

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –
Part 0-10: General requirements – Polyester glass-fibre wound fused,
unvarnished, or resin or varnish impregnated, bare or enamelled round copper
wire**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –
Partie 0-10: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre nu ou
émailé, guipé de fibres de verre polyester fondues, non vernies ou imprégnées
de vernis ou de résine**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2017 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –
Part 0-10: General requirements – Polyester glass-fibre wound fused,
unvarnished, or resin or varnish impregnated, bare or enamelled round copper
wire**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –
Partie 0-10: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre nu ou
émaillé, guipé de fibres de verre polyester fondues, non vernies ou imprégnées
de vernis ou de résine**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.10

ISBN 978-2-8322-4261-2

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 Terms, definitions, general notes and appearance.....	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 General notes	8
3.2.1 Methods of test.....	8
3.2.2 Winding wire.....	9
3.3 Appearance	9
4 Dimensions.....	9
4.1 Conductor diameter	9
4.2 Out of roundness of conductor	11
4.3 Minimum increase in diameter due to the covering	11
4.4 Maximum overall diameter	11
5 Electrical resistance	12
6 Elongation	12
7 Springiness	12
7.1 Nominal conductor diameters up to and including 1,600 mm	12
7.2 Nominal conductor diameters over 1,600 mm.....	12
8 Flexibility and adherence	12
8.1 Mandrel winding test.....	12
8.2 Adherence test.....	12
9 Heat shock	13
10 Cut-through	13
11 Resistance to abrasion	13
12 Resistance to solvents.....	13
13 Breakdown voltage	13
13.1 Polyester glass fibre covered bare round copper wire	13
13.2 Polyester glass fibre covered enamelled round copper wire	13
14 Continuity of insulation	14
15 Temperature index	14
16 Resistance to refrigerants.....	14
17 Solderability	14
18 Heat or solvent bonding.....	14
19 Dielectric dissipation factor.....	14
20 Resistance to transformer oil	14
21 Loss of mass	14
23 Pin hole test	15
30 Packaging	15
Annex A (informative) Diameters for intermediate nominal conductor diameters (R40)	16
Annex B (informative) Resistance	18
B.1 Determination of nominal resistance	18
Annex C (informative) High temperature failure.....	19

Bibliography	20
Table 1 – Dimensional requirements of (single) polyester glass-fibre wound fused and unvarnished or resin or varnish impregnated over grade 1 or grade 2 enamelled round copper winding wire (R20)	10
Table 2 – Dimensional requirements of (double) polyester glass-fibre wound fused and unvarnished or resin or varnish impregnated over bare, grade 1, or grade 2 enamelled round copper winding wire (R20)	11
Table 3 – Elongation	12
Table 4 – Mandrel winding	12
Table 5 – Breakdown voltage for bare round copper wire	13
Table 6 – Breakdown voltage for enamelled round copper wire	14
Table A.1 – Diameters for single polyester glass-fibre wound fused and unvarnished or resin or varnish impregnated over grade 1 or grade 2 enamelled round copper wire (R40)	16
Table A.2 – Diameters for double polyester glass-fibre wound fused and unvarnished or resin or varnish impregnated over bare, grade 1 or grade 2 enamelled round copper wire (R40)	17
Table B.1 – Electrical resistance	18

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

**Part 0-10: General requirements –
Polyester glass-fibre wound fused, unvarnished, or resin
or varnish impregnated, bare or enamelled round copper wire**

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 60317-0-10 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

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

FDIS	Report on voting
55/1601/FDIS	55/1608/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.

A list of all parts in the IEC 60317 series, published under the general title *Specifications for particular types of winding wires*, can be found on the IEC website.

The numbering of clauses in this standard is not continuous from Clauses 21 through 30 in order to reserve space for possible future wire requirements prior to those for wire packaging.

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.

INTRODUCTION

This part of IEC 60317 forms an element of a series of standards which deals with insulated wires used for windings in electrical equipment. The series has three groups describing:

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

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

Part 0-10: General requirements – Polyester glass-fibre wound fused, unvarnished, or resin or varnish impregnated, bare or enamelled round copper wire

1 Scope

This part of IEC 60317 specifies the general requirements of polyester glass-fibre wound fused, unvarnished, or resin or varnish impregnated bare, grade 1 or grade 2 or enamelled round copper winding wires.

The range of nominal conductor dimensions is given in Table 1, Table 2, Table A.1 and Table A.2.

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 60851 (all parts), *Winding wires – Test methods*

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

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

3 Terms, definitions, general notes and appearance

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

3.1.1 coating

material which is deposited on a conductor or wire by a suitable means and then dried and/or cured

3.1.2 conductor

bare metal after removal of the insulation

3.1.3

covering

material which is wound, wrapped or braided around a bare or insulated conductor

3.1.4

crack

opening in the insulation which exposes the conductor to view at the stated magnification

3.1.5

enamelled wire

wire coated with an insulation of cured resin

3.1.6

fused

state of polyester fibres after having been melted then re-solidified for support/adherence of glass fibres

3.1.7

grade

range of increase in dimension of the wire due to the insulation

3.1.8

insulation

coating or covering on the conductor with the specific function of withstanding voltage

3.1.9

nominal conductor dimension

designation of the conductor size in accordance with IEC 60317

3.1.10

normal vision

20/20 vision, with corrective lenses, if necessary

3.1.11

winding wire

wire used for winding a coil to provide a magnetic field

3.1.12

wire

conductor coated or covered with an insulation

3.2 General notes

3.2.1 Methods of test

All methods of test to be used for this standard are given in IEC 60851.

The clause numbers used in this standard are identical to the corresponding test numbers in the IEC 60851 series of standards.

In case of inconsistencies between the publication on methods of test and this standard, IEC 60317-0-10 shall prevail.

Where no specific range of nominal conductor diameters is given for a test, the test applies to all nominal conductor diameters covered by the specification sheet.

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out at a temperature from 15 °C to 35 °C and a relative humidity from 45 % to 75 %. Before measurements are made, the specimens shall be preconditioned under these atmospheric conditions for a time sufficient to allow the specimens to reach stability.

The wire to be tested shall be removed from the packaging in such a way that the wire will not be subjected to tension or unnecessary bends. Before each test, sufficient wire should be discarded to ensure that any damaged wire is not included in the test specimens.

3.2.2 Winding wire

The fibre covering shall consist of a combination of polyester and glass fibres. The glass fibres shall be electrical-grade continuous-filament glass yarn. The polyester fibre shall be a high-grade yarn resulting from the linear polymerization of ethylene glycol and terephthalic acid. The maximum content by weight of polyester fibre in the yarn shall not exceed 50 %.

The coating shall be characterized by the following different grades of thickness:

- PG1, bare conductor with 1 layer of polyester glass fibre or 2 layers of finer polyester glass fibres that together, comply with the dimensional requirements in Table 1.
- PG2, bare conductor with 2 layers of polyester glass fibre;
- Grade 1 PG1, enamelled grade 1 (grade 1) with 1 layer of polyester glass fibre (PG1);
- Grade 1 PG2, enamelled grade 1 (grade 1) with 2 layers of polyester glass fibre (PG2);
- Grade 2 PG1, enamelled grade 2 (grade 2) with 1 layer of polyester glass fibre (PG1);
- Grade 2 PG2, enamelled grade 2 (grade 2) with 2 layers of polyester glass fibre (PG2).

When reference is made to a winding wire according to a standard of the IEC 60317 series, the following information is given in the description:

- reference to IEC specification;
- nominal conductor diameter in millimetres;
- grade.

3.3 Appearance

The fibrous covering shall be smooth as agreed upon between customer and supplier in accordance with good commercial practice, and free from physical damage and foreign material when examined with normal vision, as wound on the original spool or reel.

NOTE Evidence of physical damage includes gashes, broken fibre strands, and the like.

4 Dimensions

4.1 Conductor diameter

The series of preferred nominal conductor diameters shall correspond to series R-20 according to ISO 3. The actual values and their tolerances are given in Table 1 and Table 2.

The series of intermediate diameters from which the user shall select intermediate nominal conductor diameters, when required for technical reasons, shall correspond to series R-40 according to ISO 3. The actual values and their tolerances are given in Annex A.

The conductor diameter shall not differ from the nominal diameter by more than the limit given in Table 1 and Table 2.

For intermediate nominal conductor diameters, the minimum increase figure corresponding to the next larger diameter shall be taken.

Table 1 – Dimensional requirements of (single) polyester glass-fibre wound fused and unvarnished or resin or varnish impregnated over grade 1 or grade 2 enamelled round copper winding wire (R20)

Nominal conductor diameter mm	Conductor diameter tolerance $\pm$ mm	Minimum increase single polyester glass fibre covering mm	Maximum overall diameter single polyester glass fibre covering mm		
			PG1	Grade 1PG1	Grade 2PG1
0,500	0,005	0,064	0,606	0,645	0,667
0,560	0,006	0,089	0,693	0,733	0,757
0,630	0,006	0,089	0,763	0,806	0,831
0,710	0,007	0,089	0,844	0,889	0,916
0,800	0,008	0,089	0,935	0,982	1,011
0,900	0,009	0,089	1,036	1,086	1,116
1,000	0,010	0,089	1,137	1,189	1,221
1,120	0,011	0,089	1,258	1,311	1,344
1,250	0,013	0,089	1,390	1,443	1,476
1,400	0,014	0,089	1,527	1,595	1,629
1,600	0,016	0,089	1,743	1,797	1,833
1,800	0,018	0,089	1,945	1,999	2,036
2,000	0,020	0,089	2,147	2,201	2,239
2,240	0,022	0,089	2,389	2,443	2,482
2,500	0,025	0,089	2,652	2,705	2,745
2,800	0,028	0,102	2,980	3,032	3,074
3,150	0,032	0,102	3,334	3,385	3,428
3,550	0,036	0,102	3,738	3,787	3,831
4,000	0,040	0,102	4,192	4,240	4,285
4,500	0,045	0,102	4,697	4,743	4,789
5,000	0,050	0,102	5,202	5,245	5,293
NOTE 1 Dimensions for intermediate nominal conductor diameters for the R40 series are given in Annex A.					
NOTE 2 PG1 is a single or double covering over bare. Grade 1PG1 is a single polyester glass fibre covering over grade 1 enamelled wire, and Grade 2PG1 is a single polyester glass fibre covering over grade 2 enamelled wire.					

Table 2 – Dimensional requirements of (double) polyester glass-fibre wound fused and unvarnished or resin or varnish impregnated over bare, grade 1, or grade 2 enamelled round copper winding wire (R20)

Nominal conductor diameter mm	Conductor diameter tolerance $\pm$ mm	Minimum increase double polyester glass fibre covering mm	Maximum overall diameter double polyester glass fibre covering mm		
			Grade PG2	Grade 1PG2	Grade 2PG2
0,500	0,005	0,114	0,670	0,709	0,731
0,560	0,006	0,140	0,770	0,810	0,834
0,630	0,006	0,140	0,840	0,883	0,908
0,710	0,007	0,140	0,921	0,966	0,993
0,800	0,008	0,140	1,012	1,059	1,088
0,900	0,009	0,140	1,113	1,163	1,193
1,000	0,010	0,140	1,214	1,266	1,298
1,120	0,011	0,140	1,335	1,388	1,421
1,250	0,013	0,140	1,467	1,520	1,553
1,400	0,014	0,140	1,618	1,672	1,706
1,600	0,016	0,140	1,820	1,874	1,910
1,800	0,018	0,140	2,022	2,076	2,113
2,000	0,020	0,140	2,224	2,278	2,316
2,240	0,022	0,140	2,466	2,520	2,559
2,500	0,025	0,140	2,729	2,782	2,822
2,800	0,028	0,152	3,056	3,108	3,150
3,150	0,032	0,152	3,410	3,461	3,504
3,550	0,036	0,152	3,814	3,863	3,907
4,000	0,040	0,152	4,268	4,316	4,361
4,500	0,045	0,152	4,773	4,819	4,865
5,000	0,050	0,152	5,278	5,321	5,369

NOTE 1 The dimensions of intermediate nominal conductor diameters for the R40 series are given in Annex A.

NOTE 2 Grade PG2 is a double polyester glass fibre covering over bare, Grade 1PG2 is a double polyester glass fibre covering over grade 1 enamelled wire, and Grade 2PG2 is a double polyester glass fibre covering over grade 2 enamelled wire.

4.2 Out of roundness of conductor

The difference between the minimum diameter and the maximum diameter, at any one point, shall not be more than the figure given in column 2 of Table 1 or Table 2.

4.3 Minimum increase in diameter due to the covering

The minimum increase in diameter due to the covering shall not be less than the values given in Table 1 or Table 2.

4.4 Maximum overall diameter

The maximum overall diameter shall not exceed the values given in Table 1 or Table 2.

5 Electrical resistance

No minimum or maximum resistance values are specified. For nominal resistance values see Annex B.

6 Elongation

The minimum elongation shall not be less than the value given in Table 3.

Table 3 – Elongation

Nominal conductor diameter mm		Minimum elongation %
Over	Up to and including	
---	0,630	---
0,630	1,250	15
1,250	2,800	20
2,800	5,000	30

7 Springiness

7.1 Nominal conductor diameters up to and including 1,600 mm

No requirements specified.

7.2 Nominal conductor diameters over 1,600 mm

The wire shall not exceed the maximum springback of:

- 5° for wires with a polyester glass fibre covering over a bare conductor;
- 5,5° for wires with a polyester glass fibre covering over an enamelled conductor.

8 Flexibility and adherence

8.1 Mandrel winding test

The covering shall not open sufficiently to expose the bare or enamelled wire after bending on a mandrel according to Table 4.

Table 4 – Mandrel winding

Wire size range		Mandrel diameter
Over	Up to and including	
0,500	2,500	5 x Nom conductor diameter
2,500	5,000	10 x Nom conductor diameter

8.2 Adherence test

The wire shall be stretched by 20 % or to its breakpoint whichever is less. There shall be no loosening, fraying or loss of adhesion of the covering except at the point of rupture.

9 Heat shock

Test inappropriate.

10 Cut-through

Test inappropriate.

11 Resistance to abrasion

Test inappropriate.

12 Resistance to solvents

Test inappropriate.

13 Breakdown voltage

13.1 Polyester glass fibre covered bare round copper wire

The wire shall meet the requirements of Table 5 when tested in accordance with 4.6 of IEC 60851-5:2008.

Table 5 – Breakdown voltage for bare round copper wire

Nominal conductor diameter mm		Mandrel diameter mm	Minimum breakdown voltage V	
Over	Up to and including		PG1 Single polyester glass fibre covering	PG2 Double polyester glass fibre covering
---	0,500	25	200	400
0,500	2,500	25	260	520
2,500	5,000	50	300	600

13.2 Polyester glass fibre covered enamelled round copper wire

The wire shall meet the requirements of Table 6.

Table 6 – Breakdown voltage for enamelled round copper wire

Nominal conductor diameter mm		Mandrel diameter mm	Minimum breakdown voltage V			
Over	Up to and including		1PG1 Single polyester glass fibre covering	1PG2 Double polyester glass fibre covering	2PG1 Single polyester glass fibre covering	2PG2 Double polyester glass fibre covering
0,500	1,000	25	750	1 000	1 000	1 200
1,000	2,500	25	1 000	1 200	1 250	1 500
2,500	5,000	50	1 200	1 500	1 600	1 800

14 Continuity of insulation

Test inappropriate.

15 Temperature index

The temperature index is dependent on the type of impregnating agent used. The method of test shall be agreed upon between purchaser and supplier. The maximum service temperature shall be determined by experience.

16 Resistance to refrigerants

Test inappropriate.

17 Solderability

Test inappropriate.

18 Heat or solvent bonding

Test inappropriate.

19 Dielectric dissipation factor

Test inappropriate.

20 Resistance to transformer oil

Test inappropriate.

21 Loss of mass

Test inappropriate.

23 Pin hole test

Test inappropriate.

30 Packaging

The kind of packaging may influence certain properties of the wire, for example springback. Therefore the kind of packaging for example, the type of spool, shall be agreed upon between purchaser and supplier.

The wire shall be evenly and compactly wound on spools or placed in containers. No spool or container shall contain more than one length of wire unless agreed to by purchaser and supplier. Marking of the label when there is more than one length and/or identification of the separate lengths in the package shall be agreed to by purchaser and supplier.

Where wires are delivered in coils, the dimensions and the maximum weights of such coils shall be agreed upon between purchaser and supplier. Any additional protection for coils shall also be agreed upon between purchaser and supplier.

Labels shall be attached to each packaging unit as agreed upon between supplier and user and shall include the following information:

- a) manufacturer name and/or trade mark;
- b) type of wire and insulation, for instance trade name and/or IEC specification number;
- c) net mass of wire;
- d) nominal diameter of wire and grade of insulation;
- e) date of manufacture;
- f) appropriate IEC specification number.

Annex A (informative)

Diameters for intermediate nominal conductor diameters (R40)

**Table A.1 – Diameters for single polyester glass-fibre wound fused
and unvarnished or resin or varnish impregnated over grade 1
or grade 2 enamelled round copper wire (R40)**

Nominal conductor diameter mm	Conductor diameter tolerance ± mm	Minimum increase in a single polyester glass fibre covering mm	Maximum overall diameter of a single polyester glass fibre covering mm	
			Grade 1PG1	Grade 2PG1
0,530	0,006	0,089	0,703	0,727
0,600	0,006	0,089	0,776	0,801
0,670	0,007	0,089	0,849	0,876
0,750	0,008	0,089	0,932	0,961
0,850	0,009	0,089	1,036	1,066
0,950	0,010	0,089	1,139	1,171
1,060	0,011	0,089	1,251	1,284
1,180	0,012	0,089	1,373	1,406
1,320	0,013	0,089	1,515	1,549
1,500	0,015	0,089	1,697	1,733
1,700	0,017	0,089	1,899	1,936
1,900	0,019	0,089	2,101	2,139
2,120	0,021	0,089	2,323	2,362
2,360	0,024	0,089	2,565	2,605
2,650	0,027	0,102	2,882	2,924
3,000	0,030	0,102	3,235	3,278
3,350	0,034	0,102	3,587	3,631
3,750	0,038	0,102	3,990	4,035
4,250	0,043	0,102	4,493	4,539
4,750	0,048	0,102	4,995	5,043

Table A.2 – Diameters for double polyester glass-fibre wound fused and unvarnished or resin or varnish impregnated over bare, grade 1 or grade 2 enamelled round copper wire (R40)

Nominal conductor diameter mm	Conductor diameter tolerance $\pm$ mm	Minimum increase in a double polyester glass fibre covering mm	Maximum overall diameter of a double polyester glass fibre covering mm		
			Grade PG2	Grade 1PG2	Grade 2PG2
0,530	0,006	0,140	0,740	0,780	0,804
0,600	0,006	0,140	0,810	0,853	0,878
0,670	0,007	0,140	0,881	0,926	0,953
0,750	0,008	0,140	0,962	1,009	1,038
0,850	0,009	0,140	1,063	1,113	1,143
0,950	0,010	0,140	1,164	1,216	1,248
1,060	0,011	0,140	1,275	1,328	1,361
1,180	0,012	0,140	1,396	1,450	1,483
1,320	0,013	0,140	1,537	1,592	1,626
1,500	0,015	0,140	1,719	1,774	1,810
1,700	0,017	0,140	1,921	1,976	2,013
1,900	0,019	0,140	2,123	2,178	2,216
2,120	0,021	0,140	2,345	2,400	2,439
2,360	0,024	0,140	2,588	2,642	2,682
2,650	0,027	0,152	2,905	2,958	3,000
3,000	0,030	0,152	3,258	3,311	3,354
3,350	0,034	0,152	3,612	3,663	3,707
3,750	0,038	0,152	4,016	4,066	4,111
4,250	0,043	0,152	4,521	4,569	4,615
4,750	0,048	0,152	5,026	5,071	5,119

Annex B (informative)

Resistance

B.1 Determination of nominal resistance

The values for nominal resistance given in Table B.1 are for information only. They are calculated on the basis of nominal conductor diameter and a nominal resistivity of $1/58,5 \, \Omega \, \text{mm}^2\text{m}^{-1}$.

Table B.1 – Electrical resistance

Nominal conductor diameter mm	Nominal resistance Ω/m
0,500	0,087 06
0,560	0,069 40
0,630	0,054 84
0,710	0,043 18
0,800	0,034 01
0,900	0,026 87
1,000	0,021 76
1,120	0,017 35
1,250	0,013 93
1,400	0,011 10
1,600	0,008 502
1,800	0,006 718
2,000	0,005 441
2,240	0,004 338
2,500	0,003 482
2,800	0,002 776
3,150	0,002 193
3,550	0,001 727
4,000	0,001 360
4,500	0,001 075
5,000	0,000 870 6

Annex C
(informative)

High temperature failure

No requirements are specified.

For the test method, see Annex A of IEC 60851-6:2012.

Bibliography

IEC 60264 (all parts), *Packaging of winding wires*

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

IEC 60317-70, *Specifications for particular types of winding wires – Part 70: Polyester glass-fibre wound unvarnished and fused or resin or varnish impregnated, bare or enamelled round copper wire, temperature index 155*

IEC 60317-71, *Specifications for particular types of winding wires – Part 71: Polyester glass-fibre wound unvarnished and fused or resin or varnish impregnated, bare or enamelled round copper wire, temperature index 180*

IEC 60317-72, *Specifications for particular types of winding wires – Part 72: Polyester glass-fibre wound silicone resin or varnish impregnated, bare or enamelled round copper wire, temperature index 200*

IEC 60851-6:2012, *Winding wires – Test methods – Part 6: Thermal properties*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	24
INTRODUCTION.....	26
1 Domaine d'application	27
2 Références normatives	27
3 Termes, définitions, notes générales et aspect	27
3.1 Termes et définitions	27
3.2 Notes générales.....	28
3.2.1 Méthodes d'essai.....	28
3.2.2 Fil de bobinage.....	29
3.3 Aspect	29
4 Dimensions.....	29
4.1 Diamètre du conducteur	29
4.2 Faux-rond du conducteur	31
4.3 Accroissement minimal du diamètre dû à l'enveloppe	31
4.4 Diamètre extérieur maximal	31
5 Résistance électrique	32
6 Allongement	32
7 Effet de ressort.....	32
7.1 Diamètres nominaux du conducteur jusqu'à 1,600 mm inclus.....	32
7.2 Diamètres nominaux du conducteur supérieurs à 1,600 mm.....	32
8 Souplesse et adhérence	32
8.1 Essai d'enroulement sur mandrin	32
8.2 Essai d'adhérence	33
9 Choc thermique	33
10 Thermoplasticité	33
11 Résistance à l'abrasion	33
12 Résistance aux solvants	33
13 Tension de claquage	33
13.1 Fil de section circulaire en cuivre nu recouvert de fibres de verre polyester	33
13.2 Fil de section circulaire en cuivre émaillé recouvert de fibres de verre polyester.....	33
14 Continuité de l'isolant	34
15 Indice de température.....	34
16 Résistance aux réfrigérants	34
17 Brasabilité	34
18 Adhérence par chaleur ou par solvant.....	34
19 Facteur de dissipation diélectrique	34
20 Résistance à l'huile de transformateur.....	34
21 Perte de masse	34
23 Détection des microfissures en immersion	35
30 Conditionnement	35
Annexe A (informative) Valeurs pour diamètres nominaux intermédiaires d'un conducteur (R40)	36

Annexe B (informative) Résistance	38
B.1 Détermination de la résistance nominale	38
Annexe C (informative) Défaillance à haute température.....	39
Bibliographie.....	40
Tableau 1 – Exigences dimensionnelles relatives à un fil de bobinage de section circulaire en cuivre émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé d'une (simple) enveloppe de fibres de verre polyester fondues imprégnées ou non de vernis ou de résine (R20)	30
Tableau 2 – Exigences dimensionnelles relatives à un fil de bobinage de section circulaire en cuivre nu ou émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé d'une (double) enveloppe de fibres de verre polyester fondues imprégnées ou non de vernis ou de résine (R20).....	31
Tableau 3 – Allongement	32
Tableau 4 – Enroulement sur mandrin.....	32
Tableau 5 – Tension de claquage pour fil de section circulaire en cuivre nu.....	33
Tableau 6 – Tension de claquage pour fil de section circulaire en cuivre émaillé	34
Tableau A.1 – Diamètres pour un fil de section circulaire en cuivre émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé d'une simple enveloppe de fibres de verre polyester fondues et imprégnées ou non de vernis ou de résine (R40)	36
Tableau A.2 – Diamètres pour fil de section circulaire en cuivre nu ou émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé d'une double enveloppe de fibres de verre polyester fondues imprégnées ou non de vernis ou de résine (R40)	37
Tableau B.1 – Résistance électrique	38

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 0-10: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre nu ou émaillé, guipé de fibres de verre polyester fondues, non vernies ou imprégnées de vernis ou de résine

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 60317-0-10 a été établie par le comité d'études 55 de l'IEC: Fils de bobinage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
55/1601/FDIS	55/1608/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 internationale.

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

Une liste de toutes les parties de l'IEC 60317, publiées sous le titre général *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

La numérotation des articles de la présente norme n'est pas continue entre les Articles 21 et 30 afin de réserver un espace pour d'éventuelles futures exigences applicables au fil avant celles applicables au conditionnement du fil.

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.

INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 60317 appartient à l'une des séries de normes qui traitent des fils isolés utilisés pour les enroulements des appareils électriques. L'ensemble est composé des trois séries de normes suivantes:

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

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 0-10: Exigences générales – Fil de section circulaire en cuivre nu ou émaillé, guipé de fibres de verre polyester fondues, non vernies ou imprégnées de vernis ou de résine

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60317 spécifie les exigences générales pour le fil de section circulaire en cuivre nu ou émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé de fibres de verre polyester fondues, non vernies ou imprégnées de résine ou de vernis.

La gamme des dimensions nominales des conducteurs est donnée dans le Tableau 1, le Tableau 2, le Tableau A.1 et le Tableau A.2.

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 60851 (toutes les parties), *Fils de bobinage – Méthodes d'essai*

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

ISO 3, *Nombres normaux – Séries de nombres normaux*

3 Termes, définitions, notes générales et aspect

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

revêtement

matériau qui est déposé sur un conducteur ou sur un fil par des moyens appropriés, puis séché et/ou cuit

3.1.2

conducteur

métal nu après enlèvement de l'isolant

3.1.3

enveloppe

matériau enroulé, rubané ou tressé autour d'un conducteur nu ou isolé

3.1.4

craquelure

fente dans l'isolant qui rend visible le conducteur sous un grossissement donné

3.1.5

fil émaillé

fil revêtu d'un isolant fait d'une résine cuite

3.1.6

fondue

état des fibres de polyester après avoir été fondues puis s'être resolidifiées afin de renforcer l'adhérence des fibres de verre

3.1.7

grade

gamme d'accroissement de dimension du fil dû à l'isolant

3.1.8

isolant

revêtement ou enveloppe sur le conducteur qui a pour fonction particulière de supporter la tension électrique

3.1.9

dimension nominale du conducteur

désignation de la taille du conducteur selon l'IEC 60317

3.1.10

vision normale

vision parfaite, avec si nécessaire des lentilles correctives

3.1.11

fil de bobinage

fil utilisé pour fabriquer un bobinage qui fournit un champ magnétique

3.1.12

fil

conducteur revêtu ou enveloppé d'un isolant

3.2 Notes générales

3.2.1 Méthodes d'essai

Toutes les méthodes d'essai utilisées dans la présente norme figurent dans l'IEC 60851.

Les numéros d'articles de la présente norme sont identiques aux numéros d'essais correspondants dans la série de normes IEC 60851.

En cas de divergences entre la publication relative aux méthodes d'essai et la présente norme, l'IEC 60317-0-10 doit prévaloir.

Dans le cas où aucune gamme des diamètres nominaux des conducteurs n'est donnée pour un essai, l'essai s'applique à tous les diamètres nominaux des conducteurs couverts par la feuille de spécification.

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et à une humidité relative de 45 % à 75 %. Avant l'exécution des mesures, les éprouvettes doivent être préconditionnées dans ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que celles-ci atteignent la stabilité.

Le fil à soumettre à l'essai doit être prélevé de son conditionnement de façon qu'il ne soit pas soumis à une tension ou à des pliages inutiles. Avant chaque essai, il convient d'éliminer une longueur de fil suffisante pour s'assurer que les échantillons d'essai ne comportent aucun fil endommagé.

3.2.2 Fil de bobinage

Le guipage de fibre se compose d'une combinaison de fibres de polyester et de fibres de verre. Les fibres de verre doivent être des fils de verre continus de qualité électrique. La fibre de polyester doit être un fil de haute qualité obtenu à partir de la polymérisation linéaire d'éthylène glycol et d'acide téréphtalique. La teneur maximale en poids de la fibre de polyester dans le fil ne doit pas dépasser 50 %.

Le revêtement doit être caractérisé par les différents grades d'épaisseur suivants:

- PG1, conducteur nu avec 1 couche de fibre de verre polyester ou 2 couches de fibres de verre polyester plus fines qui, ensemble, sont conformes aux exigences dimensionnelles du Tableau 1.
- PG2, conducteur nu avec 2 couches de fibre de verre polyester;
- Grade 1 PG1, émaillé de grade 1 (grade 1) avec 1 couche de fibre de verre polyester (PG1);
- Grade 1 PG2, émaillé de grade 1 (grade 1) avec 2 couches de fibre de verre polyester (PG2);
- Grade 2 PG1, émaillé de grade 2 (grade 2) avec 1 couche de fibre de verre polyester (PG1);
- Grade 2 PG2, émaillé de grade 2 (grade 2) avec 2 couches de fibre de verre polyester (PG2).

Quand il est fait référence à un fil de bobinage conforme à une norme de la série IEC 60317, les informations suivantes sont données dans la description:

- la référence de la spécification IEC;
- le diamètre nominal du conducteur en millimètres;
- le grade.

3.3 Aspect

L'enveloppe fibreuse doit être lisse selon les termes convenus entre le client et le fournisseur conformément aux bonnes pratiques commerciales et exempte d'endommagement physique et de corps étranger, lorsqu'elle est examinée avec une vision normale, telle qu'enroulée sur la bobine d'origine.

NOTE Les preuves d'endommagement physique comprennent les entailles, les brins de fibre cassés et autres éléments similaires.

4 Dimensions

4.1 Diamètre du conducteur

La série de diamètres nominaux préférentiels du conducteur doit correspondre à la série R-20 selon l'ISO 3. Les valeurs réelles et leurs tolérances sont données dans le Tableau 1 et le Tableau 2.

La série de diamètres intermédiaires parmi lesquels l'utilisateur doit sélectionner les diamètres nominaux intermédiaires du conducteur, en cas de nécessité pour des raisons techniques, doit correspondre à la série R-40 selon l'ISO 3. Les valeurs réelles et leurs tolérances sont données dans l'Annexe A.

Le diamètre du conducteur ne doit pas s'écarter du diamètre nominal d'une valeur supérieure à la limite indiquée dans le Tableau 1 et le Tableau 2.

Pour les diamètres nominaux intermédiaires du conducteur, il faut sélectionner la valeur d'accroissement minimale correspondant au diamètre supérieur le plus proche.

Tableau 1 – Exigences dimensionnelles relatives à un fil de bobinage de section circulaire en cuivre émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé d'une (simple) enveloppe de fibres de verre polyester fondues imprégnées ou non de vernis ou de résine (R20)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance sur le diamètre du conducteur ± mm	Accroissement minimal simple enveloppe de fibre de verre polyester mm	Diamètre extérieur maximal simple enveloppe de fibre de verre polyester mm		
			PG1	Grade 1PG1	Grade 2PG1
0,500	0,005	0,064	0,606	0,645	0,667
0,560	0,006	0,089	0,693	0,733	0,757
0,630	0,006	0,089	0,763	0,806	0,831
0,710	0,007	0,089	0,844	0,889	0,916
0,800	0,008	0,089	0,935	0,982	1,011
0,900	0,009	0,089	1,036	1,086	1,116
1,000	0,010	0,089	1,137	1,189	1,221
1,120	0,011	0,089	1,258	1,311	1,344
1,250	0,013	0,089	1,390	1,443	1,476
1,400	0,014	0,089	1,527	1,595	1,629
1,600	0,016	0,089	1,743	1,797	1,833
1,800	0,018	0,089	1,945	1,999	2,036
2,000	0,020	0,089	2,147	2,201	2,239
2,240	0,022	0,089	2,389	2,443	2,482
2,500	0,025	0,089	2,652	2,705	2,745
2,800	0,028	0,102	2,980	3,032	3,074
3,150	0,032	0,102	3,334	3,385	3,428
3,550	0,036	0,102	3,738	3,787	3,831
4,000	0,040	0,102	4,192	4,240	4,285
4,500	0,045	0,102	4,697	4,743	4,789
5,000	0,050	0,102	5,202	5,245	5,293

NOTE 1 Les dimensions des diamètres nominaux intermédiaires du conducteur, pour la série R40, sont données à l'Annexe A.

NOTE 2 PG1 correspond à une simple enveloppe ou à une double enveloppe recouvrant un fil nu. Le grade 1PG1 est une simple enveloppe de fibre de verre polyester recouvrant un fil émaillé de grade 1, et le grade 2PG1 est une simple enveloppe de fibre de verre polyester recouvrant un fil émaillé de grade 2.

Tableau 2 – Exigences dimensionnelles relatives à un fil de bobinage de section circulaire en cuivre nu ou émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé d'une (double) enveloppe de fibres de verre polyester fondues imprégnées ou non de vernis ou de résine (R20)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance sur le diamètre du conducteur ± mm	Accroissement minimal double enveloppe de fibre de verre polyester mm	Diamètre extérieur maximal double enveloppe de fibre de verre polyester mm		
			Grade PG2	Grade 1PG2	Grade 2PG2
0,500	0,005	0,114	0,670	0,709	0,731
0,560	0,006	0,140	0,770	0,810	0,834
0,630	0,006	0,140	0,840	0,883	0,908
0,710	0,007	0,140	0,921	0,966	0,993
0,800	0,008	0,140	1,012	1,059	1,088
0,900	0,009	0,140	1,113	1,163	1,193
1,000	0,010	0,140	1,214	1,266	1,298
1,120	0,011	0,140	1,335	1,388	1,421
1,250	0,013	0,140	1,467	1,520	1,553
1,400	0,014	0,140	1,618	1,672	1,706
1,600	0,016	0,140	1,820	1,874	1,910
1,800	0,018	0,140	2,022	2,076	2,113
2,000	0,020	0,140	2,224	2,278	2,316
2,240	0,022	0,140	2,466	2,520	2,559
2,500	0,025	0,140	2,729	2,782	2,822
2,800	0,028	0,152	3,056	3,108	3,150
3,150	0,032	0,152	3,410	3,461	3,504
3,550	0,036	0,152	3,814	3,863	3,907
4,000	0,040	0,152	4,268	4,316	4,361
4,500	0,045	0,152	4,773	4,819	4,865
5,000	0,050	0,152	5,278	5,321	5,369
NOTE 1 Les dimensions des diamètres nominaux intermédiaires du conducteur, pour la série R40, sont données à l'Annexe A.					
NOTE 2 Le grade PG2 est une double enveloppe de fibre de verre polyester recouvrant un conducteur nu, le grade 1PG2 est une double enveloppe de fibre de verre polyester recouvrant un fil émaillé de grade 1, et le grade 2PG2 est une double enveloppe de fibre de verre polyester recouvrant un fil émaillé de grade 2.					

4.2 Faux-rond du conducteur

La différence entre le diamètre minimal et le diamètre maximal, en un point quelconque, ne doit pas être supérieure à la valeur indiquée dans la colonne 2 du Tableau 1 ou du Tableau 2.

4.3 Accroissement minimal du diamètre dû à l'enveloppe

L'accroissement minimal du diamètre dû à l'enveloppe ne doit pas être inférieur aux valeurs données dans le Tableau 1 ou le Tableau 2.

4.4 Diamètre extérieur maximal

Le diamètre extérieur maximal ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 1 ou le Tableau 2.

5 Résistance électrique

Aucune valeur minimale ou maximale de résistance n'est spécifiée. Pour les valeurs nominales de résistance, voir l'Annexe B.

6 Allongement

L'allongement minimal ne doit pas être inférieur à la valeur donnée dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Allongement

Diamètre nominal du conducteur mm		Allongement minimal %
Au-dessus de	Jusques et y compris	
---	0,630	---
0,630	1,250	15
1,250	2,800	20
2,800	5,000	30

7 Effet de ressort

7.1 Diamètres nominaux du conducteur jusqu'à 1,600 mm inclus

Aucune exigence spécifiée.

7.2 Diamètres nominaux du conducteur supérieurs à 1,600 mm

Le fil ne doit pas dépasser la valeur d'effet de ressort maximale de:

- 5° pour les fils avec une enveloppe de fibre de verre polyester recouvrant un conducteur nu;
- 5,5° pour les fils avec enveloppe de fibre de verre polyester recouvrant un conducteur émaillé.

8 Souplesse et adhérence

8.1 Essai d'enroulement sur mandrin

L'enveloppe ne doit pas s'ouvrir suffisamment pour rendre visible le fil nu ou émaillé après pliage du fil sur un mandrin conformément au Tableau 4.

Tableau 4 – Enroulement sur mandrin

Gamme de tailles de fil		Diamètre du mandrin
Au-dessus de	Jusques et y compris	
0,500	2,500	5 x Diamètre nom. du conducteur
2,500	5,000	10 x Diamètre nom. du conducteur

8.2 Essai d'adhérence

Le fil doit être allongé de 20 % ou jusqu'à son point de rupture, en fonction de la valeur la plus faible. L'enveloppe ne doit présenter aucun relâchement, aucun effilochage ni aucune perte d'adhérence, sauf au niveau du point de rupture.

9 Choc thermique

L'essai ne s'applique pas.

10 Thermoplasticité

L'essai ne s'applique pas.

11 Résistance à l'abrasion

L'essai ne s'applique pas.

12 Résistance aux solvants

L'essai ne s'applique pas.

13 Tension de claquage

13.1 Fil de section circulaire en cuivre nu recouvert de fibres de verre polyester

Le fil doit satisfaire aux exigences du Tableau 5 lorsqu'il est soumis à essai conformément au 4.6 de l'IEC 60851-5:2008.

Tableau 5 – Tension de claquage pour fil de section circulaire en cuivre nu

Diamètre nominal du conducteur mm		Diamètre du mandrin mm	Tension de claquage minimale V	
Au-dessus de	Jusques et y compris		PG1 Simple enveloppe de fibre de verre polyester	PG2 Double enveloppe de fibre de verre polyester
---	0,500	25	200	400
0,500	2,500	25	260	520
2,500	5,000	50	300	600

13.2 Fil de section circulaire en cuivre émaillé recouvert de fibres de verre polyester

Le fil doit satisfaire aux exigences du Tableau 6.

Tableau 6 – Tension de claquage pour fil de section circulaire en cuivre émaillé

Diamètre nominal du conducteur mm		Diamètre du mandrin mm	Tension de claquage minimale V			
Au-dessus de	Jusques et y compris		1PG1 Simple enveloppe de fibre de verre polyester	1PG2 Double enveloppe de fibre de verre polyester	2PG1 Simple enveloppe de fibre de verre polyester	2PG2 Double enveloppe de fibre de verre polyester
0,500	1,000	25	750	1 000	1 000	1 200
1,000	2,500	25	1 000	1 200	1 250	1 500
2,500	5,000	50	1 200	1 500	1 600	1 800

14 Continuité de l'isolant

L'essai ne s'applique pas.

15 Indice de température

L'indice de température dépend du type d'agent d'imprégnation utilisé. La méthode d'essai doit faire l'objet d'un accord préalable entre acheteur et fournisseur. La température maximale de service doit être déterminée par l'expérience.

16 Résistance aux réfrigérants

L'essai ne s'applique pas.

17 Brasabilité

L'essai ne s'applique pas.

18 Adhérence par chaleur ou par solvant

L'essai ne s'applique pas.

19 Facteur de dissipation diélectrique

L'essai ne s'applique pas.

20 Résistance à l'huile de transformateur

L'essai ne s'applique pas.

21 Perte de masse

L'essai ne s'applique pas.

23 Détection des microfissures en immersion

L'essai ne s'applique pas.

30 Conditionnement

Le type de conditionnement peut avoir une influence sur certaines propriétés du fil, par exemple l'effet de ressort. Le conditionnement, par exemple le type de la bobine de livraison, doit donc faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

Le fil doit être enroulé régulièrement et de façon compacte sur les bobines ou placé dans les fûts. Aucune bobine ni aucun fût ne doit contenir plus d'une longueur de fil, sauf accord entre acheteur et fournisseur. Quand il y a plus d'une longueur, l'identification portée sur l'étiquette et/ou le repérage des longueurs doivent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

Lorsque les fils sont livrés sur des bobines, les dimensions et les poids maximaux de ces bobines doivent faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur. Toute protection supplémentaire des bobines doit également faire l'objet d'un accord entre acheteur et fournisseur.

Des étiquettes doivent être fixées sur chaque unité d'emballage, conformément à l'accord préalable entre utilisateur et fournisseur; elles doivent indiquer:

- a) le nom du fabricant et/ou la marque commerciale;
- b) le type de fil et d'isolant; par exemple le nom commercial et/ou le numéro de la spécification de l'IEC;
- c) la masse nette de fil;
- d) le diamètre nominal du fil et le grade de l'isolant;
- e) la date de fabrication;
- f) le numéro de la spécification IEC correspondante.

Annexe A (informative)

Valeurs pour diamètres nominaux intermédiaires d'un conducteur (R40)

Tableau A.1 – Diamètres pour un fil de section circulaire en cuivre émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé d'une simple enveloppe de fibres de verre polyester fondues et imprégnées ou non de vernis ou de résine (R40)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance sur le diamètre du conducteur ± mm	Accroissement minimal dans une simple enveloppe de fibre de verre polyester mm	Diamètre extérieur maximal d'une simple enveloppe de fibre de verre polyester mm	
			Grade 1PG1	Grade 2PG1
0,530	0,006	0,089	0,703	0,727
0,600	0,006	0,089	0,776	0,801
0,670	0,007	0,089	0,849	0,876
0,750	0,008	0,089	0,932	0,961
0,850	0,009	0,089	1,036	1,066
0,950	0,010	0,089	1,139	1,171
1,060	0,011	0,089	1,251	1,284
1,180	0,012	0,089	1,373	1,406
1,320	0,013	0,089	1,515	1,549
1,500	0,015	0,089	1,697	1,733
1,700	0,017	0,089	1,899	1,936
1,900	0,019	0,089	2,101	2,139
2,120	0,021	0,089	2,323	2,362
2,360	0,024	0,089	2,565	2,605
2,650	0,027	0,102	2,882	2,924
3,000	0,030	0,102	3,235	3,278
3,350	0,034	0,102	3,587	3,631
3,750	0,038	0,102	3,990	4,035
4,250	0,043	0,102	4,493	4,539
4,750	0,048	0,102	4,995	5,043

Tableau A.2 – Diamètres pour fil de section circulaire en cuivre nu ou émaillé de grade 1 ou de grade 2, guipé d'une double enveloppe de fibres de verre polyester fondues imprégnées ou non de vernis ou de résine (R40)

Diamètre nominal du conducteur mm	Tolérance sur le diamètre du conducteur ± mm	Accroissement minimal dans une double enveloppe de fibre de verre polyester mm	Diamètre extérieur maximal d'une double enveloppe de fibre de verre polyester mm		
			Grade PG2	Grade 1PG2	Grade 2PG2
0,530	0,006	0,140	0,740	0,780	0,804
0,600	0,006	0,140	0,810	0,853	0,878
0,670	0,007	0,140	0,881	0,926	0,953
0,750	0,008	0,140	0,962	1,009	1,038
0,850	0,009	0,140	1,063	1,113	1,143
0,950	0,010	0,140	1,164	1,216	1,248
1,060	0,011	0,140	1,275	1,328	1,361
1,180	0,012	0,140	1,396	1,450	1,483
1,320	0,013	0,140	1,537	1,592	1,626
1,500	0,015	0,140	1,719	1,774	1,810
1,700	0,017	0,140	1,921	1,976	2,013
1,900	0,019	0,140	2,123	2,178	2,216
2,120	0,021	0,140	2,345	2,400	2,439
2,360	0,024	0,140	2,588	2,642	2,682
2,650	0,027	0,152	2,905	2,958	3,000
3,000	0,030	0,152	3,258	3,311	3,354
3,350	0,034	0,152	3,612	3,663	3,707
3,750	0,038	0,152	4,016	4,066	4,111
4,250	0,043	0,152	4,521	4,569	4,615
4,750	0,048	0,152	5,026	5,071	5,119

Annexe B (informative)

Résistance

B.1 Détermination de la résistance nominale

Les valeurs de résistance nominale données dans le Tableau B.1 sont fournies uniquement à titre d'information. Elles sont calculées sur la base du diamètre nominal du conducteur et d'une résistivité nominale de $1/58,5 \, \Omega \, \text{mm}^2\text{m}^{-1}$.

Tableau B.1 – Résistance électrique

Diamètre nominal du conducteur mm	Résistance nominale Ω/m
0,500	0,087 06
0,560	0,069 40
0,630	0,054 84
0,710	0,043 18
0,800	0,034 01
0,900	0,026 87
1,000	0,021 76
1,120	0,017 35
1,250	0,013 93
1,400	0,011 10
1,600	0,008 502
1,800	0,006 718
2,000	0,005 441
2,240	0,004 338
2,500	0,003 482
2,800	0,002 776
3,150	0,002 193
3,550	0,001 727
4,000	0,001 360
4,500	0,001 075
5,000	0,000 870 6

Annexe C (informative)

Défaillance à haute température

Aucune exigence n'est spécifiée.

Pour la méthode d'essai, voir l'Annexe A de l'IEC 60851-6:2012.

Bibliographie

IEC 60264 (toutes les parties), *Conditionnement des fils de bobinage*

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

IEC 60317-70, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 70: Fil de section circulaire en cuivre nu ou émaillé, guipé de fibres de verre polyester fondues, non vernies et ou imprégnées de vernis ou de résine, d'indice de température 155*

IEC 60317-71, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 71: Fil de section circulaire en cuivre nu ou émaillé, guipé de fibres de verre polyester, fondues et imprégnées de vernis ou de résine, d'indice de température 180*

IEC 60317-72, *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage – Partie 72: Fil de section circulaire en cuivre nu ou émaillé, guipé de fibres de verre polyester fondues, imprégnées de vernis ou de résine silicone, d'indice de température 200*

IEC 60851-6:2012, *Fils de bobinage – Méthodes d'essai – Partie 6: Propriétés thermiques*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch