NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60216-2

Quatrième édition
Fourth edition
2005-08

Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique –

Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai

Electrical insulating materials – Thermal endurance properties –

Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60216-2:2005

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

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
60216-2

Quatrième édition
Fourth edition
2005-08

Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique –

Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai

Electrical insulating materials – Thermal endurance properties –

Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria

© IEC 2005 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 M

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 4

1 Domaine d'application 8
2 Références normatives 8
3 Généralités 12
4 Guide pour le choix de propriétés et de points limites 12

Annexe A (informative) Informations complémentaires sur le groupe auquel il convient d'affecter des matériaux nouveaux ou inconnus 20

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

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 5

1 Scope 9
2 Normative references 9
3 General considerations 13
4 Guide for the choice of properties and end-points 13

Annex A (informative) Additional Information on the group to which new or unknown materials should be assigned 21

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

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

MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES – PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –

Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai

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 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'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les normes internationales de la CEI dans leurs normes 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 60216-2 a été établie par le sous-comité 15E[1]: Méthodes d'essai, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette quatrième édition de la CEI 60216-2 annule et remplace la troisième édition parue en 1990, et constitue une révision technique.

Les changements majeurs par rapport à la version précédente sont les suivants:

– une révision éditoriale,
– le Tableau 1 a été actualisé selon les feuilles des Parties 3 des publications du SC 15C.

[1] Le sous-comité 15E a fusionné avec le comité d'études 98 pour former le nouveau comité d'études 112.

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

ELECTRICAL INSULATING MATERIALS – THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –

Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria

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 60216-2 has been prepared by subcommittee 15E[1]: Methods of test, of IEC technical committee 15: Insulating materials.

This fourth edition of IEC 60216-2 cancels and replaces the third edition issued in 1990, and constitutes a technical revision.

The main changes from the previous edition are as follows:

– editorial,
– Table 1 has been actualized essentially by Part 3 sheets of SC 15C publications.

---

1 Subcommittee 15E has been merged with technical committee 98 into the new technical committee 112.

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15E/257/FDIS	15E/259/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.

La CEI 60216, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique des matériaux isolants électriques*, comprend six parties:

Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai

Partie 2: Choix de critères d'essai

Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique

Partie 4-1: Etuves de vieillissement – Section 1: Etuves à une chambre

Partie 4-2: Etuves de vieillissement – Etuves de précision pour usage jusqu'à 300 °C

Partie 4-3: Etuves de vieillissement – Etuves à chambres multiples

Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant

Partie 6: Détermination des indices (TI et RTE) d'un matériau isolant en utilisant la «fixed time frame»méthode

NOTE Ce travail peut être poursuivi. En ce qui concerne les révisions et les nouvelles parties, consulter le dernier catalogue des publications de la CEI pour avoir la liste la plus récente.

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

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

FDIS	Report on voting
15E/257/FDIS	15E/259/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.

IEC 60216: *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance,* consists of six parts:

Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results

Part 2: Choice of test criteria

Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics

Part 4-1: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens

Part 4-2: Ageing ovens – Precision ovens for use up to 300 °C

Part 4-3: Ageing ovens – Multi-chamber ovens

Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material

Part 6: Determination of thermal endurance indices (TI and RTE) of an insulating material using the fixed time frame method

NOTE This work may be continued. For revisions and new parts, see the current catalogue of IEC publications for an up-to-date list.

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

MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES – PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –

Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60216 fournit des lignes directrices pour le choix de critères d'essai pour la détermination des caractéristiques d'endurance thermique. Elle comprend une liste non exhaustive de méthodes publiées existantes.

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 60172, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés*

CEI 60216-3, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique*

CEI 60216-5, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant*

CEI 60216-6, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 6: Détermination des indices d'endurance thermique (TI et RTE) d'un matériau isolant en utilisant la méthode de trame de durées fixes*

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

CEI 60317 (toutes les parties), *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*

CEI 60370, *Méthode d'essai pour l'évaluation de la stabilité thermique des vernis isolants par l'abaissement de la rigidité diélectrique*

CEI 60371 (toutes les parties), *Spécification pour les matériaux isolants à base de mica*

CEI 60394 (toutes les parties), *Tissus vernis à usages électriques*

CEI 60450, *Mesure du degré de polymérisation moyen viscosimétrique de papiers neufs et vieillis à usage électrique*

CEI 60454 (toutes les parties), *Spécifications pour rubans adhésifs par pression à usages électriques*

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

ELECTRICAL INSULATING MATERIALS – THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –

Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria

1 Scope

This part of IEC 60216 gives guidance for the choice of test criteria for the determination of thermal endurance characteristics. It includes a list of existing published procedures which is however not exhaustive.

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 60172, *Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled winding wires*

IEC 60216-3, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*

IEC 60216-5, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

IEC 60216-6, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 6: Determination of thermal endurance indices (TI and RTE) of an insulating material using the fixed time frame method*

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

IEC 60317 (all parts), *Specifications for particular types of winding wires*

IEC 60370, *Test procedure for thermal endurance of insulating varnishes – Electric strength method*

IEC 60371 (all parts), *Specification for insulating materials based on mica*

IEC 60394 (all parts), V*arnished fabrics for electrical purposes*

IEC 60450, *Measurement of the average viscometric degree of polymerization of new and aged cellulosic electrically insulating materials*

IEC 60454 (all parts), *Specifications for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes*

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

CEI 60455 (toutes les parties), *Composés réactifs à base de résine utilisés comme isolants électriques*

CEI 60464 (toutes les parties), *Vernis utilisés pour l'isolation électrique*

CEI 60554 (toutes les parties), *Spécification pour papiers cellulosiques à usages électriques*

CEI 60626 (Toutes les parties), *Matériaux combinés souples pour l'isolation électrique*

CEI 60641 (toutes les parties), *Spécification pour le carton comprimé et le papier comprimé à usages électriques*

CEI 60667 (toutes les parties), *Spécification pour les fibres vulcanisées à usages électriques*

CEI 60674 (toutes les parties), *Spécification pour les films en matière plastique à usages électriques*

CEI 60684 (toutes les parties), *Gaine isolante souple*

CEI 60763 (toutes les parties), *Spécification pour cartons comprimés et contrecollés*

CEI 60819 (toutes les parties), *Papiers non cellulosiques à usages électriques*

CEI 60893 (toutes les parties), *Matériaux isolants – Stratifiés rigides en planches à base de résines thermodurcissables à usages électriques*

CEI 61033, *Méthodes d'essai pour la détermination du pouvoir agglomérant des agents d'imprégnation sur fil émaillé*

ISO 37, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination des caractéristiques de contrainte-déformation en traction*

ISO 178, *Matières plastiques – Détermination des caractéristiques de flexion*

ISO 179-1 *Matières plastiques – Détermination des caractéristiques du choc Charpy*

ISO 527-2 *Matières plastiques – Détermination des caractéristiques en traction*

ISO 527-3, *Matières plastiques – Détermination des caractéristiques en traction*

ISO 1520, *Peintures et vernis – Essai d'emboutissage*

ISO 1924 (toutes les parties), *Papier et carton – Détermination des caractéristiques en traction*

ISO 2759, *Carton – Détermination de la résistance à l'éclatement*

ISO 8256, *Plastiques – Détermination de la résistance au choc-traction*

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

IEC 60455 (all parts), *Resin based reactive compounds used for electrical insulation*

IEC 60464 (all parts), *Varnishes used for electrical insulation*

IEC 60554 (all parts), *Specification for cellulosic papers for electrical purposes*

IEC 60626 (all parts), *Combined flexible materials for electrical insulation*

IEC 60641 (all parts), *Specification for pressboard and presspaper for electrical purposes*

IEC 60667 (all parts), *Specification for vulcanized fibre for electrical purposes*

IEC 60674 (all parts), *Specification for plastic films for electrical purposes*

IEC 60684 (all parts), *Flexible insulating sleeving*

IEC 60763 (all parts), *Specification for laminated pressboard*

IEC 60819 (all parts), *Non-cellulosic papers for electrical purposes*

IEC 60893 (all parts), *Insulating materials – Industrial rigid laminated sheets based on thermosetting resins for electrical purposes*

IEC 61033, *Test methods for the determination of bond strength of impregnating agents to an enamelled wire substrate*

ISO 37, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of tensile stress-strain properties*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 179-1, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Non-instrumented impact test*

ISO 527-2 , *Plastics – Determination of tensile properties – Test conditions for moulding and extrusion plastics*

ISO 527-3, *Plastics – Determination of tensile properties – Test conditions for films and sheets*

ISO 1520, *Paints and varnishes – Cupping test*

ISO 1924 (all parts), *Paper and board – Determination of tensile properties*

ISO 2759, *Board – Determination of bursting strength*

ISO 8256, *Plastics – Determination of tensile-impact strength*

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

3 Considérations générales

La détermination de l'endurance thermique des matériaux isolants électriques est décrite dans la CEI 60216-1, la CEI 60216-3, la CEI 60216-5 et la CEI 60216-6. La CEI 60216-1 donne des détails expérimentaux pour le vieillissement des éprouvettes et la détermination de la détérioration graduelle de la propriété choisie comme critère d'essai. La CEI 60216-3 donne des méthodes détaillées pour l'évaluation des données expérimentales. La CEI 60216-5 donne des détails expérimentaux pour déterminer l'endurance thermique relative d'un matériau et des détails de la procédure d'évaluation des données expérimentales. La CEI 60216-6 fournit une méthode expérimentale alternative pour déterminer l'endurance thermique d'un matériau et détaille des procédures d'évaluation des données expérimentales. La présente norme concerne la sélection des propriétés d'essai et des niveaux de point limite.

L'endurance thermique d'un matériau ne peut pas être représentée de façon adéquate par un seul nombre. Deux, au moins doivent être indiqués:

– l'indice de température TI (ou indice d'endurance thermique relative RTE), et
– l'intervalle de division par deux IDC.

Même dans ce cas, la valeur de ces nombres dépend fortement de la propriété et du point limite choisis, et peut dépendre des dimensions de l'éprouvette, particulièrement de l'épaisseur.

Il est recommandé que la sélection de la propriété reflète la fonction du matériau dans son application, comme indiqué dans la CEI 60216-1.

4 Guide pour le choix de propriétés et de points limites

Lorsqu'il existe une spécification internationale pour un matériau isolant particulier, la propriété et le point limite demandés dans cette spécification doivent être utilisés pour déterminer la ou les valeurs des caractéristiques d'endurance thermique exigées pour satisfaire à la spécification. Voir la dernière édition du catalogue des publications de la CEI pour une liste à jour des spécifications.

L'Article 5 et le Tableau 1 fournissent des informations pour le choix de propriétés et de points limites. Des indications complémentaires sont données dans l'Annexe A. Pour évaluer les caractéristiques d'endurance thermique, un point limite égal à 50 % de la valeur initiale de la propriété est souvent utilisé.

Bien qu'il soit souvent souhaitable, compte tenu du coût élevé des essais d'endurance thermique, de choisir une seule propriété et un seul point limite pour donner un résultat représentatif du comportement d'endurance thermique d'un matériau, cette information peut être insuffisante pour être utilisée dans toutes les applications du matériau. Dans ce cas, il convient de choisir le critère alternatif qui est le mieux approprié à l'application et la fonction du matériau, quand, par exemple, le point limite égal à 50 % de la valeur initiale n'a pas de signification fondamentale et qu'un point limite égal à 25 % de la valeur initiale est plus indicateur de l'application. Ces autres points limites, considérés comme valables dans certains cas, sont donnés dans le Tableau 1.

L'information du Tableau 1 est donnée, pour plus de commodité, par groupes de matériaux réunis suivant leurs caractéristiques saillantes, mécaniques ou chimiques. L'Annexe A explique les principales caractéristiques de chaque groupe; cela peut être utile pour affecter au bon groupe un matériau non catalogué.

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

3 General considerations

The determination of the thermal endurance of electrical insulating materials is described in IEC 60216-1, IEC 60216-3, IEC 60216-5 and IEC 60216-6. IEC 60216-1 gives experimental details for the ageing of test specimens and determining the gradual deterioration of the property selected as the test criterion. IEC 60216-3 gives details of the procedures for evaluation of the experimental data. IEC 60216-5 gives experimental details for determining the relative thermal endurance of a material and details of the procedures for evaluation of the experimental data. IEC 60216-6 provides an alternate experimental method for determining the thermal endurance of a material and details of the procedures for evaluation of the experimental data. This standard is concerned with the selection of the test properties and end-point levels.

The thermal endurance behaviour of a material cannot be adequately represented by a single number. At least two shall be given:

– temperature index TI (or relative thermal endurance index RTE), and
– halving interval HIC.

Even so, the values of these numbers are highly dependent on the chosen property and end-point, and may be dependent on the dimensions of the test specimen, especially the thickness.

The selection of a property should reflect the function of the material in its application, as stated in IEC 60216-1.

4 Guide for the choice of properties and end-points

Where an international specification exists for a particular insulating material, the property and end-point called for in that specification shall be used to determine the thermal endurance characteristic value(s) needed to claim compliance with the specification. See the current catalogue of IEC publications for an up-to-date list of specifications.

For the choice of properties and end-points, Clause 5 and Table 1 provide guidance. Further advice is given in Annex A. To evaluate thermal endurance characteristics, an end-point of 50 % of the initial value of the property is often used.

Although, on account of the high cost of thermal endurance testing, it is frequently desirable to select a single property and end-point to give a result representative of the thermal endurance behaviour of a material, this information may be inadequate for use in all applications of the material. In such cases, alternative criteria should be chosen that are more appropriate to the application and the function of the material, when, e.g. the 50 % of initial value end-point has no fundamental significance and a 25 % of initial value end-point is more indicative of the application. Alternative end-points considered likely to be valuable in such cases are also indicated in Table 1.

The information in Table 1 is given, for convenience, in relation to materials grouped according to their salient mechanical or chemical features. Annex A explains the main features of each group; this may be helpful to assign a non-listed material to the right group.

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

Tableau 1 – Exemples de propriétés d'essai et points limites recommandés de matériaux isolants

1	2	3	4			5
Matériaux isolants	**Spécification du matériau Publication n°**	Propriétés recommandées	**Points limites recommandés**			**Méthode d'essai Publication n°**
			Préférentiels	**Subsidiaires** [5]	**Type** [1]	
Matériaux rigides A						
Stratifiés rigides	CEI 60893					
Fibres vulcanisées	CEI 60667	Résistance à la traction	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 178
Fibres préimprégnées (préimprégnés)		Tenue à la tension –Epreuve de 1 min	6 kV	3 kV; 10 kV	A	CEI 60243-1
Produits à base de mica ou papier mica	CEI 60371	Perte de masse	5 %	3 %; 10 %	L	
Matériaux rigides B						
Isolation thermodurcissable renforcée/chargée, moulée et coulée		Résistance à la traction	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 178
		Tenue à la tension	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 527-2
		Perte de masse	3 %	5 %; 10 %	L	CEI 60455-2
Isolation thermoplastique renforcée/chargée, moulée et coulée		Résistance au choc Charpy	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 179-1
		Tension de claquage	50 %	25 %; 75 %	R	CEI 60243-1
Matériaux rigides C						
Isolation thermodurcissable non chargée, moulée et coulée		Résistance à la traction	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 178
		Tenue à la tension	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 527-2
		Perte de masse	3 %	5 %; 10 %	L	CEI 60455-2
Isolation thermoplastique non chargée, moulée et coulée [4]		Résistance au choc de tension	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 8256
		Tension de claquage	50 %	25 %; 75 %	R	CEI 60243-1
Elastomères						
Caoutchouc naturel ou caoutchouc synthétique vulcanisé et leurs combinaisons		Contrainte de traction pour un allongement de 100 %	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 37
		Allongement à la rupture [2]	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 37
Plyoléfines y compris le polyéthylène réticulé		Tension de claquage	50 %	25 %; 75 %	R	CEI 60243-1
Caoutchouc de silicone						
Matériaux semi-rigides en feuilles						
Cartons comprimés et papiers comprimés	CEI 60641	Résistance à l'éclatement	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 2759
Cartons comprimés et contrecollés	CEI 60763	Résistance à la traction SM/ST	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 1924
Papier, matériaux à base de papier ou tissés (sauf: renforcés verre textile)						
Papiers cellulosiques (de tous types)	CEI 60554	Résistance à la traction	50 %	25 %; 75 %	R	CEI 60394
Matériaux non cellulosiques similaires au papier	CEI 60819	Degré de polymérisation viscosimétrique	50 %	25 %; 75 %	R	CEI 60450
Papiers vernis		Tension de claquage	50 %	25 %; 75 %	R	CEI 60370
Tissus vernis						

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

Table 1 – Examples of insulating materials, with recommended test properties and end-points

1	2	3	4			5
Insulating materials	**Material specification Publication No.**	**Recommended properties**	**Recommended end-points**			**Test method Publication No.**
			Preferred	**Subsidiary** [5]	**Type** [1]	
Rigid materials A						
Rigid laminates	IEC 60893					
Vulcanized fibre products	IEC 60667	Flexural strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 178
Preimpregnated fibre products (prepregs)		Voltage 1-min proof test	6 kV	3 kV; 10 kV	A	IEC 60243-1
		Loss of mass	5 %	3 %; 10 %	L	
Rigid mica or mica-paper products	IEC 60371					
Rigid materials B						
Reinforced/filled thermosetting moulded and cast insulation		Flexural strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 178
		Tensile strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 527-2
Reinforced/filled thermoplastic moulded and cast insulation		Loss of mass	3 %	5 %; 10 %	L	IEC 60455-2
		Charpy impact strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 179-1
		Breakdown voltage	50 %	25 %; 75 %	R	IEC 60243-1
Rigid materials C						
Unfilled thermosetting moulded and cast insulation		Flexural strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 178
		Tensile strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 527-2
Unfilled thermoplastic moulded and cast insulation[4]		Loss of mass	3 %	5 %; 10 %	L	IEC 60455-2
		Tensile impact strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 8256
		Breakdown voltage	50 %	25 %; 75 %	R	IEC 60243-1
Elastomers						
Vulcanized natural or synthetic rubber and combinations of them		Tensile stress at 100 % extension	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 37
Polyolefins including cross-linked polyethylene		Elongation at break [2]	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 37
Silicone rubber		Breakdown voltage	50 %	25 %; 75 %	R	IEC 60243-1
Semi-rigid sheet materials						
Pressboards and presspapers	IEC 60641	Bursting strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 2759
Laminated pressboards	IEC 60763	Tensile strength MD/CD	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 1924
Paper, paper-based or woven materials (except: glass textile reinforced)						
Cellulosic paper (all types)	IEC 60554	Tensile strength	50 %	25 %; 75 %	R	IEC 60394
Non-cellulosic, paper-like materials	IEC 60819	Viscometric degree of polymerization	50 %	25 %; 75 %	R	IEC 60450
Varnished paper		Breakdown voltage	50 %	25 %; 75 %	R	IEC 60370
Varnished fabrics						

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

Tableau 1 *(suite)*

1	2	3	4			5
Matériaux isolants	**Spécification du matériau Publication n°**	**Propriétés recommandées**	**Points limites recommandés**			**Méthode d'essai Publication n°**
			Préférentiels	**Subsidiaires 5)**	**Type 1)**	
Rubans adhésifs sensibles à la pression						
Rubans à base de papier	CEI 60454	Tension de claquage	1,0 kV		A	CEI 60454-2
Rubans à base de tissu de verre	CEI 60454	Perte de masse	10 %	5 %; 20 %	L	CEI 60454-2
(pour les rubans à base de films plastique, voir le groupe suivant)						
Films souples et matériaux à base de films						
Films plastiques	CEI 60674	Résistance à la traction	30 %	10 %; 50 %	R	ISO 527-3
		Allongement à la rupture	2 %	1 %; 4 %	A	ISO 527-3
Rubans adhésifs sensibles à la pression	CEI 60454	Tension de claquage	2,5 kV	1 kV; 4 kV	A	CEI 60454-2
		Perte de masse	10 %	5 %: 20 %	L	CEI 60454-2
Gaines isolantes souples						
Gaines extrudées non rétractables	CEI 60684	Allongement à la rupture	50 %	25 %; 75 %3)	R	CEI 60684-2
Gaines extrudées thermorétractables	CEI 60684	Contrainte de traction pour un allongement de 100 %	2 fois la valeur initiale		R	CEI 60684-2
Gaines textiles enduites ou imprégnées	CEI 60684	Tension de claquage	50 %	25 %; 75 %	R	CEI 60684
Gaines en verre textile enduites	CEI 60684					
Combinaisons de matériaux souples						
Matériaux combinés souples	CEI 60626	Résistance à la traction	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 1924
Stratifiés souples		Tension de claquage	50 %	25 %; 75 %	R	CEI 60243-1
Matériaux micacés souples renforcés	CEI 60371					
Composés réactifs à base de résine (composés d'enrobage, d'empotage et d'encapsulage)						
Composés résineux d'époxy non chargé	CEI 60455	Résistance à la traction	50 %		R	ISO 178
		Perte de masse	10 %	3 %; 5 %	L	
Composés résineux d'époxy chargé	CEI 60455	Perte de masse	3 %	5 %; 10 %		
Composés de polyuréthane non chargé	CEI 60455	Résistance à la traction	50 %		R	ISO 178
Composés de polyuréthane chargé	CEI 60455					
Composés d'imprégnation et vernis						
Résines d'imprégnation à base de polyester non saturé	CEI 60455	Pouvoir agglomérant	22 N	-	A	CEI 61033, méthode B
Résines d'imprégnation à base d'époxy, non chargées		Tension d'épreuve	0,3 – 1,2 kV	-	A	CEI 60172
Résines d'imprégnation à base de polyuréthane, non chargées	CEI 60464	Tension de claquage	3 kV	-	A	CEI 60455-2
		Perte de masse	10 %	-	L	CEI 60455-2
Vernis d'imprégnation durcissant à chaud		Résistance à la traction	50 %	-	R	ISO 178

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

Table 1 *(continued)*

1	2	3	4			5
Insulating materials	**Material specification Publication No.**	Recommended properties	**Recommended end-points**			**Test method Publication No.**
			Preferred	**Subsidiary [5)]**	**Type [1)]**	
Pressure-sensitive adhesive tapes						
Paper-based tapes	IEC 60454	Breakdown voltage	1,0 kV		A	IEC 60454-2
Glass fabric-based tapes	IEC 60454	Loss of mass	10 %	5 %; 20 %	L	IEC 60454-2
(Plastic film-based tapes, see the next group)						
Flexible film and film based materials						
Plastic films	IEC 60674	Tensile strength	30 %	10 %; 50 %	R	ISO 527-3
		Elongation at break	2 %	1 %; 4 %	A	ISO 527-3
Pressure-sensitive adhesive film tapes	IEC 60454	Breakdown voltage	2,5 kV	1 kV; 4 kV	A	IEC 60454-2
		Loss of mass	10 %	5 %: 20 %	L	IEC 60454-2
Flexible insulating sleevings						
Extruded, non-shrinkable sleevings	IEC 60684	Elongation at break	50 %	25 %; 75 %[3)]	R	IEC 60684-2
Extruded, heat-shrinkable sleevings	IEC 60684	Tensile stress at 100 % extension	2 times initial value		R	IEC 60684-2
Coated or impreganted textile sleevings	IEC 60684	Breakdown voltage	50 %	25 %; 75 %	R	IEC 60684
Coated glass textile sleevings	IEC 60684					
Flexible material combinations						
Combined flexible materials	IEC 60626	Tensile strength	50 %	25 %; 75 %	R	ISO 1924
Flexible laminates		Breakdown voltage	50 %	25 %; 75 %	R	IEC 60243-1
Reinforced flexible mica materials	IEC 60371					
Resin based reactive compounds (embedding compounds, potting compounds, encapsulating compounds)						
Unfilled epoxy resinous compounds	IEC 60455	Flexural strength	50 %		R	ISO 178
Filled epoxy resinous compounds	IEC 60455	Loss of mass	10 %	3 %; 5 %	L	
		Loss of mass	3 %	5 %; 10 %		
Unfilled polyurethane compounds	IEC 60455	Flexural strength	50 %		R	ISO 178
Filled polyurethane compounds	IEC 60455					
Impregnating compounds and varnishes						
Unsaturated polyester based impregnating resins	IEC 60455	Bond strength	22 N	-	A	IEC 61033, method B
Epoxy-based impregnating resins, unfilled		Proof voltage	0,3 – 1,2 kV	-	A	IEC 60172
Polyurethane-based impregnating resins, unfilled		Breakdown voltage	3 kV	-	A	IEC 60455-2
Hot curing impregnating varnishes	IEC 60464	Loss of mass	10 %	-	L	IEC 60455-2
		Flexural strength	50 %	-	R	ISO 178

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

Tableau 1 *(suite)*

1	2	3	4			5
Matériaux isolants	**Spécification du matériau Publication n°**	**Propriétés recommandées**	**Points limites recommandés**			**Méthode d'essai Publication n°**
			Préférentiels	**Subsidiaires 5)**	**Type 1)**	
Composés de revêtement						
Poudres de revêtement	CEI 60455	Perte de masse	10 %	5 %; 15 %	L	CEI 60455-2
		Tension de claquage	3 kV	-	A	CEI 60455-2
Matériaux isolants fusibles		Tension de claquage	3 kV	1 kV = 5 kV	A	CEI 60370
Plastisols et organosols		Perte de souplesse	Emboutis-sage 1 mm	0,5 mm	A	ISO 1520
Isolations sur conducteurs						
Fils émaillés de bobinage	CEI 60317	Tension d'épreuve	0,3 – 1,2 kV	-	A	CEI 60172

La colonne 1 donne le groupe du matériau à essayer. Voir également l'Annexe A.

Si dans la spécification du matériau donnée dans la colonne 2, la ou les propriétés, le ou les points limites et la ou les méthodes d'essai sont exigés, ces instructions doivent être respectées. Si l'on ne donne pas de spécification du matériau ou de conditions d'essai, choisir dans les propriétés et les points limites recommandés ceux appropriés à l'application du matériau.

Les méthodes d'essai dans la colonne 5 sont identifiées par la publication de l'ISO ou de la CEI où elles sont spécifiées. Cependant, dans les cas où des données d'endurance thermique sont d'un intérêt particulier en vue d'une conception, d'autres propriétés utilisant des méthodes d'essai nationales ou développées spécifiquement peuvent être plus utiles.

NOTE Certains matériaux de la liste donnée ici peuvent être groupés différemment. Dans quelques cas, les essais pour la détermination des caractéristiques d'endurance thermique selon la CEI 60216-1 peuvent ne pas s'appliquer aux matériaux désignés ci-dessus.

1) Les pourcentages ou autres valeurs de la colonne 4 («Points limites recommandés») doivent être interprétés selon le code littéral suivant:

   R = abréviation pour valeur résiduelle (si la résistance initiale à la traction est, par exemple, de 60 MPa, alors 25 % signifie 15 MPa, 50 % signifie 30 MPa et ainsi de suite).

   L = abréviation pour les points limites de perte de masse, à interpréter comme pourcentages de diminution de la masse par rapport à la teneur initiale en matériau organique (déterminée par combustion à environ 500 °C).

   A = abréviation pour valeur absolue du point limite selon le point b) de 5.2 de la CEI 60216-1.

2) Cette propriété peut ne pas être toujours critique, car, dans certaines applications, une fois que le matériau est mis en place, il n'est plus soumis à un allongement.

3) L'allongement à la rupture peut ne pas être approprié pour tous les types de gaines en fibre de verre.

4) Lorsqu'on observe une diminution excessive de l'épaisseur de l'éprouvette sur une isolation thermoplastique moulée (due, par exemple, à un flux thermoplastique), l'essai de tension de claquage n'est pas approprié.

5) Points limites subsidiaires à n'utiliser que dans des cas spéciaux, lorsque les points limites préférables ne peuvent fournir des informations appropriées à des applications spéciales du matériau (voir Article 3).

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

Table 1 *(continued)*

1	2	3	4			5
Insulating materials	**Material specification Publication No.**	**Recommended properties**	**Recommended end-points**			**Test method Publication No.**
			Preferred	**Subsidiary 5)**	**Type 1)**	
Coating compounds						
Coating powders	IEC 60455	Loss of mass	10 %	5 %; 15 %	L	IEC 60455-2
		Breakdown voltage	3 kV	-	A	IEC 60455-2
Fusible insulating materials		Breakdown voltage	3 kV	1 kV; 5 kV	A	IEC 60370
Plastisols and organosols		Loss of flexibility	Cupping 1 mm	0,5 mm	A	ISO 1520
Insulations on conductors						
Enamelled winding wires	IEC 60317	Proof voltage	0,3 – 1,2 kV	-	A	IEC 60172

Column 1 lists the group of the material to be tested. See also Annex A.

If in the respective material specification listed in column 2, the property(ies), end-point(s) and test method(s) are prescribed, then these instructions shall be followed. If a material specification or its testing conditions are not listed, select from the recommended properties and end-points those appropriate to the application of the material.

The test methods in Column 5 are identified by the ISO or IEC publication where they are specified. However, in particular cases where thermal endurance data are of interest for design purposes, other properties applying national or specifically developed test methods may be more useful.

NOTE Some of the materials listed herein may be grouped differently. In a few cases tests for determination of thermal endurance characteristics according to IEC 60216-1 may not apply to the materials listed below.

1) Percentage or other values in column 4 ("Recommended end-points") shall be interpreted according to the letter symbol as follows:

   R = abbreviation for retention (if initial tensile strength is, for example, 60 MPa, then 25 % means 15 MPa, 50 % means 30 MPa and so forth).

   L = abbreviation for loss of mass end-points to be understood as the percentage decrease of the mass related to the original organic material content (determined by burning out at approximately 500 °C).

   A = abbreviation for an absolute end-point according to Item b) of 5.2 of IEC 60216-1.

2) This property may not always be critical because in some applications, once the material is in place, it no longer will be subject to elongation.

3) Elongation at break may not be relevant for all types of glass sleeving.

4) Where an excessive reduction of the test specimen thickness is observed on thermoplastic moulded insulation (e.g., due to thermoplastic flow), the voltage breakdown test is not applicable.

5) Subsidiary end-points to be used in special cases only, where the preferred end-points will not give information appropriate for special applications of the material (see Clause 3).

Annexe A
(informative)

Informations complémentaires sur le groupe auquel il convient d'affecter des matériaux nouveaux ou inconnus

Comme il est impossible de cataloguer tous les matériaux isolants avec leurs propriétés de diagnostic recommandées pour les essais d'endurance thermique, le Tableau 1 présente des représentants typiques de chaque groupe. Le regroupement est essentiellement fondé sur les caractéristiques saillantes, mécaniques ou chimiques des matériaux. Cependant, la forme de la fourniture, l'apparence ou l'application principale d'un matériau fournissent des informations complémentaires sur le groupe auquel il convient d'affecter des matériaux nouveaux ou inconnus pour permettre une sélection des propriétés et points limites adéquats.

a) Matériaux rigides

Les matériaux rigides présentent un module d'élasticité supérieur à 700 MPa.

Les matériaux du groupe A et les matériaux thermodurcissables des groupes B et C sont le plus souvent fournis sous forme de plaques ou de pièces plates, produits par moulage, par compression à partir de granules, ou à partir de compositions à deux ou plusieurs ingrédients.

Les matériaux thermoplastiques rigides sont fournis sous forme de plaques produites par extrusion ou d'autres produits semi-finis; ils peuvent aussi être manufacturés en parties préfabriquées par moulage de granules par injection.

b) Elastomères

Les matériaux de ce groupe sont composés à partir de caoutchouc naturel, de caoutchouc synthétique ou d'élastomères thermoplastiques pour se conformer à des propriétés spécifiques. Il convient que les compositions du caoutchouc synthétique ou naturel soient préparées de façon adéquate (par exemple par broyage, par vulcanisation, etc.), comprimées ou calandrées sous forme finale. Les élastomères thermoplastiques sont généralement injectées ou soufflées dans des parties préfabriquées. Les élastomères sont souvent utilisés sous forme préfabriquée pour constituer une partie spéciale d'un produit électrotechnique où la résistance au choc thermique ou l'aptitude à assurer l'étanchéité sont des caractéristiques importantes du matériau.

c) Matériaux semi-rigides en feuilles

Les matériaux de ce groupe sont le plus souvent fournis sous forme de feuilles, mais aussi de bandes; ils sont plus ou moins flexibles entre 70 MPa et 700 MPa. Ils peuvent être estampés ou pliés sans rupture. L'épaisseur des cartons et papiers comprimés va de 0,1 mm à 5,0 mm. Les cartons comprimés et contrecollés peuvent avoir une épaisseur allant jusqu'à 200 mm. Ces matériaux sont souvent utilisés comme isolation d'encoche.

d) Papier, matériaux à base de papier ou tissés

Les matériaux de ce groupe sont le plus souvent fournis sous forme de rouleaux. L'épaisseur va de 0,01 mm à 0,5 mm. Les tissus de coton ou de verre vernis désignés par le terme «matériaux tissés»; le vernis peut consister en différentes sortes de revêtement comprenant les silicones. Une application importante des matériaux de ce groupe est le guipage pour isoler les éléments conducteurs tels que les bobines.

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
(informative)

Additional information on the group to which new or unknown materials should be assigned

Since it is impossible to list all insulating materials with their preferred diagnostic properties for thermal endurance testing, Table 1 shows typical representatives of each group. The grouping is essentially based on the materials' salient mechanical and chemical features. However, the supply form, the appearance or the predominant application of a material provides additional information on the group to which new or unknown materials should be assigned in order to enable the selection of adequate properties and end-points.

a) Rigid materials

Rigid materials typically exhibit a modulus of elasticity greater than 700 MPa.

Materials of Group A and thermosetting materials of Group B and C are mostly supplied in the form of plates or flat pieces, produced by moulding, pressing from granules or from two- or multi-component compounds.

Rigid thermoplastic materials are delivered as extrusion moulded plates or other semi-finished products; they may also be manufactured to prefabricated parts by injection moulding of granules.

b) Elastomers

Materials of this group are composed from natural rubber or synthetic rubber materials or thermoplastic elastomers to meet specific properties. Compositions of natural or synthetic rubber should be adequately prepared, e.g. by milling, vulcanizing, etc. and pressed or calendered in finalt form. Thermoplastic elastomers are typically injection or blow moulded into prefabricated parts. Elastomers are often applied in a prefabricated form to a particular part of an electrotechnical product where thermal shock resistance or sealing performance are important material features.

c) Semi-rigid sheet materials

Materials of this group are mostly supplied in sheet form, but also as strips; they have a modulus of elasticity between 70 MPa and 700 MPa. They can be punched or folded without breaking. The thickness of pressboards and presspapers ranges from 0,1 mm up to 5,0 mm. Laminated pressboards may have a thickness up to 200 mm. These materials are often applied for slot insulation.

d) Paper, paper-based or woven materials

Materials of this group are mostly supplied in roll form. The thickness ranges from 0,01 mm to 0,5 mm. Varnished cotton or glass fabrics are designated by the term "woven materials"; the varnish may consist of different kinds of coating including silicones. A significant application of materials of this group is wrapping to insulate conducting elements such as winding coils.

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

e) Rubans adhésifs sensibles à la pression

Ces matériaux forment un groupe séparé en raison de l'influence des adhésifs sur la performance et sur la préparation des éprouvettes d'essai d'endurance. Puisque l'endos détermine le type de vieillissement et le type de diagnostic, il est judicieux d'examiner en détail l'essai d'endurance thermique, selon que le ruban est à base de papier, de textile ou de film. Les rubans adhésifs sensibles à la pression avec endos de film sont assimilables aux films purs pour ce qui concerne leur diagnostic.

f) Films plastiques

Les matériaux de ce groupe se composent d'une grande gamme de produits distincts avec différentes propriétés, appliqués dans des usages multiples. L'épaisseur va de 0,002 mm à 0,35 mm. Un aspect important des films est leur transparence; à des fins de marquage, ils sont souvent fournis en différentes couleurs.

g) Gaines isolantes souples

Les matériaux de ce groupe sont fournis sous forme tubulaire en longueurs continues ou coupées. Ils sont utilisés dans une grande gamme d'applications; par conséquent, ils sont disponibles dans beaucoup de compositions et de dimensions. Cela touche au vieillissement et au diagnostic.

h) Combinaisons de matériaux souples

Les matériaux de ce groupe sont fournis sous forme de feuilles, de rubans ou de rouleaux en pleine largeur. La forme de la fourniture peut ne pas être représentative de l'application finale; dans la plupart des cas, une préparation supplémentaire est nécessaire, telle que guipage et cuisson, estampage, pliage, etc. Il convient que les éprouvettes pour les essais d'endurance thermique soient faites dans une forme ou une structure représentative de la partie ou du produit projetés.

i) Composés réactifs à base de résine (composés d'enrobage, d'empotage et d'encapsulage)

Composés d'enrobage:

le composé de coulage est versé dans un moule enrobant entièrement un composant électrique ou électronique. Après ce traitement, le composant enrobé est enlevé du moule.

Composé d’empotage:

le composé de coulage est versé dans un moule enrobant entièrement un composant électrique ou électronique. Après ce traitement, le moule reste fixé au composant enrobé comme partie permanente de l’unité.

Composé d’encapsulage:

le composé réactif appliqué sans un moule comme un revêtement de protection ou d’isolation pour recouvrir un composant électrique ou électronique par des moyens adaptés comme le brossage, l’immersion, la pulvérisation ou propagation.

j) Composés d'imprégnation et vernis

Les composés et les vernis sont fournis en récipients sous forme liquide. Ils peuvent être sans solvant ou contenir un solvant. Les composés résineux sont souvent fournis sous forme de deux composants réactifs séparés qui doivent être mélangés avant application et solidification. Les produits de ce groupe conviennent pour fournir une imprégnation adéquate même pour les enroulements de fils fins.

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

e) Pressure-sensitive adhesive (PSA) tapes

These materials form a separate group due to the adhesive's influence on the performance and on the preparation of endurance test specimens. Since the backing determines the kind of ageing and diagnostics, it is advisable to consider thoroughly the details of a thermal endurance test, depending on whether the tape is paper-based, textile-based or film-based. PSA tapes with film backing are similar to pure films with regard to their diagnostics.

f) Plastic films

Materials of this group consist of a wide range of distinct products with different properties, which are also applied for multiple purposes. The thickness ranges from 0,002 mm to 0,35 mm. A significant aspect of films is their transparency; for designation purposes they are often supplied in various colours.

g) Flexible insulating sleevings

Materials of this group are supplied in tubular form in continuous or cut lengths. They are used in a wide range of applications; therefore, many different compositions and dimensions are available. This is pertinent to the ageing and diagnostics.

h) Flexible material combinations

Materials of this group are supplied in the form of sheets, tapes or full width rolls. The supply form may not be representative of the final application; additional processing is in most cases required such as wrapping and curing, punching, folding, etc. Specimens for thermal endurance testing should be made in a shape or structure representative of the intended part or product.

i) Resin-based reactive compounds (embedding compounds, potting compounds, encapsulating compounds)

Embedding compound:

casting compound poured into a mould completely encasing an electric or electronic component. After subsequent curing, the encased component is removed from the mould.

Potting compound:

casting compound poured into a mould completely encasing an electric or electronic component. After subsequent curing the mould remains attached to the encased component as a permanent part of the unit.

Encapsulating compound:

reactive compound applied without a mould as a protective or insulating coating to enclose an electric or electronic component by suitable means such as brushing, dipping, spraying, or spreading.

j) Impregnating compounds and varnishes

Compounds and varnishes are supplied in liquid form in containers. They may be solventless or contain solvent. Resinous compounds are often supplied as two separate reactive components which have to be mixed prior to application and solidification. Products of this group are suitable to provide adequate impregnation even for fine wire windings.

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

k) Composés de revêtement

Les composés de revêtement sont fournis sous forme de poudre ou liquide. Les poudres de résines thermiquement ou chimiquement réactives sont appliquées par des procédés de revêtement tels que la technique du lit fluidisé, la pulvérisation ou le revêtement électrostatique. En général, la poudre est appliquée aux objets chauffés à une température dépassant le point de fusion ou de cuisson de la poudre. Pour la cuisson finale, beaucoup de revêtements requièrent un post-chauffage. L'épaisseur du revêtement est habituellement élevée, jusqu'à 0,5 mm.

Matériaux isolants fusibles, plastisols et organosols sont fournis sous forme liquide. La performance du revêtement dépend de la capacité à fournir sur des substrats métalliques un revêtement d'une intégralité suffisante pour assurer isolation et protection. Certains matériaux durcissent à température ambiante.

l) Eléments conducteurs isolés

Les produits de ce groupe sont des composites et doivent être considérés comme des parties préfabriquées. Bien que l'endurance thermique puisse être régie par l'isolation, la performance dépend du composite tout entier. Par conséquent, de tels composites doivent être soumis à des méthodes particulières d'essai d'endurance thermique, avec des diagnostics et des points limites liés à la fonction technique projetée.

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

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

k) Coating compounds

Coating compounds are supplied as either powders or liquids. Powders of thermoplastic or chemically reactive resins, are applied by coating processes such as the fluidized bed technique, powder spraying or electrostatic coating. Generally, the powder is applied to objects heated to a temperature exceeding the melting or curing point of the powder. For final cure many coatings require post-heating. The coating thickness is normally high, up to 0,5 mm.

Fusible insulating materials, plastisols and organosols are supplied in liquid form. The coating performance depends on the ability of providing a coating on metallic substrates of sufficient integrity to ensure insulation and protection. Some materials cure under room temperature conditions.

l) Insulated conductive elements

Products of this group are composites and should be considered as prefabricated parts. Although the thermal endurance may be governed by the insulation, the performance depends on the entire composite. Consequently, such composites should be submitted to particular methods of thermal endurance testing, with diagnostics and end-points related to the intended technical function.

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 2-8318-8141-2



ICS 17.220.99; 29.035.01

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