NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60554-2

Deuxième édition
Second edition
2001-11

Papiers cellulosiques à usages électriques –

Partie 2:
Méthodes d'essai

Cellulosic papers for electrical purposes –

Part 2:
Methods of test

© IEC 2001 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 Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http://www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE V

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 8
INTRODUCTION 10

1 Domaine d'application 12
2 Références normatives 12
3 Définitions 14
4 Remarques générales sur les essais 14
5 Epaisseur 16
5.1 Détermination de l'épaisseur des feuilles de papier unitaires (ISO 534) 16
5.2 Détermination de l'épaisseur moyenne du papier 16
6 Grammage du papier (masse par mètre carré, poids de base ou substance) 16
7 Masse volumique apparente 18
8 Résistance à la traction et allongement 18
9 Résistance interne au déchirement 18
10 Résistance au déchirement des bords 20
10.1 Appareil d'essai 20
10.2 Eprouvettes 20
10.3 Mode opératoire 20
10.4 Résultats 22
11 Résistance à l'éclatement 22
12 Résistance au pliage 22
12.1 Appareil d'essai 22
12.2 Eprouvettes 22
12.3 Mode opératoire 22
12.4 Résultats 22
13 Teneur en humidité 22
14 Teneur en cendres 24
15 Conductivité de l'extrait aqueux 24
15.1 Appareil d'essai 24
15.2 Mode opératoire 24
15.3 Résultats 26
16 pH de l'extrait aqueux 26
16.1 Appareil d'essai 26
16.2 Mode opératoire 26
16.3 Résultats 26
17 Teneur en chlorure de l'extrait aqueux 28
17.1 Méthode 1 28
17.2 Méthode 2 30
18 Teneur en sulfate 32

CONTENTS

FOREWORD 9
INTRODUCTION 11

1 Scope 13
2 Normative references 13
3 Definitions 15
4 General notes on tests 15
5 Thickness 17
5.1 Determination of the thickness of single sheets of paper (ISO 534) 17
5.2 Determination of mean thickness of paper 17
6 Substance (mass per square metre, basic weight or grammage) 17
7 Apparent density 19
8 Tensile strength and elongation 19
9 Internal tearing resistance 19
10 Edge-tearing resistance 21
10.1 Test apparatus 21
10.2 Test pieces 21
10.3 Procedure 21
10.4 Results 23
11 Bursting strength 23
12 Folding endurance 23
12.1 Test apparatus 23
12.2 Test pieces 23
12.3 Procedure 23
12.4 Results 23
13 Moisture content 23
14 Ash content 25
15 Conductivity of aqueous extract 25
15.1 Test apparatus 25
15.2 Procedure 25
15.3 Results 27
16 pH of aqueous extract 27
16.1 Test apparatus 27
16.2 Procedure 27
16.3 Results 27
17 Chloride content of aqueous extract 29
17.1 Method 1 29
17.2 Method 2 31
18 Sulphate content 33

19 Conductivité de l'extrait organique 32
19.1 Appareil d'essai 32
19.2 Mode opératoire 34
19.3 Résultats 34
20 Détermination de la teneur en sodium et en potassium; méthode spectrométrique d'absorption atomique de la flamme 36
21 Perméabilité à l'air 36
21.1 Appareil d'essai 36
21.2 Eprouvettes 38
21.3 Mode opératoire 38
21.4 Résultats 38
22 Taux d'absorption d'eau (méchage) 38
22.1 Principe 38
22.2 Réactif 38
22.3 Appareillage 38
22.4 Conditionnement 40
22.5 Eprouvettes 40
22.6 Procédure 40
22.7 Résultats 42
22.8 Rapport d'essai 42
23 Absorption d'huile (méthode de Cobb modifiée) 42
23.1 Appareil d'essai 42
23.2 Eprouvettes 44
23.3 Mode opératoire 44
23.4 Résultats 44
24 Rigidité diélectrique 46
24.1 Appareil d'essai 46
24.2 Eprouvettes 46
24.3 Mode opératoire 46
24.4 Résultats 46
24.5 Méthode d'essai utilisant une tension continue 46
25 Facteur de dissipation et permittivité des papiers imprégnés et non imprégnés 50
25.1 Appareil d'essai 50
25.2 Eprouvettes 52
25.3 Mode opératoire 52
25.4 Résultats 54
26 Voies conductrices 54
26.1 Méthode 1 54
26.2 Méthode 2 56
27 Stabilité thermique 60
27.1 Résistance interne au déchirement 60
27.2 Résistance à l'éclatement 60
27.3 Degré de polymérisation 60

19 Conductivity of organic extract 33
19.1 Test apparatus 33
19.2 Procedure 35
19.3 Results 35
20 Determination of sodium and potassium content; flame atomic absorption spectrometric method 37
21 Air permeability 37
21.1 Test apparatus 37
21.2 Test pieces 39
21.3 Procedure 39
21.4 Results 39
22 Rate of water absorption (wicking) 39
22.1 Principle 39
22.2 Reagent 39
22.3 Apparatus 39
22.4 Conditioning 41
22.5 Test pieces 41
22.6 Procedure 41
22.7 Results 43
22.8 Test report 43
23 Oil absorption (modified Cobb method) 43
23.1 Test apparatus 43
23.2 Test pieces 45
23.3 Procedure 45
23.4 Results 45
24 Electric strength 47
24.1 Test apparatus 47
24.2 Test pieces 47
24.3 Procedure 47
24.4 Results 47
24.5 Test method using d.c. voltage 47
25 Dissipation factor and permittivity of unimpregnated paper 51
25.1 Test apparatus 51
25.2 Test pieces 53
25.3 Procedure 53
25.4 Results 55
26 Conducting paths 55
26.1 Method 1 55
26.2 Method 2 57
27 Heat stability 61
27.1 Internal tearing resistance 61
27.2 Bursting strength 61
27.3 Degree of polymerization 61

Figure 1 – Etrier de déchirement des bords 62
Figure 2a – Vue d'ensemble 64
Figure 2b – Détails (modifications requises pour réaliser l'indicateur de Cobb) 64
Figure 2 – Appareil d'essai pour l'absorptivité d'huile 64
Figure 3 – Disposition schématique de l'appareil d'essai pour les particules conductrices 66
Figure 4 – Appareil d'essai 66
Figure 5 – Appareillage pour l'absorption d'eau 68

Figure 1 – Edge tear stirrup 63
Figure 2a – Overview 65
Figure 2b – Details (modifications required to Cobb absorbency tester) 65
Figure 2 – Test apparatus for oil absorbency 65
Figure 3 – Diagrammatic arrangement of test apparatus for conducting particles 67
Figure 4 – Test apparatus 67
Figure 5 – Water absorbency apparatus 69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PAPIERS CELLULOSIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
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. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60554-2 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1977, l'amendement 1 (1982), l'amendement 2 (1984) et l'amendement 3 (1995) et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15C/1264/FDIS	15C/1311/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 3.

Les normes futures de cette série porteront dorénavant le nouveau titre général cité ci-dessus. Le titre des normes existant déjà dans cette série sera mis à jour lors d'une prochaine édition.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CELLULOSIC PAPERS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 2: Methods of test

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60554-2 has been prepared by subcommittee 15C: Specifications, of IEC technical committee 15: Insulating materials.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1977, amendment 1 (1982), amendment 2 (1984), and amendment 3 (1995) and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
15C/1264/FDIS	15C/1311/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 3.

Future standards in this series will carry the new general title as cited above. Titles of existing standards in this series will be updated at the time of the next revision.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La CEI 60554 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: *Papiers cellulosiques à usages électriques.*

– Partie 1: Définitions et conditions générales
– Partie 2: Méthodes d'essai
– Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers

INTRODUCTION

IEC 60554 consists of the following parts, under the general title*: Cellulosic papers for electrical purposes.*

– Part 1: Definition and general requirements
– Part 2: Methods of test
– Part 3: Specifications for individual materials

PAPIERS CELLULOSIQUES À USAGES ÉLECTRIQUES –

Partie 2: Méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60554 s'applique aux papiers cellulosiques à usages électriques. Elle spécifie les méthodes d'essai à utiliser pour déterminer si les papiers cellulosiques à usages diélectriques satisfont aux exigences imposées dans les feuilles particulières de la CEI 60554-3.

A plusieurs reprises, la présente norme se réfère aux normes ISO et donne un bref aperçu de la méthode utilisée. Il est entendu que cet aperçu ne remplit d'autre objet que celui de servir de point de repère et que seule la norme ISO proprement dite contient tous les détails nécessaires.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60554. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60554 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60216: *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques*

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

CEI 60247:1978, *Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants*

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

CEI 60296:1982, *Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion*

CEI 60450:1974, *Mesure du degré de polymérisation moyen viscosimétrique de papiers neufs et vieillis à usage électrique*

CEI 60554-3, *Papiers cellulosiques à usages électriques – Partie 3: Spécifications pour matériaux particuliers*

ISO 287:1985, *Papier et carton – Détermination de l'humidité – Méthode par séchage à l'étuve*

ISO 534:1988, *Papier et carton – Détermination de l'épaisseur et de la masse volumique des feuilles uniques ou des feuilles en liasses*

CELLULOSIC PAPERS FOR ELECTRICAL PURPOSES –

Part 2: Methods of test

1 Scope

This part of IEC 60554 applies to cellulosic papers for electrical purposes. It specifies the methods of test to be used in testing cellulosic papers for electrical purposes to meet the requirements prescribed in the specification sheet of IEC 60554-3.

In this standard, reference is made in several places to ISO standards accompanied by a short description of the method used. It is to be understood that this short description is meant for identification purposes only and that all details should be taken from the ISO standard itself.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60554. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60554 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60216: *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

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

IEC 60247:1978, *Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids*

IEC 60250:1969, *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*

IEC 60296:1982, *Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60450:1974, *Measurement of the average viscometric degree of polymerization of new and aged electrical papers*

IEC 60554-3, *Cellulosic papers for electrical purposes – Part 3: Specifications for individual materials*

ISO 287:1985, *Paper and board – Determination of moisture content – Oven-drying method*

ISO 534:1988, *Paper and board – Determination of thickness and apparent bulk density or apparent sheet density*

ISO 535:1991, *Papier et carton – Détermination de l'absorption d'eau – Méthode de Cobb*

ISO 536:1995, *Papier et carton – Détermination du grammage*

ISO 1924-1:1992, *Papier et carton – Détermination des propriétés de traction – Partie 1: Méthode à vitesse constante d'application de la charge*

ISO 1924-2:1994, *Papier et carton – Détermination des propriétés de traction – Partie 2: Méthode à gradient d'allongement constant*

ISO 1974:1990, *Papier – Détermination de la résistance au déchirement (Méthode Elmendorf)*

ISO 2144:1997, *Papiers, cartons et pâtes – Détermination du résidu (cendres) après incinération à 900 degrés C*

ISO 2758:1983, *Papier – Détermination de la résistance à l'éclatement*

ISO 9964-3:1993, *Qualité de l'eau – Dosage du sodium et du potassium – Partie 3: Dosage du sodium et du potassium par spectrométrie d'émission de flamme*

ISO 535:1991, *Paper and board – Determination of water absorptiveness – Cobb method*

ISO 536:1995, *Paper and board – Determination of grammage*

ISO 1924-1:1992, *Paper and board – Determination of tensile properties – Part 1: Constant rate of loading method*

ISO 1924-2:1994, *Paper and board – Determination of tensile properties – Part 2: Constant rate of elongation method*

ISO 1974:1990, *Paper – Determination of tearing resistance (Elmendorf method)*

ISO 2144:1997, *Paper, board and pulps – Determination of residue (ash) on ignition at 900 degrees C*

ISO 2758:1983, *Paper – Determination of bursting strength*

ISO 9964-3:1993, *Water quality – Determination of sodium and potassium – Part 3: Determination of sodium and potassium by flame emission spectrometry*