



IEC 60851-4

Edition 3.0 2016-07

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Winding wires – Test methods –  
Part 4: Chemical properties**

**Fils de bobinage – Méthodes d’essai –  
Partie 4: Propriétés chimiques**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.060.10

ISBN 978-2-8322-3512-6

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Test 12: Resistance to solvents .....	7
3.1 General.....	7
3.2 Equipment .....	8
3.3 Procedure .....	8
4 16: Resistance to refrigerants .....	9
4.1 General.....	9
4.2 Extraction .....	9
4.2.1 Principle .....	9
4.2.2 Equipment .....	9
4.2.3 Specimen.....	11
4.2.4 Procedure .....	11
4.2.5 Result.....	12
4.3 Breakdown voltage.....	12
4.3.1 Principle .....	12
4.3.2 Procedure .....	12
4.3.3 Result.....	13
5 Test 17: Solderability.....	13
5.1 General.....	13
5.2 Equipment .....	13
5.3 Procedure .....	14
6 Test 20: Resistance to hydrolysis and to transformer oil .....	14
6.1 General.....	14
6.2 Round wire .....	15
6.2.1 Equipment .....	15
6.2.2 Specimens.....	15
6.2.3 Procedure .....	15
6.3 Rectangular wire .....	16
6.3.1 Equipment .....	16
6.3.2 Specimens.....	16
6.3.3 Procedure .....	16
Annex A (informative) Alternative refrigerants to monochlorodifluoromethane.....	18
Bibliography .....	19
Figure 1 – Pencil and specimen for solvent test.....	8
Figure 2 – Refrigerant extractable test siphon cup .....	10
Figure 3 – Condenser coil .....	11
Figure 4 – Example of carrier for solderability test .....	14
Table 1 – Pencil hardness.....	9
Table 2 – Volume of components .....	16

Table A.1 – Alternative refrigerants to R 22 .....18

# INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

## WINDING WIRES – TEST METHODS –

### Part 4: Chemical properties

#### 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 60851-4 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1996, Amendment 1:1997 and Amendment 2:2005. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) revision of Test 16: Resistance to refrigerants;
- b) revision of Test 17: Solderability;
- c) new Annex A for alternative refrigerants to monochlorodifluoromethane (R 22).

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

FDIS	Report on voting
55/1578/FDIS	55/1580/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.

A list of all the parts in the IEC 60851 series, published under the general title *Winding Wires – Test methods*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website 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.

## INTRODUCTION

The IEC 60851 series is part of a group of International Standards which define insulated wires used for windings in electrical equipment:

- 1) IEC 60851 series, *Winding wires – Test methods*;
- 2) IEC 60317 series, *Specifications for particular types of winding wires*;
- 3) IEC 60264 series, *Packaging of winding wires*.

## WINDING WIRES – TEST METHODS –

### Part 4: Chemical properties

#### 1 Scope

This part of IEC 60851 specifies the following chemical properties tests:

- Test 12: Resistance to solvents;
- Test 16: Resistance to refrigerants;
- Test 17: Solderability;
- Test 20: Resistance to transformer oil.

For definitions, general notes on methods of test and the complete series of methods of test for winding wires see IEC 60851-1.

#### 2 Normative references

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

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60554-1:1977, *Specification for cellulosic papers for electrical purposes – Part 1: Definitions and general requirements*

IEC 60851-1, *Winding wires – Test methods – Part 1: General*

IEC 60851-3:2009, *Winding wires – Test methods – Part 3: Mechanical properties*

IEC 60851-5:2008, *Winding wires – Test methods – Part 5: Electrical properties*

ISO 9453, *Soft solder alloys – Chemical compositions and forms*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	22
INTRODUCTION.....	24
1 Domaine d'application.....	25
2 Références normatives .....	25
3 Essai 12: Résistance aux solvants .....	25
3.1 Généralités .....	25
3.2 Equipement.....	26
3.3 Procédure .....	26
4 Essai 16: Résistance aux réfrigérants .....	27
4.1 Généralités .....	27
4.2 Extraction .....	27
4.2.1 Principe .....	27
4.2.2 Equipement .....	27
4.2.3 Eprouvette .....	29
4.2.4 Procédure .....	29
4.2.5 Résultats .....	30
4.3 Tension de claquage .....	30
4.3.1 Principe .....	30
4.3.2 Procédure .....	30
4.3.3 Résultats .....	31
5 Essai 17: Brasabilité .....	31
5.1 Généralités .....	31
5.2 Equipement.....	31
5.3 Procédure .....	32
6 Essai 20: Résistance à l'hydrolyse et à l'huile de transformateur.....	32
6.1 Généralités .....	32
6.2 Fil de section circulaire .....	33
6.2.1 Equipement .....	33
6.2.2 Eprouvettes .....	33
6.2.3 Procédure.....	33
6.3 Fil de section rectangulaire.....	34
6.3.1 Equipement .....	34
6.3.2 Eprouvettes .....	34
6.3.3 Procédure .....	35
Annexe A (informative) Réfrigérants de remplacement pour le monochlorodifluorométhane .....	36
Bibliographie .....	37
Figure 1 – Essai aux solvants: crayon et éprouvette .....	26
Figure 2 – Récipient à siphon d'essai pour extraction par un réfrigérant.....	28
Figure 3 – Condenseur .....	29
Figure 4 – Exemple de support pour l'essai de brasabilité.....	32
Tableau 1 – Duretés-crayon .....	27
Tableau 2 – Volume des composants .....	34



Tableau A.1 – Réfrigérants de remplacement pour le R 22.....36

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

### Partie 4: Propriétés chimiques

#### 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 60851-4 a été établie par le comité d'études 55 de l'IEC: Fils de bobinage.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1996, l'Amendement 1:1997 et l'Amendement 2:2005. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) révision de l'Essai 16: Résistance aux réfrigérants;
- b) révision de l'Essai 17: Brasabilité;
- c) nouvelle Annexe A relative aux réfrigérants de remplacement pour le monochlorodifluorométhane (R 22).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
55/1578/FDIS	55/1580/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60851, publiées sous le titre général *Fils de bobinage – Méthodes d'essai*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

## INTRODUCTION

La série IEC 60851 constitue un élément d'un groupe de Normes internationales définissant les fils isolés utilisés dans les enroulements des appareils électriques:

- 1) Série IEC 60851, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai*;
- 2) Série IEC 60317, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*;
- 3) Série IEC 60264, *Conditionnement des fils de bobinage*.

## FILS DE BOBINAGE – MÉTHODES D'ESSAI –

### Partie 4: Propriétés chimiques

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60851 spécifie les essais de propriétés chimiques suivants:

- Essai 12: Résistance aux solvants;
- Essai 16: Résistance aux réfrigérants;
- Essai 17: Brasabilité;
- Essai 20: Résistance à l'huile de transformateur.

Pour les définitions, les notes générales concernant les méthodes d'essai et les séries complètes des méthodes d'essai des fils de bobinage, voir l'IEC 60851-1.

#### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

IEC 60554-1:1977, *Spécification pour papiers cellulose à usages électriques – Première Partie: Définitions et conditions générales*

IEC 60851-1, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 1: Généralités*

IEC 60851-3:2009, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 3: Propriétés mécaniques*

IEC 60851-5:2008, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 5: Propriétés électriques*

ISO 9453, *Alliages de brasage tendre – Compositions chimiques et formes*