

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Test procedure for thermal endurance of insulating resins and varnishes for impregnation purposes – Electric breakdown methods

Méthode d'essai pour l'évaluation de l'endurance thermique des résines et vernis isolants d'imprégnation – Méthodes de claquage électrique

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.035.01

ISBN 978-2-8322-5108-9

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Methods of test.....	7
4.1 General.....	7
4.2 Method 1 – Curved electrode system	8
4.2.1 Specimen	8
4.2.2 Impregnation process	8
4.2.3 Curved electrode system	9
4.2.4 Ageing ovens and ageing temperatures	9
4.2.5 Test procedure	10
4.3 Method 2 – Ball to plate method.....	12
4.3.1 Specimen	12
4.3.2 Impregnation process	12
4.3.3 Electrode system	13
4.3.4 Ageing ovens and ageing temperatures	13
4.3.5 Test procedure	14
5 Report	16
Bibliography.....	17
Figure 1 – Curved electrode fixture	9
Figure 2 – Electric strength – Ageing time – Graph	11
Figure 3 – Thermal endurance graph	12
Figure 4 – Breakdown voltage – Ageing time – Graph.....	15
Figure 5 – Thermal endurance graph	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**TEST PROCEDURE FOR THERMAL ENDURANCE OF INSULATING
RESINS AND VARNISHES FOR IMPREGNATION PURPOSES –
ELECTRIC BREAKDOWN METHODS**

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 60370 has been prepared by IEC technical committee 15: Solid electrical insulating materials.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1971. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) this document is now describing two methods, the existing one, following ASTM D1932 and new a method following the requirements of IEC 60455-2 and IEC 60464-2;
- b) the theoretical background and way of calculation were removed, and replaced by reference to IEC 60216;
- c) the layout and numbering system was updated;
- d) for better understanding and illustration purposes examples were added.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
15/812/FDIS	15/819/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This document describes methods for thermal endurance testing. The methods described are in line with IEC 60216 (all parts). More information about the theory of thermal endurance, calculation methods and other possible methods can be found in IEC 60216 (all parts).

TEST PROCEDURE FOR THERMAL ENDURANCE OF INSULATING RESINS AND VARNISHES FOR IMPREGNATION PURPOSES – ELECTRIC BREAKDOWN METHODS

1 Scope

This International Standard covers methods of test for the determination of thermal endurance (temperature index) of electrical insulating resins and varnishes for impregnation purposes.

It is done by means of impregnating glass cloth and measuring electric strength or breakdown voltage before and after heat ageing.

It covers the materials described in IEC 60455-3-5 and IEC 60464-3-2 and similar materials.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60212, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials*

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

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens*

IEC 60216-4-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-2: Ageing ovens – Precision ovens for use up to 300 °C*

IEC 60216-4-3, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-3: Ageing ovens – Multi-chamber ovens*

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

IEC 60455-3-5, *Resin based reactive compounds used for electrical insulation – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 5: Unsaturated polyester based impregnating resins*

IEC 60464-3-2, *Varnishes used for electrical insulation – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 2: Hot curing impregnating varnishes*

IEC 60641-3-1, *Pressboard and presspaper for electrical purposes – Part 3: Specifications for individual materials – Sheet 1: Requirements for pressboard, types B.0.1, B.0.3, B.2.1, B.2.3, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.3, B.5.1, B.5.3 and B.6.1*

ISO 2078, *Textile glass – Yarns – Designation*

ISO 2113, *Reinforcement fibers – Woven fabrics – Basis for a specification*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application	22
2 Références normatives	22
3 Termes et définitions	23
4 Méthodes d'essai.....	23
4.1 Généralités	23
4.2 Méthode 1 – Système d'électrodes courbes	24
4.2.1 Éprouvette	24
4.2.2 Processus d'imprégnation.....	24
4.2.3 Système d'électrodes courbes	25
4.2.4 Étuves de vieillissement et températures de vieillissement	26
4.2.5 Méthode d'essai	26
4.3 Méthode 2 – Méthode à bille pour plaque.....	29
4.3.1 Éprouvette	29
4.3.2 Processus d'imprégnation.....	29
4.3.3 Système d'électrodes	30
4.3.4 Étuves de vieillissement et températures de vieillissement	31
4.3.5 Méthode d'essai	31
5 Rapport d'essai	33
Bibliographie.....	34
Figure 1 – Montage d'électrodes courbes.....	26
Figure 2 – Rigidité diélectrique – Temps de vieillissement – Graphique	28
Figure 3 – Graphique d'endurance thermique	29
Figure 4 – Tension de claquage – Temps vieillissement – Graphique.....	32
Figure 5 – Graphique d'endurance thermique	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODE D'ESSAI POUR L'ÉVALUATION DE L'ENDURANCE THERMIQUE
DES RÉSINES ET VERNIS ISOLANTS D'IMPRÉGNATION –
MÉTHODES DE CLAQUAGE ÉLECTRIQUE**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60370 a été établie par le comité d'études 15 de l'IEC: Matériaux isolants électriques solides.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1971. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) le présent document décrit deux méthodes, la méthode existante conforme aux exigences de l'ASTM D1932 et une nouvelle méthode conforme aux exigences de l'IEC 60455-2 et de l'IEC 60464-2;
- b) suppression et remplacement du contexte théorique et du mode de calcul par la référence à l'IEC 60216;

- c) actualisation de la présentation et du système de numérotation;
- d) ajout d'exemples pour une meilleure compréhension et représentation.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15/812/FDIS	15/819/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Le présent document décrit des méthodes d'essai d'endurance thermique. Ces méthodes décrites sont conformes à l'IEC 60216 (toutes les parties). L'IEC 60216 (toutes les parties) donne de plus amples informations sur la théorie de l'endurance thermique, les méthodes de calcul et d'autres méthodes éventuelles.

MÉTHODE D'ESSAI POUR L'ÉVALUATION DE L'ENDURANCE THERMIQUE DES RÉSINES ET VERNIS ISOLANTS D'IMPRÉGNATION – MÉTHODES DE CLAQUAGE ÉLECTRIQUE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite des méthodes d'essai qui permettent de déterminer l'endurance thermique (indice de température) des résines et vernis isolants électriques d'imprégnation.

Cette endurance est déterminée par imprégnation de tissu de verre et en mesurant la rigidité diélectrique ou la tension de claquage avant et après le vieillissement thermique.

Elle couvre les matériaux décrits dans l'IEC 60455-3-5 et l'IEC 60464-3-2, ainsi que les matériaux analogues.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60212, *Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides*

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

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens* (disponible en anglais seulement)

IEC 60216-4-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 4-2: Étuves de vieillissement – Étuves de précision pour des utilisations pouvant atteindre 300 °C*

IEC 60216-4-3, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 4-3: Étuves de vieillissement – Étuves à chambres multiples*

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

IEC 60455-3-5, *Composés réactifs à base de résines utilisés comme isolants électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 5: Résines d'imprégnation à base de polyester insaturé*

IEC 60464-3-2, *Vernis utilisés pour l'isolation électrique – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 2: Vernis d'imprégnation durcissant à chaud*

IEC 60641-3-1, *Carton comprimé et papier comprimé à usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers – Feuille 1: Exigences pour les cartons comprimés, types B.0.1, B.0.3, B.2.1, B.2.3, B.3.1, B.3.3, B.4.1, B.4.3, B.5.1, B.5.3 et B.6.1*

ISO 2078, *Verre textile – Fils – Désignation*

ISO 2113, *Renforts – Tissus – Base de spécification*