*: l'épaisseur est mesurée avec l'appareil défini au paragraphe 3.1.3 avec une pression de 7,0 MPa en un point unique pris au hasard sur chacun des cinq entrelames constituant l'éprouvette.

3.3.2.3 *Entrelames de surface dépassant 10 cm²*: l'épaisseur est mesurée selon le point a) et le point b) ci-dessous; la méthode utilisée est indiquée dans la spécification applicable aux matériaux individuels:

a) dans le cas d'entrelames livrés individuellement, l'épaisseur est mesurée en trois points uniformément répartis sur l'éprouvette avec l'appareil défini au paragraphe 3.1.3 avec une pression de 7,0 MPa.

b) dans le cas d'entrelames livrés en piles étalonnées emballées, la mesure de chaque éprouvette (représentée par un paquet) est effectuée dans les conditions définies au paragraphe 3.1.4 avec une pression de 30 MPa, en s'assurant que tous les entrelames de la pile à mesurer sont bien alignés.

Avant chaque essai, la déformation de la presse est mesurée à l'aide d'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 est soustraite de la valeur mesurée, ou additionnée.

L'épaisseur totale d'une pile (d), de n entrelames comportant $(n - 1)$ intercalaires est donnée par:

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

où:

- d = épaisseur d'une pile entière composée de n entrelames et de $(n - 1)$ intercalaires
- d_1 = épaisseur d'un entrelames seul
- n = nombre d'entrelames
- d_2 = épaisseur des intercalaires
- $n - 1$ = nombre d'intercalaires

- 3.2.6 For flat pieces cut to shape other than separators, the test specimen consists of one piece.

3.3 Procedure

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

- 3.3.1 Where materials other than for commutator separators are delivered as sheets (including strips), rolls and tapes, the thickness on each test specimen is measured at ten points uniformly distributed along the diagonals for sheets and along a line which is approximately central for rolls and tapes (not at the edges); the measuring device is that described in Sub-clause 3.1.1 with a pressure of 0.1 MPa.

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

- 3.3.2.1 *Sheets*: the thickness is measured on each specimen as stated in Sub-clause 3.3.1 using the apparatus defined in Sub-clause 3.1.3 with a pressure of 7.0 MPa.

- 3.3.2.2 *Separators having a surface area of 10 cm² or less*: the thickness is measured at one single point chosen at random on each of the five separators using the apparatus defined in Sub-clause 3.1.3 with a pressure of 7.0 MPa.

- 3.3.2.3 *Separators having a surface area greater than 10 cm²*: the thickness is measured as in Item a) or Item b) below; the method used is indicated in the specification for the individual material:

- a) in the case of separators delivered individually, the thickness is measured at three points uniformly distributed over the test specimen using the apparatus defined in Sub-clause 3.1.3 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, is measured under the conditions defined in Sub-clause 3.1.4 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 should 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 is added to or subtracted from the measured values.

The total thickness of a stack (d), of n separators with $(n - 1)$ intermediate layers is given by:

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

where:

- d = thickness of the whole stack composed of n separators and $(n - 1)$ intermediate layers
- d_1 = thickness of one separator
- n = number of separators
- d_2 = thickness of intermediate layers
- $n - 1$ = number of intermediate layers

3.4 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 médiane ainsi que les valeurs maximale et minimale.

4. 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 lamellée à bords coupés aux dimensions appropriées, mais préparée conformément à l'article 2.

5. Masse volumique apparente

La masse volumique apparente (d) est calculée sur la base de la valeur médiane de la masse surfacique et de celle de l'épaisseur, en appliquant la relation suivante:

$$d = \frac{m_a}{d_c \times 10^{-3}} \quad (\text{g/m}^3)$$

où:

m_a = masse surfacique (g/m^2)

d_c = épaisseur (mm)

6. Composition

6.1 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.

6.2 Masse surfacique à l'état de réception

L'éprouvette est pesée à 1 mg près dans les 4 h qui suivent le retrait de l'emballage d'origine à la température de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ (masse m_1). La surface (A) de l'éprouvette indiquée en mètres carrés est déterminée à $\pm 1\%$ près.

La masse surfacique (m_1) à l'état de réception est:

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

6.3 Teneur en matières volatiles et masse surfacique du matériau séché

L'éprouvette (masse m_1) est chauffée 1 h à $150 \pm 3^\circ\text{C}$, sauf accord contraire entre acheteur et fournisseur. Après refroidissement sous dessiccateur, l'éprouvette est pesée (masse m_2).

3.4 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 central value of the results and also report the maximum and minimum values.

4. 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 2.

5. Apparent density

The apparent density (d) is calculated from the central values of the mass per unit area and thickness by means of the following equation:

$$d = \frac{m_a}{d_c \times 10^{-3}} \quad (\text{g/m}^3)$$

where:

m_a = mass per unit area (g/m^2)
 d_c = thickness (mm)

6. Composition

6.1 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.

6.2 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 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ (mass m_1). The area (A) in square metres of the test specimen shall be determined with an accuracy of $\pm 1\%$.

The mass per unit area in the "as received" condition (m_1) is:

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

6.3 Content of volatiles and mass per unit area of the dried material

The test specimen (mass m_1) shall be heated for 1 h at $150 \pm 3^\circ\text{C}$, unless otherwise agreed upon between purchaser and supplier. After cooling in a desiccator, the test specimen is weighed (mass m_2).

La teneur en matières volatiles (T_v) est:

$$T_v = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100 \quad (\%)$$

La masse surfacique (m'_1) du matériau séché est:

$$m'_1 = \frac{m_2}{A} \quad (\text{g/m}^2)$$

6.4 Teneur en liant

6.4.1 Matériau sans renforcement ou avec renforcement inorganique

L'éprouvette, séchée conformément au paragraphe 6.3 (masse m_2), est chauffée dans un four à moufle à la température de 500 ± 25 °C. Sauf spécification contraire, la durée du chauffage est de 2 h. Après refroidissement sous dessiccateur, déterminer la masse (m_3).

La teneur en liant (C_b) est:

$$C_b = \frac{m_2 - m_3}{m_2} 100 \quad (\%)$$

Note. — En cas de désaccord, poursuivre le chauffage pour l'obtention d'une masse constante; la masse est considérée comme constante dès que deux pesées consécutives ne diffèrent pas de plus de 0,1%.

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

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

6.4.2 Matériau avec renforcement organique et liant soluble

L'éprouvette, séchée conformément au paragraphe 6.3 (masse m_2), est placée dans la capsule d'extraction d'un appareil d'extraction Soxhlet de 500 cm³.

Le type de solvant recommandé par le fournisseur doit pouvoir dissoudre complètement le liant, tout en restant sans effet sur le renforcement. Distiller avec reflux pendant 2 h ou plus si c'est nécessaire pour dissoudre complètement le liant. Retirée de la capsule, l'éprouvette est séchée pendant une demi-heure à 135 °C. Après refroidissement sous dessiccateur, déterminer la masse (m_4).

La teneur en liant (C_b) est:

$$C_b = \frac{m_2 - m_4}{m_2} 100 \quad (\%)$$

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

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

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.

The volatile content (T_v) is:

$$T_v = \frac{m_1 - m_2}{m_1} 100 \quad (\%)$$

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

$$m'_t = \frac{m_2}{A} \quad (\text{g/m}^2)$$

6.4 Binder content

6.4.1 Material without reinforcement or with inorganic reinforcement

The test specimen, dried according to Sub-clause 6.3 (mass m_2), is heated in a muffle oven at a temperature of $500 \pm 25^\circ\text{C}$. Unless otherwise specified, the period of heating shall be 2 h. After cooling in a desiccator, the mass (m_3) is determined.

The binder content (C_b) is:

$$C_b = \frac{m_2 - m_3}{m_2} 100 \quad (\%)$$

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:

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

6.4.2 Material with organic reinforcement and soluble binder

The test specimen, dried according to Sub-clause 6.3 (mass m_2), is placed in the extraction thimble of a Soxhlet extraction apparatus with a capacity of 500 cm³.

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 is continued for 2 h or longer if necessary for the complete dissolution of the binder. The treated test specimen is taken out of the extraction thimble and shall be dried for half an hour at 135°C . After cooling in a desiccator, the mass (m_4) is determined.

The binder content (C_b) is:

$$C_b = \frac{m_2 - m_4}{m_2} 100 \quad (\%)$$

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

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

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.

6.4.3 Matériau avec renforcement organique et liant insoluble

En prenant les valeurs de m_2 (voir paragraphe 6.3) et de m_3 (voir paragraphe 6.4.1) ainsi que la masse du renforcement organique (m_5) déclarée par le fournisseur, la teneur en liant (C_b) est:

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

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

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

6.4.4 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.

6.4.4.1 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 h 30 min.

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 $105 \pm 2^\circ\text{C}$.

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

6.4.4.2 Résultats

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

$$\text{Teneur en silicones du liant} = \frac{\text{perte de masse}}{\text{masse de l'éprouvette}} 100 \quad (\%)$$

6.5 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.

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 au paragraphe 6.4.1, séparer soigneusement le renforcement et le peser (masse m_6).

6.4.3 Material with organic reinforcement and insoluble binder

Using values of m_2 (see Sub-clause 6.3) and m_3 (see Sub-clause 6.4.1) and the mass of organic reinforcement (m_5) stated by the supplier, the binder content (C_b) is:

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

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

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

6.4.4 Silicone binder content

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

6.4.4.1 Method of test

Weigh the test specimen in a previously dried and weighed extraction thimble to the nearest milligramme. The difference in mass is 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 h 30 min.

Remove the thimble, allow it to dry in air on a watchglass for 10 min, then heat for 30 min in an oven at $105 \pm 2^\circ\text{C}$.

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

6.4.4.2 Results

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

$$\text{Silicone binder content} = \frac{\text{loss in mass}}{\text{specimen mass}} 100 \quad (\%)$$

6.5 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.

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 Sub-clause 6.4.1, carefully separate the reinforcement and weigh (mass m_6).

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

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

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

A la fin de l'extraction définie au paragraphe 6.4.2, séparer soigneusement le renforcement et le peser (masse m_7).

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

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

6.6 Teneur en mica

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

Pour les matériaux sans renforcement ou avec renforcement organique:

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

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

Pour les matériaux avec renforcement inorganique:

$$C_m = \frac{\frac{m_3}{A} - m'_r}{m'_t} = 100 \quad (\%)$$

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

6.7 Dimension des clivures

6.7.1 Epreuve

Le format de l'éprouvette prise dans la feuille soumise à l'essai doit être de 300 mm × 300 mm. Pour les rubans, les éprouvettes et les conditions spéciales d'essai sont spécifiées dans la troisième partie.

6.7.2 Méthode d'essai

Pour enlever le liant, l'éprouvette est placée sur un plateau ou dans une cuvette peu profonde; on la fait bouillir dans une solution aqueuse à 15% de potasse caustique (KOH) jusqu'à ce qu'elle se désintègre. Si le liant ne peut être enlevé de cette manière, d'autres solvants appropriés peuvent être utilisés. On peut aussi chauffer l'éprouvette dans un four à moufle jusqu'à dégrader suffisamment le liant pour 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.

Après désintégration, les clivures sont lavées plusieurs fois à l'eau chaude ou au solvant frais, puis mises à sécher. La dimension des clivures est déterminée à l'aide du gabarit figurant dans la Norme 67 de l'ISO: Mica muscovite en blocs, en feuilles minces et en lamelles — Classification dimensionnelle par grades.

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

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

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

On completion of the extraction according to Sub-clause 6.4.2, carefully separate the reinforcement and weigh (mass m_7).

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

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

6.6 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:

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

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

For material with inorganic reinforcement:

$$C_m = \frac{\frac{m_3}{A} - m'_r}{m'_t} = 100 \quad (\%)$$

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

6.7 Size of splittings

6.7.1 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 Part 3.

6.7.2 Method of test

To remove the shellac bonding material, the test specimen is placed in a tray or shallow bath and boiled with a 15% aqueous solution of caustic potash (KOH) until disintegration takes place. If the bond cannot be loosened by the above means, any other suitable solvent may be used or the test specimen may 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.

After disintegration, the splittings are washed several times with hot water, or with fresh solvent, and then allowed to dry. The size of the splittings is determined with the template given in ISO Standard 67: Muscovite Mica Blocks, Thins and Films — Grading by Size.

7. Résistance à la traction et allongement à la rupture

7.1 Appareillage d'essai

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

7.2 Epreuve

On utilise cinq éprouvettes. 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 sera de 25 mm; découper cinq éprouvettes 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 est utilisé.

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

7.3 Mode opératoire

Fixer une éprouvette dans la machine d'essai et appliquer la traction de manière à atteindre la valeur de charge correspondant à la résistance minimale à la traction spécifiée en 60 ± 10 s à partir du commencement de l'application de la traction; continuer jusqu'à la rupture de l'éprouvette. Noter la valeur de la force et l'allongement à la rupture ou au défaut d'un élément dans des matériaux combinés.

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.

7.4 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 voulu; elle s'exprime en newtons par 10 mm de largeur.

Le résultat de la mesure d'allongement est la valeur médiane des cinq mesures exprimées en pourcentage de la longueur initiale; les valeurs maximale et minimale sont aussi consignées.

8. Résistance à la flexion et module d'élasticité en courbure

8.1 Epreuve

Pour déterminer la résistance à la flexion, préparer cinq éprouvettes dans le sens parallèle au bord et cinq autres dans le sens perpendiculaire au premier; la longueur de

7. Tensile strength and elongation at break

7.1 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.

7.2 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 reinforcement is used.

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

7.3 Procedure

Fix a test specimen in the testing machine and apply the load in such a way that the time from the commencement of the application of the load to the moment at which the load corresponding to the specified minimum tensile strength is reached is 60 ± 10 s; continue until the test specimen breaks. 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.

7.4 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 per 10 mm of width.

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

8. Flexural strength and elastic modulus in bend

8.1 Test specimen

For the determination of 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

chacune ne doit pas être inférieure à 20 fois l'épaisseur mesurée, la largeur sera de 10 mm à 25 mm et l'épaisseur de $4 \pm 0,2$ mm.

Pour déterminer le module d'élasticité, prendre deux jeux de deux éprouvettes semblables.

En cas de matériaux durcissables, couper une éprouvette d'une éprouvette lamellée préparée selon l'article 2.

8.2 Mode opératoire

Suivre les méthodes exposées dans la Norme 178 de l'ISO: Matières plastiques — Détermination des caractéristiques de flexion des matières plastiques rigides. Cette détermination est effectuée aux températures de 23 °C et de 155 °C.

9. Pliage

Effectuer l'essai à la température de 23 ± 2 °C après avoir maintenu l'éprouvette à cette température pendant 1 h. Plier de 180° une éprouvette de dimensions appropriées, la surface de verre 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.

10. Rigidité

10.1 Conditionnement des éprouvettes et atmosphère d'essai

Les éprouvettes doivent être en équilibre avec la température normale du laboratoire (23 ± 2 °C).

10.2 Eprouvettes

Matériaux pleine largeur: cinq éprouvettes dans le sens de fabrication et cinq éprouvettes dans le sens perpendiculaire au premier, mesurant toutes 15 mm × 50 mm.

Matériaux en ruban: cinq éprouvettes de 50 mm de longueur, la largeur du ruban étant supérieure à 10 mm. Pour les essais effectués dans le sens transversal, l'éprouvette a la largeur du ruban comme longueur.

10.3 Mode opératoire

La dimension des éprouvettes est mesurée à $\pm 0,5$ mm près. L'éprouvette est placée comme l'indiquent les figures 3 et 4, page 43, côté tissu de verre à l'extérieur du pli, symétriquement sur la plate-forme de support, parallèle à la fente et ses deux bords reposant également de chaque côté de la fente. La barre de pénétration est guidée dans la fente sur l'éprouvette pour obtenir la force maximale de résistance de cette dernière. La vitesse de déplacement de la plate-forme de support vers la barre de pénétration doit être telle que la force maximale soit atteinte en 15 ± 3 s. Un dynamomètre tel qu'une balance de table pourrait être utilisé pour enregistrer la force de résistance maximale.

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 ± 0.2 mm.

For the determination of the elastic modulus, two sets of two similar test pieces are taken.

In the case of curable materials, cut the test pieces from a laminate prepared in accordance with Clause 2.

8.2 Procedure

Use the methods described in ISO Standard 178: Plastics—Determination of Flexural Properties of Rigid Plastics. This determination shall be made at temperatures of 23 °C and 155 °C.

9. Folding

Make the test at a temperature of 23 ± 2 °C 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 glass surface inside. The creasing operation shall be done by finger and thumb as quickly as possible.

Examine the test piece for fracture or delamination.

10. Stiffness

10.1 Conditioning and test atmosphere

The test specimens are to be in equilibrium with the normal laboratory temperature (23 ± 2 °C).

10.2 Test specimens

Full-width material: five test specimens in the machine direction and five test specimens in transverse direction, measuring 15 mm × 50 mm.

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

10.3 Procedure

The dimensions of test specimens are to be determined with an accuracy of ± 0.5 mm. The test specimen is placed as shown in Figures 3 and 4 (page 43), with the glass fabric side on the outside of the fold, 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 is driven into the slot against the resistance of the test specimen until the maximum force of resistance is reached. The rate of movement of the support platform against the penetrator bar shall be such that the maximum force is reached in 15 ± 3 s. A force-measuring device such as a table balance could be used to record the maximum force of resistance.

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

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

où:

$F_{\max}$ = charge maximale de flexion (N)
 l = longueur de l'éprouvette (m)

10.4 Procès-verbal

Noter séparément les valeurs médianes et les valeurs minimale et maximale de la rigidité dans le sens de fabrication (en pliant les fils de trame) et dans le sens perpendiculaire au premier (en pliant les fils de chaîne).

Noter la température d'essai.

11. Résistance à l'exsudation et au glissement

Cet essai, qui est généralement réservé aux matériaux pour entrelames, 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 est à considérer comme très subjectif et ses résultats d'essai doivent être très soigneusement décrits.

11.1 Appareillage d'essai

On utilise une presse pouvant assurer une pression de 60 MPa sur les éprouvettes: des plaques d'acier plates de 2 mm d'épaisseur; un bloc d'acier de 10 mm d'épaisseur perforé pour permettre l'introduction d'un couple thermoélectrique pour le contrôle de la température.

11.2 Eprouvette

L'éprouvette, dont la hauteur est comprise entre 12 mm et 15 mm, est constituée par un certain nombre de plaquettes de matériau de 20 cm² environ (des plaquettes mesurant 40 mm × 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 est placé au milieu de la pile que l'on aligne le mieux possible verticalement.

11.3 Mode opératoire

Une pile préparée conformément aux instructions du paragraphe 11.2 est placée entre les plateaux de la presse portée préalablement à une température entre 5 °C et 10 °C au-dessus de la température spécifiée dans la troisième partie. L'ensemble est alors soumis à une pression de 60 MPa. Il doit être entouré d'une isolation thermique. Quand la valeur de la température mesurée par le couple thermoélectrique (voir paragraphe 11.1)

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

$$\text{Stiffness} = \frac{F_{\max}}{l} \quad (\text{N/m})$$

where:

$F_{\max}$ = maximum flexural load (N)
 l = length of test specimen (m)

10.4 Report

The central values and the maximum and minimum values of the stiffness in machine direction (with deflection of weft yarns) and in transverse direction (with deflection of warp yarns) shall be reported separately.

Note the test temperature.

11. Resistance to exudation and displacement

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

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

11.1 Test apparatus

A press capable of exerting a pressure of 60 MPa on the test specimens is used: flat steel plates 2 mm thick; a block of steel 10 mm thick drilled to permit the insertion of a thermocouple for measuring the temperature.

11.2 Test specimen

The test specimen, the height of which shall be between 12 and 15 mm, consists of a number of small plates of material having a surface area of about 20 cm² (small plates of size 40 mm × 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 shall be 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.

11.3 Procedure

An assembly prepared according to Sub-clause 11.2 is placed between the platens of the press which have been preheated to between 5 °C and 10 °C above the temperature specified in Part 3. The assembly is then subjected to a pressure of 60 MPa. Surround the assembly with thermal insulation. When the temperature indicated by the thermocouple (see Sub-clause 11.1) reaches the temperature specified in Part 3, the two

atteint celle qui est spécifiée dans la troisième partie, les deux conditions (température et pression) sont maintenues pendant 30 min et on examine ensuite attentivement la tranche des éprouvettes.

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

11.4 Expression des résultats

Noter:

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

12. Compressibilité élastique et compressibilité plastique

Cet essai est réservé aux matériaux pour entrelames.

La compressibilité élastique et la compressibilité plastique sont déterminées d'après les variations d'épaisseur du matériau soumis à l'essai en présence de variations cycliques de pression entre 7 MPa et 60 MPa, la mesure étant faite après stabilisation dimensionnelle (voir paragraphe 12.3); la température de l'essai est celle qui est indiquée dans la troisième partie pour le matériau individuel. La compressibilité élastique et la compressibilité plastique s'expriment en pourcentage de l'épaisseur mesurée sous 7 MPa.

12.1 Appareillage d'essai

Identique à celui qui est exposé au paragraphe 11.1, l'appareillage étant muni, en supplément, des dispositifs de mesure permettant de mesurer la hauteur de la pile avec une précision de 0,02 mm.

12.2 Eprouvette

Identique à celle qui est décrite au paragraphe 11.2.

12.3 Mode opératoire

Une pile réalisée conformément aux instructions du paragraphe 12.2 (voir le paragraphe 11.2) est soumise à une pression de 7 MPa à température ambiante et sa hauteur d_0 est mesurée. L'ensemble doit être entouré d'une isolation thermique. Puis, les plateaux sont chauffés à une température entre 5 °C et 10 °C au-dessus de la température spécifiée (t_{spec}) dans la troisième partie pour les matériaux particuliers. Cette température est maintenue jusqu'à ce que le couple thermoélectrique indique cette température prescrite. On détermine alors la hauteur totale d_1 de la pile.

La pression exercée sur la pile est ensuite portée à 60 MPa en 10 min environ et est maintenue pendant 15 min.

La hauteur totale d_2 de la pile est déterminée.

La pression est ensuite abaissée progressivement à 7 MPa en environ 5 min; la hauteur totale de la pile est de nouveau mesurée.

Le cycle est répété mais avec palier de 5 min seulement et descente à 7 MPa. Les cycles sont 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

conditions (temperature and pressure) are maintained for 30 min, after which the edges of the test specimens are carefully inspected.

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

11.4 Statement of results

The following are to 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.

12. Elastic compression and plastic compression

This test is reserved for materials for commutator separators.

The elastic compression and plastic compression are 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 Sub-clause 12.3) has been achieved, the temperature of the test being that stated in the specification for the individual material in Part 3. The elastic compression and plastic compression are expressed as a percentage of the thickness measured at 7 MPa.

12.1 Test apparatus

The test apparatus is identical to that described in Sub-clause 11.1, with the addition of a measuring device enabling the height of the stack to be measured to within 0.02 mm.

12.2 Test specimen

The test specimen is identical to that described in Sub-clause 11.2.

12.3 Procedure

A stack made up according to Sub-clause 12.2 (see Sub-clause 11.2) is subjected to a pressure of 7 MPa at room temperature and its height d_0 measured. Surround the assembly with thermal insulation. The platens are then heated to between 5 °C and 10 °C above the temperature indicated in the specification (t_{spec}) for individual materials. This temperature is maintained until the thermocouple indicates the temperature given in the specification for the individual material in Part 3. The total height of the stack d_1 is then determined.

The pressure on the stack is then increased to 60 MPa over a period of about 10 min and is maintained for 15 min.

The total height of the stack d_2 is then determined.

The pressure is then decreased to 7 MPa over a period of about 5 min and the total height of the stack is again measured.

The cycle is repeated, but with a dwell time of 5 min only and decrease to 7 MPa. The cycles are 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

d_1 et d_2 du dernier cycle stabilisé sont 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_3 est notée.

Pour tenir compte des déformations éventuelles de l'appareil et des plaquettes intermédiaires d'acier, on réalise une pile constituée par les plaquettes d'acier intercalaires et le bloc d'acier perforé qui sont utilisés pour l'essai. 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 est aussi enregistrée à 7 MPa et à la température ambiante.

12.4 Expression des résultats

Noter le nombre de plaquettes constituant l'éprouvette ainsi que la hauteur de celle-ci.

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

$$\frac{(D_1 - d_3) - (D_2 - d_4)}{(D_1 - d_3)} \times 100 \quad (\%)$$

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

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

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 de compression et de décompression (figure 5, page 44).

13. Ecoulement de résine et consolidation

Les valeurs de température utilisées pour cet essai sont à préciser dans la troisième partie, comme le spécifie le contrat.

13.1 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 de couper les côtés pour obtenir un carré de 50 mm × 50 mm.

13.2 Mode opératoire

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

Noter le pourcentage de teneur en résine (C_b), déterminé conformément au paragraphe 6.4.

Noter l'épaisseur de l'empilage (t_1) par la méthode donnée au paragraphe 3.1.2 (0,7 MPa).

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

stabilized cycle are recorded as D_1 and D_2 . The stack is then allowed to cool to room temperature under a pressure of 7 MPa and the height d_5 is recorded.

To take account of any deformation of the apparatus and the intermediate steel plates, a stack is made of the steel plates and the drilled steel block used for the test. The stack heights, at the specified temperature at 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 is also recorded at 7 MPa and room temperature.

12.4 Statement of results

The number of layers constituting the test specimen is recorded, as well as its height.

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

$$\frac{(D_1 - d_3) - (D_2 - d_4)}{(D_1 - d_3)} \times 100 \quad (\%)$$

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

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

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 (Figure 5, page 44).

13. Resin flow and consolidation

The temperature for this test should be noted in Part 3 as stated in the contract.

13.1 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.

13.2 Procedure

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

Record the percentage resin content (C_b), determined in accordance with Sub-clause 6.4.

Measure the thickness of the stack (t_1) by the method given in Sub-clause 3.1.2 (0.7 MPa).

Place the test piece centrally between caul plates not exceeding 1.5 mm thick at 15 °C to 35 °C. Stops are not used.

Introduire l'ensemble formé par l'éprouvette et ses plaques dans une presse chauffée préalablement à la température indiquée dans la troisième partie.

Fermer immédiatement la presse et appliquer une force de 2,5 kN. Traiter l'éprouvette pendant 5 ± 1 min. Retirer l'éprouvette d'entre les plaques compensatrices.

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

Mesurer l'épaisseur (t_2) en utilisant la méthode exposée au paragraphe 3.1.2 (0,7 MPa).

13.3 Résultats

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

$$\text{écoulement de résine} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 C_b} \times 10^4 \quad (\%)$$

$$\text{consolidation} = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100 \quad (\%)$$

14. 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 sera celle du ruban.

Presser la pile sur une plaque chauffée à une température de surface de 170 ± 2 °C 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, est pris comme temps de gélification.

15. Rigidité diélectrique

Cet essai doit être effectué selon les prescriptions de la Publication 243 de la CEI: Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles.

15.1 Electrodes

La troisième partie spécifie les électrodes à choisir dans le paragraphe 6.1.1, 6.1.2 ou 6.1.3 de la Publication 243 de la CEI.

15.2 Eprouvette

L'épaisseur de l'éprouvette est celle du produit à l'état de livraison, sauf spécification contraire indiquée dans la troisième partie.

Insert the assembly of plates and test piece in a press preheated to the temperature given in Part 3.

Close the press immediately and apply a force of 2.5 kN. 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 glass. Re-weigh the test piece to the nearest milligramme (m_2).

Measure the thickness (t_2) by the method given in Sub-clause 3.1.2 (0.7 MPa).

13.3 Results

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

$$\text{resin flow} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 C_b} \times 10^4 \quad (\%)$$

$$\text{consolidation} = \frac{t_1 - t_2}{t_1} \times 100 \quad (\%)$$

14. Gel time

Cut and stack ten pieces of material 100 mm × 25 mm. In the case of 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 $170 \pm 2^\circ\text{C}$ 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 when 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 is stopped and the elapsed time, measured in seconds, is taken as the gel time.

15. Electric strength

This test shall be carried out according to IEC Publication 243: Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.

15.1 Electrodes

Part 3 specifies whether electrodes according to Sub-clauses 6.1.1, 6.1.2 or 6.1.3 of IEC Publication 243 are to be used.

15.2 Test specimen

The thickness of the test specimen is that of the product as received, unless otherwise specified in Part 3.

La portion de surface de l'éprouvette est 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 2. Les éprouvettes doivent mesurer au moins 250 mm × 250 mm. Leur épaisseur doit être de 1 mm et ne 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.

15.3 *Mode opératoire*

Les pièces sont soumises aux essais après avoir été conditionnées à l'air ou dans l'huile conformément à l'article 1 de la Publication 243 de la CEI. L'application de la tension doit suivre les instructions du paragraphe 7.1 de cette publication. Critère de rupture: selon l'article 8 de la Publication 243 de la CEI.

15.4 *Expression des résultats*

La rigidité diélectrique est la valeur médiane de cinq mesures; elle est exprimée en kV/mm. Les valeurs maximale et minimale sont consignées.

16. **Caractéristique facteur de dissipation/température aux fréquences de 48 Hz à 62 Hz**

16.1 *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 2.

16.2 *Conditions d'essai*

Effectuer les essais dans l'air à des valeurs de température espacées d'environ 10 °C, à partir de 30 °C jusqu'à la température spécifiée dans la troisième partie.

16.3 *Electrodes*

Utiliser les électrodes décrites dans la Publication 250 de la CEI: 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). L'électrode de 100 mm de diamètre convient très bien pour l'essai sous haute tension. Pour la basse tension, l'électrode employée aura 75 mm de diamètre et sera 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 seront supportées par des électrodes de laiton dont les bords vifs auront été arrondis selon un rayon dépassant 0,8 mm.

16.4 *Mode opératoire*

Effectuer l'essai à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz à l'aide d'un appareil approprié selon la Publication 250 de la CEI 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.

The surface area of the test specimen is 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 2. 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.

15.3 Procedure

The pieces are tested after conditioning in either air or oil according to Clause 1 of IEC Publication 243. The application of voltage shall be in accordance with Sub-clause 7.1 of that publication. Criterion of breakdown: according to Clause 8 of IEC Publication 243.

15.4 Statement of results

The electric strength is the central value of the five results; it is expressed in kV/mm. The maximum and minimum values are reported.

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

16.1 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 2.

16.2 Test conditions

Carry out the tests in air at temperature intervals of about 10 °C, from 30 °C up to the temperature specified in Part 3.

16.3 Electrodes

Use electrodes as described in IEC Publication 250: Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies Including Metre Wavelengths. A suitable arrangement is 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 to 2.0 mm clearance between electrode and guard ring. The electrodes shall be backed with brass electrodes from which the sharp edges are removed to a radius at the edge exceeding 0.8 mm.

16.4 Procedure

Make the test at a frequency of between 48 Hz and 62 Hz by means of a suitable apparatus in accordance with IEC Publication 250 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.

17. Caractéristique facteur de dissipation/tension 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 2.

17.2 *Conditions d'essai*

Les essais doivent être effectués à l'air avec des tensions croissant par tranches 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.

17.3 *Electrodes*

Selon les instructions du paragraphe 16.3.

17.4 *Mode opératoire*

Effectuer l'essai à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz à l'air de 23 ± 2 °C à l'aide d'un appareil approprié selon la Publication 250 de la CEI. Mesurer le facteur de dissipation aux tensions données ci-dessus et tracer une courbe du facteur de dissipation en fonction de la tension.

18. Recherche des défauts et des particules conductrices

Des méthodes d'essais appropriées sont à l'étude.

19. Pénétration

19.1 *Appareillage d'essai*

L'appareil est un pénétromètre Williams de modèle standard (figure 6, page 45) avec une surface d'essai de $6 \pm 0,05$ cm de diamètre.

Note. — Le récipient pour le liquide d'essai, qui peut être soit réchauffé, soit refroidi, devra être muni d'un thermostat.

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

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

Masse volumique à 25 °C: 0,917 g/cm³.

Viscosité à 25 °C: 26 mPa·s.

Note. — Comme le toluène est volatil, le liquide d'essai devra être renouvelé tous les dix jours. D'autre part, 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.

19.2 *Eprouvettes*

L'essai est effectué avec des éprouvettes de 75 mm × 75 mm. Préparer deux jeux de trois éprouvettes.