

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –
Part 0-2: General requirements – Enamelled rectangular copper wire**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –
Partie 0-2: Exigences générales – Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2020 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
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 000 terminological entries 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

67 000 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.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 000 articles terminologiques 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

67 000 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.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Specifications for particular types of winding wires –
Part 0-2: General requirements – Enamelled rectangular copper wire**

**Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage –
Partie 0-2: Exigences générales – Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.060.10

ISBN 978-2-8322-8426-1

**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	9
3.2.1 Methods of test	9
3.2.2 Winding wire	9
3.3 Appearance	9
4 Dimensions	9
4.1 Conductor dimensions	9
4.2 Tolerance on conductor dimensions	10
4.3 Rounding of corners	10
4.4 Increase in dimensions due to the insulation and the bonding layer	12
4.4.1 Enamelled wires without a bonding layer	12
4.4.2 Enamelled wires with a bonding layer	12
4.5 Overall dimensions	12
4.5.1 Nominal overall dimensions	12
4.5.2 Minimum overall dimensions	13
4.5.3 Maximum overall dimensions	13
5 Electrical resistance	13
6 Elongation	13
7 Springiness (applicable to nominal proof strength $\leq 80 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$)	14
8 Flexibility and adherence	14
8.1 Mandrel winding test	14
8.2 Adherence test	14
9 Heat shock	14
10 Cut-through	15
11 Resistance to abrasion	15
12 Resistance to solvents	15
13 Breakdown voltage	15
14 Continuity of insulation	15
15 Temperature index	15
16 Resistance to refrigerants	16
17 Solderability	16
18 Heat or solvent bonding	16
19 Dielectric dissipation factor	16
20 Resistance to transformer oil	16
21 Loss of mass	16
23 Pin hole test	16
30 Packaging	16

Annex A (informative) Nominal cross-sectional areas for preferred and intermediate sizes	18
Bibliography	27
Table 1 – Conductor tolerances	10
Table 2 – Nominal cross-sectional areas of preferred sizes	11
Table 3 – Corner radii	12
Table 4 – Increases in dimensions	12
Table 5 – Percentage elongation after fracture	13
Table 6 – Proof strength and resistivity	14
Table 7 – Mandrel winding	14
Table 8 – Breakdown voltage	15
Table A.1 – Nominal cross-sectional areas	18

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –**Part 0-2: General requirements – Enamelled rectangular 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 60317-0-2 has been prepared by IEC technical committee 55: Winding wires.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2013. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) revision to Clause 2 to add new normative references for specifications for copper rods;
- b) revision to 3.1 to add a new definition for the term "bonding layer";
- c) revision to 3.2.1 to the conditions specified for tests to be carried out;
- d) revision to 4.5 to add requirements for minimal, nominal and maximal overall dimensions with a bonding layer;
- e) revision to Clause 5 to reference specifications for rectangular and square copper rod;

- f) revision to Clause 6 to take into account nominal proof strength;
- g) revision to 8.2 to the adherence test requirement;
- h) revision to Clause 18 to make reference to the relevant specification sheet

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

FDIS	Report on voting
55/1847/FDIS	55/1865/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.

This International standard is to be read in conjunction with IEC 60851 (all parts). The clause numbers used in this part of IEC 60317 are identical with the respective test numbers of IEC 60851 (all parts).

In case of inconsistencies between IEC 60851 and this part of IEC 60317, the latter prevails.

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

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 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. It is composed of the following series:

- 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).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES –

Part 0-2: General requirements – Enamelled rectangular copper wire

1 Scope

This part of IEC 60317 specifies the general requirements of enamelled rectangular copper winding wires.

The range of nominal conductor dimensions is given in 4.1 and the relevant specification sheet.

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

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

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

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

ISO 1190-1, *Copper and copper alloys – Code of designation – Part 1: Designation of materials*

ISO 6892-1:2016, *Metallic materials – Tensile testing – Part 1: Method of test at room temperature*

EN 1977, *Copper and copper alloys – Copper drawing stock (wire rod)*

ASTM B49, *Standard Specification for Copper Rod for Electrical Purposes*

3 Terms, definitions, general notes and appearance

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in ISO 6892-1:2016 and the following 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

class

thermal performance of a wire expressed by the temperature index and the heat shock temperature

3.1.2

coating

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

3.1.3

conductor

bare metal after removal of the insulation

3.1.4

crack

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

3.1.5

dual coating

insulation composed of two different materials, an underlying and a superimposed coating

3.1.6

enamelled wire

wire coated with an insulation of cured resin

3.1.7

grade

<enamelled rectangular copper wire> range of increase in the overall diameter of the wire due to the enamel

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 the IEC 60317 series

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

3.1.13

bonding layer

material that is deposited on an enamelled wire on which has the specific function of bonding wires together

3.2 General notes

3.2.1 Methods of test

All methods of test to be used for this document are given in IEC 60851 (all parts).

The clause numbers used in this document are identical to the corresponding test numbers in IEC 60851 (all parts).

In case of inconsistencies between the publication on methods of test and this document, IEC 60317-0-2 shall prevail.

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

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out at a temperature from 15 °C to 40 °C and a relative humidity from 25 % 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

When reference is made to a winding wire according to a standard of the IEC 60317 series mentioned under Clause 2, the following information is given in the description:

- reference to IEC specification;
- nominal conductor dimensions in millimetres (width × thickness);
- grade;
- nominal proof strength minimum (and maximum) value.

EXAMPLE: IEC 60317-17 – 4,00 × 1,00 Grade 1 $R_{p0.2} = 120 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-2}$

3.3 Appearance

The film coating shall be essentially smooth and continuous, free from streaks, blisters and foreign material when examined with normal vision, in accordance with good commercial practice, as wound on the original spool or reel.

4 Dimensions

4.1 Conductor dimensions

The dimensions for width and thickness of conductors of winding wires with rectangular cross-section, recommended in this document, are taken from the R 20 series in ISO 3.

Preferred sizes are combinations of width and thickness, both in accordance with the R 20 series.

Intermediate sizes are combinations of width or thickness in accordance with the R 20 series with the other dimension in accordance with the R 40 series.

This document covers:

- widths from 2,00 mm up to and including 31,50 mm;

– thicknesses from 0,80 mm up to and including 10,00 mm.

The ratio width/thickness shall be within the specified limits. Combinations of R 40 and R 40 are not allowed in the case of additional sizes.

The ratio width/thickness shall be greater than or equal to 1,4:1 and shall not exceed 8:1.

The actual values of dimensions are given in Table 2.

The nominal cross-sectional areas for preferred sizes are given in Table 2, and the nominal cross-sectional areas for intermediate sizes are given in Table A.1.

4.2 Tolerance on conductor dimensions

The conductor dimensions shall not differ from the nominal values by more than the tolerance given in Table 1.

Table 1 – Conductor tolerances

Nominal width or thickness of the conductor mm		Tolerance ± mm
Over	Up to and including	
–	3,15	0,030
3,15	6,30	0,050
6,30	12,50	0,070
12,50	16,00	0,100
16,00	22,40	0,130
22,40	31,50	0,150

4.3 Rounding of corners

The arc shall merge smoothly into the flat surfaces of the conductor and the strip shall be free from sharp, rough and projecting edges. The conductor shall have radiused corners complying with Table 3. The specified radii shall be maintained within $\pm 25\%$.

Table 2 – Nominal cross-sectional areas of preferred sizes

Width	Thickness																		
	mm																		
	0,80	0,90	1,00	1,12	1,25	1,40	1,60	1,80	2,00	2,24	2,50	2,80	3,15	3,55	4,00	4,50	5,00	5,60	6,30
	Corner radius																		
	0,80	0,90	1,00	1,12	1,25	1,40	1,60	1,80	2,00	2,24	2,50	2,80	3,15	3,55	4,00	4,50	5,00	5,60	6,30
2,00	1,463	1,626	1,785	2,025	2,285	2,585													
2,24	1,655	1,842	2,025	2,294	2,585	2,921	3,369												
2,50	1,863	2,076	2,285	2,585	2,910	3,285	3,785	4,137											
2,80	2,103	2,346	2,585	2,921	3,285	3,705	4,265	4,677	5,237										
3,15	2,383	2,661	2,935	3,313	3,723	4,195	4,825	5,307	5,937	6,693									
3,55	2,703	3,021	3,335	3,761	4,223	4,755	5,465	6,027	6,737	7,589	8,326								
4,00	3,063	3,426	3,785	4,265	4,785	5,385	6,185	6,837	7,637	8,597	9,451	10,65							
4,50	3,463	3,876	4,285	4,825	5,410	6,085	6,985	7,737	8,637	9,717	10,70	12,05	13,63						
5,00	3,863	4,326	4,785	5,385	6,035	6,785	7,785	8,637	9,637	10,84	11,95	13,45	15,20	17,20					
5,60	4,343	4,866	5,385	6,057	6,785	7,625	8,745	9,717	10,84	12,18	13,45	15,13	17,09	19,33	21,54				
6,30	4,903	5,496	6,085	6,841	7,660	8,605	9,865	10,98	12,24	13,75	15,20	17,09	19,30	21,82	24,34	27,49			
7,10		6,216	6,885	7,737	8,660	9,725	11,15	12,42	13,84	15,54	17,20	19,33	21,82	24,66	27,54	31,09	34,64		
8,00			7,785	8,745	9,785	10,99	12,59	14,04	15,64	17,56	19,45	21,85	24,65	27,85	31,14	35,14	39,14	43,94	
9,00				9,865	11,04	12,39	14,19	15,84	17,64	19,80	21,95	24,65	27,80	31,40	35,14	39,64	44,14	49,54	55,36
10,0					12,29	13,79	15,79	17,64	19,64	22,04	24,45	27,45	30,95	34,95	39,14	44,14	49,14	55,14	61,66
11,2						15,47	17,71	19,80	22,04	24,73	27,45	30,81	34,73	39,21	43,94	49,54	55,14	61,86	69,22
12,5							19,79	22,14	24,64	27,64	30,70	34,45	38,83	43,83	49,14	55,39	61,64	69,14	77,41
14,0								24,84	27,64	31,00	34,45	38,65	43,55	49,15	55,14	62,14	69,14	77,54	86,86
16,0									31,64	35,48	39,45	44,25	49,85	56,25	63,14	71,14	79,14	88,74	99,46
18,0										39,96	44,45	49,85	56,15	63,35	71,14	80,14	89,14	99,94	112,1
20,0											49,45	55,45	62,45	70,45	79,14	89,14	99,14	111,1	124,7
22,4												62,17	70,01	78,97	88,74	99,94	111,1	124,6	139,8
25,0													78,20	88,20	99,14	111,6	124,1	139,1	156,2
28,0														98,85	111,1	125,1	139,1	155,9	175,1
31,5															125,1	140,9	156,6	175,5	197,1
* 0,5 x nominal thickness																			

Not recommended
Ratio width/thickness smaller than 1,4:1Not recommended
Ratio width/thickness over 8:1

Table 3 – Corner radii

Nominal thickness of conductor mm		Corner radius mm
Over	Up to and including	
–	1,00	0,5 × nominal thickness
1,00	1,60	0,50*
1,60	2,24	0,65**
2,24	3,55	0,80
3,55	5,60	1,00
5,60	10,00	1,25

If agreed between purchaser and supplier, the corner radii for wires with a width greater than 4,8 mm may be:

* 0,5 mm × t, where t is the nominal thickness of the conductor;

** 0,80 mm.

4.4 Increase in dimensions due to the insulation and the bonding layer

4.4.1 Enamelled wires without a bonding layer

The increase in width or thickness due to the insulation shall be as given in Table 4.

Table 4 – Increases in dimensions

Grade	Increase in dimensions		
	mm		
	Minimum	Nominal	Maximum
1	0,06	0,085	0,11
2	0,12	0,145	0,17

4.4.2 Enamelled wires with a bonding layer

The increase in dimensions due to the bonding layer for grades 1B and 2B shall be (0,04 ± 0,01) mm.

4.5 Overall dimensions

4.5.1 Nominal overall dimensions

4.5.1.1 Nominal overall dimensions without a bonding layer

The nominal overall dimensions shall be calculated as the sum of the nominal bare conductor and the nominal increase in dimension due to the insulation.

4.5.1.2 Nominal overall dimensions with a bonding layer

The nominal overall dimensions shall be calculated as the sum of the nominal bare conductor, the nominal increase in dimension due to the insulation, and the nominal increase in dimension due to the bonding layer.

4.5.2 Minimum overall dimensions

4.5.2.1 Minimum overall dimensions without a bonding layer

The minimum overall dimensions shall be calculated as the sum of the minimum bare conductor and the minimum increase in dimension due to the insulation.

4.5.2.2 Minimum overall dimensions with a bonding layer

The minimum overall dimensions shall be calculated as the sum of the minimum bare conductor, the minimum increase in dimension due to the insulation, and the minimum increase in dimension due to the bonding layer.

4.5.3 Maximum overall dimensions

4.5.3.1 Maximum overall dimensions without a bonding layer

The maximum overall dimensions shall be calculated as the sum of the maximum bare conductor and the maximum increase in dimension due to the insulation.

4.5.3.2 Maximum overall dimensions with a bonding layer

The maximum overall dimensions shall be calculated as the sum of the maximum bare conductor, the maximum increase in dimension due to the insulation, and the maximum increase in dimension due to the bonding layer.

5 Electrical resistance

The copper rod being used shall comply with at least one of EN 1977, ISO 1190-1 or ASTM B49.

The resistance of the wire shall be expressed as the DC resistance at 20 °C. The method used shall provide an accuracy of 0,5 %.

The maximum value of resistance shall be not greater than the value calculated for the minimum tolerated cross-sectional area of the conductor resulting from the minimum dimensions in thickness and width and the maximum for the corner radius, and with a resistivity given in Table 6.

One measurement shall be made.

6 Elongation

The percentage elongation after fracture shall be measured according to Clause 20 of ISO 6892-1:2016. When the nominal proof strength, plastic extension is not specified or a nominal proof strength, plastic extension of 80 N/mm² is required, the limits of Table 5 apply. Otherwise, the measurement is performed for reference only.

Table 5 – Percentage elongation after fracture

Nominal thickness of the conductor mm		Minimum elongation %
Over	Up to and including	
–	2,50	30
2,50	5,60	32
5,60	10,00	35

When the value of nominal proof strength, plastic extension is specified, the measured proof strength shall be within the tolerances given in Table 6.

Table 6 – Proof strength and resistivity

Proof strength		Maximum resistivity
Nominal value $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$	Tolerance	
80	-0 / +30 %	1/58
120	-0 / +20 %	1/58
150	-0 / +20 %	1/58
180	-0 / +20 %	1/57,5

The proof strength, plastic extension shall be measured at the specified percentage of plastic extension, with the method described in Clause 13 of ISO 6892-1:2016; if not otherwise specified, the percentage shall be 0,2 % ($R_{p0,2}$).

If required by the customer, the test shall be performed according to Clause 10 of ISO 6892-1:2016. Otherwise, the test shall be performed as described in IEC 60851-3.

7 Springiness (applicable to nominal proof strength $\leq 80 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$)

The wire shall not exceed the maximum springback of 5°.

8 Flexibility and adherence

8.1 Mandrel winding test

The coating shall show no crack after the wire has been bent flatwise and edgewise on a mandrel with a diameter as specified in Table 7.

Table 7 – Mandrel winding

Wire bent on		Mandrel diameter
Width	Sizes up to and including 10 mm	4 × width
	Sizes over 10 mm	5 × width
Thickness	All sizes	4 × thickness

8.2 Adherence test

The wire shall be stretched by 15 % or to the breaking point, whichever is less. The distance of loss of adherence shall be less than 1 × width.

9 Heat shock

The coating shall show no crack after the wire has been bent flatwise on a mandrel with a diameter of six times the thickness.

The minimum heat shock temperature is given in the relevant specification sheet.

10 Cut-through

Test requirement under consideration.

11 Resistance to abrasion

Test inappropriate.

12 Resistance to solvents

Using a pencil of hardness "H" and standard solvent, the coating shall not be removed.

13 Breakdown voltage

When tested at room temperature, at least four of the five specimens tested shall not break down at a voltage less than or equal to that given in Table 8, and the fifth shall not break down at less than 50 % of the values specified.

When required by the purchaser, the wire shall be tested at elevated temperature.

The elevated temperature is given in the relevant specification sheet.

Table 8 – Breakdown voltage

Grade	Minimum breakdown voltage (RMS)			
	V			
	Without bonding layer		With bonding layer	
	Room temperature	Elevated temperature	Room temperature	Elevated temperature
1	1 000	750	1 500	1 000
2	2 000	1 500	2 500	2 000

14 Continuity of insulation

Test inappropriate.

15 Temperature index

The test shall be carried out on a rectangular wire in accordance with IEC 60172, unless otherwise agreed between the purchaser and the supplier.

When required by a purchaser, the supplier of the enamelled wire shall supply evidence that the wire meets the requirements for the temperature index.

NOTE 1 The temperature index requirement based on an extrapolated life of 20 000 h relates to enamelled wires tested unvarnished and not as part of an insulation system.

NOTE 2 Temperature in degrees Celsius corresponding to the temperature index is not necessarily that at which it is recommended that the wire be operated, and this will depend on many factors including the type of equipment involved.

16 Resistance to refrigerants

Test inappropriate.

17 Solderability

Test inappropriate.

18 Heat or solvent bonding

For requirements, the relevant specification sheet applies.

19 Dielectric dissipation factor

For requirements, the relevant specification sheet applies.

20 Resistance to transformer oil

For requirements, the relevant specification sheet applies.

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 springiness and proof strength. Therefore, the kind of packaging for example, the type of spool, shall be agreed between the purchaser and the 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 the purchaser and the 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 the purchaser and the supplier.

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

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

- a) manufacturer's name and/or trademark;
- b) type of wire and insulation, for instance trade name and/or IEC specification number;
- c) having a bonding layer (if any);
- d) nominal proof strength;

- e) net mass of wire;
- f) nominal dimension(s) of wire and grade of insulation;
- g) date of manufacture.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020

Annex A (informative)

Nominal cross-sectional areas for preferred and intermediate sizes

Table A.1 provides nominal cross-sectional areas for preferred and intermediate sizes of rectangular copper bare conductors, from which the user may select intermediate sizes only for technical reasons.

Table A.1 – Nominal cross-sectional areas

Nominal width mm	Nominal thickness mm	Corner radius mm	Nominal cross-section area mm ²	Nominal width mm	Nominal thickness mm	Corner radius mm	Nominal cross-section area mm ²
2,00	0,80	*	1,463	2,50	1,18	0,5	2,735
	0,85	*	1,545		1,25	0,5	2,910
	0,90	*	1,626		1,32	0,5	3,085
	0,95	*	1,706		1,40	0,5	3,285
	1,00	*	1,785		1,50	0,5	3,535
					1,60	0,5	3,785
	1,06	0,5	1,905				
	1,12	0,5	2,025		1,70	0,65	3,887
	1,18	0,5	2,145		1,80	0,65	4,137
	1,25	0,5	2,285	2,65	0,80	*	1,983
	1,32	0,5	2,425		0,90	*	2,211
	1,40	0,5	2,585		1,00	*	2,435
2,12	0,80	*	1,559		1,12	0,5	2,753
	0,90	*	1,734		1,25	0,5	3,098
	1,00	*	1,905		1,40	0,5	3,495
	1,12	0,5	2,160		1,60	0,5	4,025
	1,25	0,5	2,435				
	1,40	0,5	2,753		1,80	0,65	4,407
				2,80	0,80	*	2,103
	0,80	*	1,655		0,85	*	2,225
2,24	0,85	*	1,749		0,90	*	2,346
	0,90	*	1,842		0,95	*	2,466
	0,95	*	1,934		1,00	*	2,585
	1,00	*	2,025				
	1,06	0,5	2,160		1,06	0,5	2,753
	1,12	0,5	2,294		1,12	0,5	2,921
	1,18	0,5	2,429		1,18	0,5	3,089
	1,25	0,5	2,585		1,25	0,5	3,285
	1,32	0,5	2,742		1,32	0,5	3,481
	1,40	0,5	2,921		1,40	0,5	3,705
2,36	1,50	0,5	3,145		1,50	0,5	3,985
	1,60	0,5	3,369		1,60	0,5	4,265
	0,80	*	1,751		1,70	0,65	4,397
	0,90	*	1,950		1,80	0,65	4,677
	1,00	*	2,145		1,90	0,65	4,957
					2,00	0,65	5,237
	1,12	0,5	2,429	3,00	0,80	*	2,263
	1,25	0,5	2,735		0,90	*	2,526
	1,40	0,5	3,089		1,00	*	2,785
	1,60	0,5	3,561				
2,50	0,80	*	1,863		1,12	0,5	3,145
	0,85	*	1,970		1,25	0,5	3,535
	0,90	*	2,076		1,40	0,5	3,985
	0,95	*	2,181		1,60	0,5	4,585
	1,00	*	2,285				
					1,80	0,65	5,037
	1,06	0,5	2,435		2,00	0,65	5,637
	1,12	0,5	2,585				

* 0,5 × nominal thickness

Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area	Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area
mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm ²
3,15	0,80	*	2,383	3,75	0,80	*	2,863
	0,85	*	2,522		0,90	*	3,201
	0,90	*	2,661		1,00	*	3,535
	0,95	*	2,799		1,12	0,5	3,985
	1,00	*	2,935		1,25	0,5	4,473
	1,06	0,5	3,124		1,40	0,5	5,035
	1,12	0,5	3,313		1,60	0,5	5,785
	1,18	0,5	3,502		1,80	0,65	6,387
	1,25	0,5	3,723		2,00	0,65	7,137
	1,32	0,5	3,943		2,24	0,65	8,037
	1,40	0,5	4,195		2,50	0,8	8,826
	1,50	0,5	4,510		4,00	0,80	3,063
	1,60	0,5	4,825		0,85	*	3,245
	1,70	0,65	4,992		0,90	*	3,426
	1,80	0,65	5,307		0,95	*	3,606
	1,90	0,65	5,622		1,00	*	3,785
	2,00	0,65	5,937	4,00	1,06	0,5	4,025
	2,12	0,65	6,315		1,12	0,5	4,265
	2,24	0,65	6,693		1,18	0,5	4,505
3,35	0,80	*	2,543		1,25	0,5	4,785
	0,90	*	2,841		1,32	0,5	5,065
	1,00	*	3,135		1,40	0,5	5,385
	1,12	0,5	3,537		1,50	0,5	5,785
	1,25	0,5	3,973		1,60	0,5	6,185
	1,40	0,5	4,475		1,70	0,65	6,437
	1,60	0,5	5,145		1,80	0,65	6,837
	1,80	0,65	5,667		1,90	0,65	7,237
	2,00	0,65	6,337		2,00	0,65	7,637
	2,24	0,65	7,141		2,12	0,65	8,117
	0,80	*	2,703		2,24	0,65	8,597
	0,85	*	2,862		2,36	0,8	8,891
	0,90	*	3,021		2,50	0,8	9,451
	0,95	*	3,179		2,65	0,8	10,05
	1,00	*	3,335		2,80	0,8	10,65
3,55	1,06	0,5	3,548	4,25	0,80	*	3,263
	1,12	0,5	3,761		0,90	*	3,651
	1,18	0,5	3,974		1,00	*	4,035
	1,25	0,5	4,223		1,12	0,5	4,545
	1,32	0,5	4,471		1,25	0,5	5,098
	1,40	0,5	4,755		1,40	0,5	5,735
	1,50	0,5	5,110		1,60	0,5	6,585
	1,60	0,5	5,465		1,80	0,65	7,287
	1,70	0,65	5,672		2,00	0,65	8,137
	1,80	0,65	6,027		2,24	0,65	9,157
	1,90	0,65	6,382		2,50	0,8	10,08
	2,00	0,65	6,737		2,80	0,8	11,35
	2,12	0,65	7,163	4,50	0,80	*	3,263
	2,24	0,65	7,589		0,90	*	3,651
	2,36	0,8	7,829		1,00	*	4,035
	2,50	0,8	8,326		1,12	0,5	4,545
					1,25	0,5	5,098
					1,40	0,5	5,735
					1,60	0,5	6,585
					1,80	0,65	7,287
					2,00	0,65	8,137
					2,24	0,65	9,157
					2,50	0,8	10,08
					2,80	0,8	11,35

* 0,5 × nominal thickness

Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area	Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area
mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm ²
4,50	0,80	*	3,463	5,00	1,70	0,65	8,137
	0,85	*	3,670		1,80	0,65	8,637
	0,90	*	3,876		1,90	0,65	9,137
	0,95	*	4,081		2,00	0,65	9,637
	1,00	*	4,285		2,12	0,65	10,24
					2,24	0,65	10,84
	1,06	0,5	4,555				
	1,12	0,5	4,825		2,36	0,8	11,25
	1,18	0,5	5,095		2,50	0,8	11,95
	1,25	0,5	5,410		2,65	0,8	12,70
	1,32	0,5	5,725	5,30	2,80	0,8	13,45
	1,40	0,5	6,085		3,00	0,8	14,45
	1,50	0,5	6,535		3,15	0,8	15,20
	1,60	0,5	6,985		3,35	0,8	16,20
					3,55	0,8	17,20
	1,70	0,65	7,287				
	1,80	0,65	7,737		0,80	*	4,103
	1,90	0,65	8,187		0,90	*	4,596
	2,00	0,65	8,637		1,00	*	5,085
	2,12	0,65	9,177				
	2,24	0,65	9,717		1,12	0,5	5,721
					1,25	0,5	6,410
	2,36	0,8	10,07		1,40	0,5	7,205
	2,50	0,8	10,70		1,60	0,5	8,265
	2,65	0,8	11,38	5,60			
	2,80	0,8	12,05		1,80	0,65	9,177
	3,00	0,8	12,95		2,00	0,65	10,24
	3,15	0,8	13,63		2,24	0,65	11,51
4,75	0,80	*	3,663		2,50	0,8	12,70
	0,90	*	4,101		2,80	0,8	14,29
	1,00	*	4,535		3,15	0,8	16,15
					3,55	0,8	18,27
	1,12	0,5	5,105				
	1,25	0,5	5,723		0,80	*	4,343
	1,40	0,5	6,435		0,85	*	4,605
	1,60	0,5	7,385		0,90	*	4,866
					0,95	*	5,126
	1,80	0,65	8,187		1,00	*	5,385
	2,00	0,65	9,137	5,00			
	2,24	0,65	10,28		1,06	0,5	5,721
					1,12	0,5	6,057
	2,50	0,8	11,33		1,18	0,5	6,393
	2,80	0,8	12,75		1,25	0,5	6,785
	3,15	0,8	14,41		1,32	0,5	7,177
					1,40	0,5	7,625
	0,80	*	3,863		1,50	0,5	8,185
5,00	0,85	*	4,095		1,60	0,5	8,745
	0,90	*	4,326				
	0,95	*	4,556		1,70	0,65	9,157
	1,00	*	4,785		1,80	0,65	9,717
					1,90	0,65	10,28
	1,06	0,5	5,085		2,00	0,65	10,84
	1,12	0,5	5,385		2,12	0,65	11,51
	1,18	0,5	5,685		2,24	0,65	12,18
	1,25	0,5	6,035				
	1,32	0,5	6,385		2,36	0,8	12,67
	1,40	0,5	6,785		2,50	0,8	13,45
	1,50	0,5	7,285		2,65	0,8	14,29
	1,60	0,5	7,785		2,80	0,8	15,13

* 0,5 × nominal thickness

Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area	Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area
mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm ²
5,60	3,00	0,8	16,25	6,30	3,75	1,0	22,77
	3,15	0,8	17,09		4,00	1,0	24,34
	3,35	0,8	18,21		4,25	1,0	25,92
	3,55	0,8	19,33		4,50	1,0	27,49
	3,75	1,0	20,14	6,70	0,90	*	5,856
	4,00	1,0	21,54		1,00	*	6,485
6,00	0,80	*	4,663		1,12	0,5	7,289
	0,90	*	5,226		1,25	0,5	8,160
	1,00	*	5,785		1,40	0,5	9,165
					1,60	0,5	10,51
	1,12	0,5	6,505		1,80	0,65	11,70
	1,25	0,5	7,285		2,00	0,65	13,04
	1,40	0,5	8,185		2,24	0,65	14,65
	1,60	0,5	9,385				
	1,80	0,65	10,44		2,50	0,8	16,20
	2,00	0,65	11,64		2,80	0,8	18,21
	2,24	0,65	13,08		3,15	0,8	20,56
					3,55	0,8	23,24
	2,50	0,8	14,45		4,00	1,0	25,94
	2,80	0,8	16,25		4,50	1,0	29,29
	3,15	0,8	18,35				
	3,55	0,8	20,75				
	4,00	1,0	23,14	7,10	0,90	*	6,216
					0,95	*	6,551
					1,00	*	6,885
6,30	0,80	*	4,903		1,06	0,5	7,311
	0,85	*	5,200		1,12	0,5	7,737
	0,90	*	5,496		1,18	0,5	8,163
	0,95	*	5,791		1,25	0,5	8,660
	1,00	*	6,085		1,32	0,5	9,157
	1,06	0,5	6,463		1,40	0,5	9,725
	1,12	0,5	6,841		1,50	0,5	10,44
	1,18	0,5	7,219		1,60	0,5	11,15
	1,25	0,5	7,660				
	1,32	0,5	8,101		1,70	0,65	11,71
	1,40	0,5	8,605		1,80	0,65	12,42
	1,50	0,5	9,235		1,90	0,65	13,13
	1,60	0,5	9,865		2,00	0,65	13,84
					2,12	0,65	14,69
					2,24	0,65	15,54
	1,70	0,65	10,35		2,36	0,8	16,21
	1,80	0,65	10,98		2,50	0,8	17,20
	1,90	0,65	11,61		2,65	0,8	18,27
	2,00	0,65	12,24		2,80	0,8	19,33
	2,12	0,65	12,99		3,00	0,8	20,75
	2,24	0,65	13,75		3,15	0,8	21,82
					3,35	0,8	23,24
					3,55	0,8	24,66
	2,36	0,8	14,32		3,75	1,0	25,77
	2,50	0,8	15,20		4,00	1,0	27,54
	2,65	0,8	16,15		4,25	1,0	29,32
	2,80	0,8	17,09				
	3,00	0,8	18,35				
	3,15	0,8	19,30				
	3,35	0,8	20,56				
	3,55	0,8	21,82				

* 0,5 × nominal thickness

Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area	Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area
mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm ²
9,50	2,50	0,8	23,20	11,20	1,70	0,65	18,68
	2,80	0,8	26,05		1,80	0,65	19,80
	3,15	0,8	29,38		1,90	0,65	20,92
	3,55	0,8	33,18		2,00	0,65	22,04
					2,12	0,65	23,38
	4,00	1,0	37,14		2,24	0,65	24,73
	4,50	1,0	41,89				
	5,00	1,0	46,64		2,36	0,8	25,88
	5,60	1,0	52,34		2,50	0,8	27,45
					2,65	0,8	29,13
10,00	1,25	0,5	12,29	11,80	2,80	0,8	30,81
	1,32	0,5	12,99		3,00	0,8	33,05
	1,40	0,5	13,79		3,15	0,8	34,73
	1,50	0,5	14,79		3,35	0,8	36,97
	1,60	0,5	15,79		3,55	0,8	39,21
	1,70	0,65	16,64		3,75	1,0	41,14
	1,80	0,65	17,64		4,00	1,0	43,94
	1,90	0,65	18,64		4,25	1,0	46,74
	2,00	0,65	19,64		4,50	1,0	49,54
	2,12	0,65	20,84	12,50	4,75	1,0	52,34
	2,24	0,65	22,04		5,00	1,0	55,14
					5,30	1,0	58,50
	2,36	0,8	23,05		5,60	1,0	61,86
	2,50	0,8	24,45				
	2,65	0,8	25,95		1,60	0,5	18,67
	2,80	0,8	27,45				
	3,00	0,8	29,45		1,80	0,65	20,88
	3,15	0,8	30,95		2,00	0,65	23,24
	3,35	0,8	32,95		2,24	0,65	26,07
	3,55	0,8	34,95				
					2,50	0,8	28,95
	3,75	1,0	36,64		2,80	0,8	32,49
	4,00	1,0	39,14		3,15	0,8	36,62
	4,25	1,0	41,64		3,55	0,8	41,34
	4,50	1,0	44,14				
	4,75	1,0	46,64		4,00	1,0	46,34
	5,00	1,0	49,14		4,50	1,0	52,24
	5,30	1,0	52,14		5,00	1,0	58,14
	5,60	1,0	55,14		5,60	1,0	65,22
10,60	1,40	0,5	14,63				
	1,60	0,5	16,75		1,70	0,65	20,89
					1,80	0,65	22,14
	1,80	0,65	18,72		1,90	0,65	23,39
	2,00	0,65	20,84		2,00	0,65	24,64
	2,24	0,65	23,38		2,12	0,65	26,14
					2,24	0,65	27,64
	2,50	0,8	25,95				
	2,80	0,8	29,13		2,36	0,8	28,95
	3,15	0,8	32,84		2,50	0,8	30,70
	3,55	0,8	37,08		2,65	0,8	32,58
					2,80	0,8	34,45
	4,00	1,0	41,54		3,00	0,8	36,95
	4,50	1,0	46,84		3,15	0,8	38,83
	5,00	1,0	52,14		3,35	0,8	41,33
	5,60	1,0	58,50		3,55	0,8	43,83
					3,75	1,0	46,02
					4,00	1,0	49,14
					4,25	1,0	52,27
11,20	1,40	0,5	15,47				
	1,50	0,5	16,59				
	1,60	0,5	17,71				

Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area	Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area
mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm ²
12,50	4,50	1,0	55,39	16,00	2,36	0,8	37,21
	4,75	1,0	58,52		2,50	0,8	39,45
	5,00	1,0	61,64		2,65	0,8	41,85
	5,30	1,0	65,39		2,80	0,8	44,25
	5,60	1,0	69,14		3,00	0,8	47,45
13,20	1,80	0,65	23,40		3,15	0,8	49,85
		0,65	26,04		3,35	0,8	53,05
		0,65	29,21		3,55	0,8	56,25
	2,50	0,8	32,45		3,75	1,0	59,14
	2,80	0,8	36,41		4,00	1,0	63,14
	3,15	0,8	41,03		4,25	1,0	67,14
	3,55	0,8	46,31		4,50	1,0	71,14
	4,00	1,0	51,94		4,75	1,0	75,14
		1,0	58,54		5,00	1,0	79,14
		1,0	65,14		5,30	1,0	83,94
14,00	5,60	1,0	73,06		5,60	1,0	88,74
	1,80	0,65	24,84	17,00	2,24	0,8	37,72
		0,65	26,24		2,50	0,8	41,95
		0,65	27,64		2,80	0,8	47,05
		0,65	29,32		3,15	0,8	53,00
		0,65	31,00		3,55	0,8	59,80
	2,36	0,8	32,49		4,00	1,0	67,14
	2,50	0,8	34,45		4,50	1,0	75,64
	2,65	0,8	36,55		5,00	1,0	84,14
	2,80	0,8	38,65		5,60	1,0	94,34
	3,00	0,8	41,45		6,30	1,25	105,8
15,00	3,15	0,8	43,55		7,10	1,25	119,4
	3,35	0,8	46,35		8,00	1,25	134,7
	3,55	0,8	49,15		9,00	1,25	151,7
	3,75	1,0	51,64		10,0	1,25	168,7
		1,0	55,14	18,00	2,36	0,8	41,93
		1,0	58,64		2,50	0,8	44,45
		1,0	62,14		2,65	0,8	47,15
		1,0	65,64		2,80	0,8	49,85
		1,0	69,14		3,00	0,8	53,45
	5,00	1,0	73,34		3,15	0,8	56,15
	5,30	1,0	77,54		3,35	0,8	59,75
	2,00	0,65	29,64		3,55	0,8	63,35
		0,65	33,24		3,75	1,0	66,64
16,00	2,24	0,65	35,48		4,00	1,0	71,14
	2,50	0,8	36,95		4,25	1,0	75,64
		0,8	41,45		4,50	1,0	80,14
		0,8	46,70		4,75	1,0	84,64
		0,8	52,70		5,00	1,0	89,14
		1,0	59,14		5,30	1,0	94,54
	4,50	1,0	66,64		5,60	1,0	99,94
	5,00	1,0	74,14		6,00	1,25	106,7
	5,60	1,0	83,14		6,30	1,25	112,1
		1,0	83,14		6,70	1,25	119,3
	2,00	0,65	31,64		7,10	1,25	126,5
	2,12	0,65	33,56		7,50	1,25	133,7
	2,24	0,65	35,48		8,00	1,25	142,7
					8,50	1,25	151,7
					9,00	1,25	160,7
					9,50	1,25	169,7
					10,0	1,25	178,7

Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area	Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area
mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm ²
19,00	2,50	0,8	46,95	22,40	3,75	1,0	83,14
	2,80	0,8	52,65		4,00	1,0	88,74
	3,15	0,8	59,30		4,25	1,0	94,34
	3,55	0,8	66,90		4,50	1,0	99,94
					4,75	1,0	105,5
	4,00	1,0	75,14		5,00	1,0	111,1
	4,50	1,0	84,64		5,30	1,0	117,9
	5,00	1,0	94,14		5,60	1,0	124,6
	5,60	1,0	105,5				
	6,30	1,25	118,4		6,00	1,25	133,1
	7,10	1,25	133,6		6,30	1,25	139,8
	8,00	1,25	150,7		6,70	1,25	148,7
	9,00	1,25	169,7		7,10	1,25	157,7
	10,0	1,25	188,7		7,50	1,25	166,7
					8,00	1,25	177,9
20,00	2,50	0,8	49,45		8,50	1,25	189,1
	2,65	0,8	52,45		9,00	1,25	200,3
	2,80	0,8	55,45		9,50	1,25	211,5
	3,00	0,8	59,45		10,0	1,25	222,7
	3,15	0,8	62,45	23,60	3,15	0,8	73,79
	3,35	0,8	66,45		3,55	0,8	83,23
	3,55	0,8	70,45				
	3,75	1,0	74,14		4,00	1,0	93,54
	4,00	1,0	79,14		4,50	1,0	105,3
	4,25	1,0	84,14		5,00	1,0	117,1
	4,50	1,0	89,14		5,60	1,0	131,3
	4,75	1,0	94,14				
	5,00	1,0	99,14		6,30	1,25	147,3
	5,30	1,0	105,1		7,10	1,25	166,2
	5,60	1,0	111,1		8,00	1,25	187,5
	6,00	1,25	118,7		9,00	1,25	211,1
	6,30	1,25	124,7		10,0	1,25	234,7
	6,70	1,25	132,7	25,00	3,15	0,8	78,20
	7,10	1,25	140,7		3,35	0,8	83,20
21,20	7,50	1,25	148,7		3,55	0,8	88,20
	8,00	1,25	158,7				
	8,50	1,25	168,7		3,75	1,0	92,89
	9,00	1,25	178,7		4,00	1,0	99,14
	9,50	1,25	188,7		4,25	1,0	105,4
	10,0	1,25	198,7		4,50	1,0	111,6
					4,75	1,0	117,9
	2,80	0,8	58,81		5,00	1,0	124,1
	3,15	0,8	66,23		5,30	1,0	131,6
	3,55	0,8	74,71		5,60	1,0	139,1
	4,00	1,0	83,94				
	4,50	1,0	94,54		6,00	1,25	148,7
	5,00	1,0	105,1		6,30	1,25	156,2
	5,60	1,0	117,9		6,70	1,25	166,2
	6,30	1,25	132,2		7,10	1,25	176,2
22,40	7,10	1,25	149,2		7,50	1,25	186,2
	8,00	1,25	168,3		8,00	1,25	198,7
	9,00	1,25	189,5		8,50	1,25	211,2
	10,0	1,25	210,7		9,00	1,25	223,7
					9,50	1,25	236,2
	2,80	0,8	62,17		10,0	1,25	248,7
	3,00	0,8	66,65	26,50	3,55	0,8	93,53
	3,15	0,8	70,01				
	3,35	0,8	74,49		4,00	1,0	105,1
	3,55	0,8	78,97		4,50	1,0	118,4
					5,00	1,0	131,6
					5,60	1,0	147,5

Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area	Nominal width	Nominal thickness	Corner radius	Nominal cross-section area
mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm ²
26,50	6,30	1,25	165,6	30,00	4,00	1,0	119,1
	7,10	1,25	186,8		4,50	1,0	134,1
	8,00	1,25	210,7		5,00	1,0	149,1
	9,00	1,25	237,2		5,60	1,0	167,1
	10,0	1,25	263,7	31,50	6,30	1,25	187,7
28,00	3,55	0,8	98,85		7,10	1,25	211,7
	3,75	1,0	104,1		8,00	1,25	238,7
	4,00	1,0	111,1		9,00	1,25	268,7
	4,25	1,0	118,1		10,0	1,25	298,7
	4,50	1,0	125,1		4,00	1,0	125,1
	4,75	1,0	132,1		4,25	1,0	133,0
	5,00	1,0	139,1		4,50	1,0	140,9
	5,30	1,0	147,5		4,75	1,0	148,8
	5,60	1,0	155,9		5,00	1,0	156,6
	6,00	1,25	166,7		5,30	1,0	166,1
	6,30	1,25	175,1		5,60	1,0	175,5
	6,70	1,25	186,3		6,00	1,25	187,7
	7,10	1,25	197,5		6,30	1,25	197,1
	7,50	1,25	208,7		6,70	1,25	209,7
	8,00	1,25	222,7		7,10	1,25	222,3
	8,50	1,25	236,7		7,50	1,25	234,9
	9,00	1,25	250,7		8,00	1,25	250,7
	9,50	1,25	264,7		8,50	1,25	266,4
	10,0	1,25	278,7		9,00	1,25	282,2
					9,50	1,25	297,9
					10,0	1,25	313,7

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020

Bibliography

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

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
INTRODUCTION.....	32
1 Domaine d'application	33
2 Références normatives	33
3 Termes, définitions, notes générales et aspect	33
3.1 Termes et définitions	33
3.2 Notes générales.....	35
3.2.1 Méthodes d'essai.....	35
3.2.2 Fil de bobinage.....	35
3.3 Aspect	35
4 Dimensions.....	35
4.1 Dimensions du conducteur	35
4.2 Tolérance sur les dimensions du conducteur.....	36
4.3 Arrondi des angles	36
4.4 Accroissement des dimensions dû à l'isolant et à la couche d'adhérence	38
4.4.1 Fils émaillés sans couche d'adhérence	38
4.4.2 Fils émaillés avec couche d'adhérence	38
4.5 Dimensions extérieures.....	38
4.5.1 Dimensions extérieures nominales.....	38
4.5.2 Dimensions extérieures minimales.....	39
4.5.3 Dimensions extérieures maximales.....	39
5 Résistance électrique	39
6 Allongement	39
7 Effet de ressort (applicable à une limite conventionnelle d'élasticité nominale ≤ 80 N·mm ⁻²)	40
8 Souplesse et adhérence	40
8.1 Essai d'enroulement sur mandrin	40
8.2 Essai d'adhérence	41
9 Choc thermique	41
10 Thermoplasticité	41
11 Résistance à l'abrasion.....	41
12 Résistance aux solvants	41
13 Tension de claquage	41
14 Continuité de l'isolant	41
15 Indice de température.....	42
16 Résistance aux réfrigérants	42
17 Brasabilité	42
18 Adhérence par chaleur ou par solvant.....	42
19 Facteur de dissipation diélectrique	42
20 Résistance à l'huile de transformateur	42
21 Perte de masse	42
23 Détection des microfissures en immersion	42
30 Conditionnement	42

Annexe A (informative) Sections nominales des dimensions préférentielles et intermédiaires	44
Bibliographie.....	53
Tableau 1 – Tolérances relatives au conducteur	36
Tableau 2 – Sections nominales des dimensions préférentielles	37
Tableau 3 – Rayons d'arrondi	38
Tableau 4 – Accroissement des dimensions.....	38
Tableau 5 – Pourcentage d'allongement après rupture.....	40
Tableau 6 – Limite conventionnelle d'élasticité et résistivité.....	40
Tableau 7 – Enroulement sur mandrin.....	40
Tableau 8 – Tension de claquage	41
Tableau A.1 – Sections nominales	44

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

**Partie 0-2: Exigences générales –
Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé**

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 60317-0-2 a été établie par le comité d'études 55 de l'IEC: Fils de bobinage.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2013. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) révision de l'Article 2 afin d'ajouter de nouvelles références normatives pour les spécifications relatives au fil machine en cuivre;
- b) révision du 3.1 afin d'ajouter une nouvelle définition pour le terme "couche d'adhérence";

- c) révision du 3.2.1 afin de modifier les conditions spécifiées pour les essais à effectuer;
- d) révision du 4.5 afin d'ajouter les exigences relatives aux dimensions extérieures minimales, nominales et maximales avec une couche d'adhérence;
- e) révision de l'Article 5 concernant les spécifications relatives au fil machine en cuivre de sections rectangulaire et carrée;
- f) révision de l'Article 6 afin de tenir compte de la limite conventionnelle d'élasticité nominale;
- g) révision du 8.2 concernant l'exigence de l'essai d'adhérence;
- h) révision de l'Article 18 afin de faire référence à la feuille de spécifications correspondante.

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

FDIS	Rapport de vote
55/1847/FDIS	55/1865/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.

La présente Norme internationale doit être lue conjointement avec l'IEC 60851 (toutes les parties). Les numéros d'articles utilisés dans la présente partie de l'IEC 60317 sont identiques aux numéros des essais correspondants de la série IEC 60851 (toutes les parties).

En cas de divergences entre l'IEC 60851 et la présente partie de l'IEC 60317, cette dernière prévaut.

La numérotation des articles dans la présente norme n'est pas continue entre les Articles 21 et 30 afin de permettre l'introduction d'éventuelles futures exigences concernant les fils avant celles concernant le conditionnement des fils.

Une liste de toutes les parties de la série 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.

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 une série de normes traitant 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).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE –

Partie 0-2: Exigences générales – Fil de section rectangulaire en cuivre émaillé

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60317 spécifie les exigences générales relatives aux fils de bobinage de section rectangulaire en cuivre émaillés.

La gamme des dimensions nominales des conducteurs est indiquée en 4.1 et dans la feuille de spécifications correspondante.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60172, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés et enveloppés de ruban*

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

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

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

ISO 1190-1, *Cuivre et alliages de cuivre – Code de désignation – Partie 1: Désignation des matériaux*

ISO 6892-1:2016, *Matériaux métalliques – Essai de traction – Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

EN 1977, *Cuivre et alliages de cuivre – Fil machine en cuivre*

ASTM B49, *Standard Specification for Copper Rod for Electrical Purposes* (disponible en anglais seulement)

3 Termes, définitions, notes générales et aspect

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 6892-1:2016 ainsi que les 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

classe

performance thermique d'un fil exprimée par l'indice de température et la température de choc thermique

3.1.2

revêtement

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

3.1.3

conducteur

métal nu après enlèvement de l'isolant

3.1.4

craquelure

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

3.1.5

double revêtement

isolant constitué de deux matériaux différents, l'un en sous-couche et l'autre en surcouche

3.1.6

fil émaillé

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

3.1.7

grade

gamme d'accroissement du diamètre extérieur du fil dû à l'email

3.1.8

isolant

revêtement ou enveloppe sur le conducteur dont la fonction spécifique est de supporter la tension électrique

3.1.9

dimension nominale du conducteur

désignation de la taille du conducteur selon la série IEC 60317

3.1.10

vision normale

vision de 20/20 avec port de lentilles correctives, si nécessaire

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

3.1.13

couche d'adhérence

matériau qui est déposé sur un fil émaillé et dont la fonction spécifique est de relier des fils ensemble

3.2 Notes générales

3.2.1 Méthodes d'essai

Toutes les méthodes d'essai à utiliser dans le présent document sont décrites dans l'IEC 60851 (toutes les parties).

Les numéros d'articles utilisés dans le présent document sont identiques aux numéros des essais correspondants de l'IEC 60851 (toutes les parties).

En cas de divergences entre la publication relative aux méthodes d'essai et le présent document, l'IEC 60317-0-2 doit prévaloir.

Dans le cas où aucune gamme spécifique de dimensions nominales du conducteur n'est indiquée pour un essai, cet essai s'applique à l'ensemble des dimensions nominales du conducteur couvertes par la feuille de spécifications correspondante.

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués à une température comprise entre 15 °C et 40 °C et avec une humidité relative comprise entre 25 % et 75 %. Avant de procéder aux mesurages, les éprouvettes doivent être préconditionnées dans ces conditions atmosphériques pendant une durée suffisante afin qu'elles deviennent stables.

Le fil à soumettre à l'essai doit être retiré de son conditionnement de telle manière qu'il ne soit soumis à aucune tension ni à des plis inutiles. Avant chaque essai, il convient d'éliminer une longueur de fil suffisante afin de s'assurer que les éprouvettes ne comportent aucun fil endommagé.

3.2.2 Fil de bobinage

Lorsqu'il est fait référence à un fil de bobinage, conformément à une norme de la série IEC 60317 indiquée à l'Article 2, les informations suivantes sont fournies dans la description:

- la référence de la spécification IEC correspondante;
- les dimensions nominales du conducteur en millimètres (largeur × épaisseur);
- le grade;
- la valeur minimale (et maximale) de limite conventionnelle d'élasticité nominale.

EXEMPLE: IEC 60317-17 – 4,00 × 1,00 Grade 1 $R_{p0,2} = 120 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$

3.3 Aspect

Le film de revêtement doit être essentiellement lisse et continu, ne pas comporter de rayures, cloques, ni corps étrangers lors d'un examen visuel réalisé avec une vision normale, conformément aux bonnes pratiques commerciales, lorsqu'il est enroulé sur la bobine ou le touret d'origine.

4 Dimensions

4.1 Dimensions du conducteur

Les dimensions concernant les largeurs et les épaisseurs des conducteurs des fils de bobinage de section rectangulaire, recommandées dans le présent document, correspondent à la série R 20 de l'ISO 3.

Les dimensions préférentielles combinent une largeur et une épaisseur, toutes deux conformes à la série R 20.

Les dimensions intermédiaires combinent une largeur et une épaisseur conformes à la série R 20 avec l'autre dimension conforme à la série R 40.

Le présent document concerne:

- les largeurs de 2,00 mm et jusques y compris 31,50 mm;
- les épaisseurs de 0,80 mm jusques et y compris 10,00 mm.

Le rapport largeur/épaisseur doit être compris dans les limites spécifiées. Les combinaisons série R 40 – série R 40 ne sont pas admises en cas de tailles supplémentaires.

Le rapport largeur/épaisseur doit être supérieur ou égal à 1,4:1 et ne doit pas être supérieur à 8:1.

Les valeurs réelles des dimensions sont indiquées dans le Tableau 2.

Les sections nominales des dimensions préférentielles sont indiquées dans le Tableau 2 et les sections nominales des dimensions intermédiaires sont indiquées dans le Tableau A.1.

4.2 Tolérance sur les dimensions du conducteur

Les dimensions du conducteur ne doivent pas s'écarter des valeurs nominales au-delà de la tolérance indiquée dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Tolérances relatives au conducteur

Largeur ou épaisseur nominale du conducteur mm		Tolérance
Supérieure à	Jusques et y compris	± mm
–	3,15	0,030
3,15	6,30	0,050
6,30	12,50	0,070
12,50	16,00	0,100
16,00	22,40	0,130
22,40	31,50	0,150

4.3 Arrondi des angles

L'arrondi doit se raccorder progressivement aux surfaces planes du conducteur et le méplat ne doit présenter aucune aspérité, ni rugosité ou bavure. Les rayons d'arrondi du conducteur doivent être conformes aux valeurs indiquées dans le Tableau 3. Les rayons spécifiés doivent respecter une tolérance de $\pm 25\%$.

Tableau 2 – Sections nominales des dimensions préférentielles

Largeur	Épaisseur																		
	mm																		
	0,80	0,90	1,00	1,12	1,25	1,40	1,60	1,80	2,00	2,24	2,50	2,80	3,15	3,55	4,00	4,50	5,00	5,60	6,30
	Rayon d'arrondi *									Rayon d'arrondi (0,65 mm)			Rayon d'arrondi (0,80 mm)			Rayon d'arrondi (1,0 mm)			
	0,80	0,90	1,00	1,12	1,25	1,40	1,60	1,80	2,00	2,24	2,50	2,80	3,15	3,55	4,00	4,50	5,00	5,60	6,30
2,00	1,463	1,626	1,785	2,025	2,285	2,585													
2,24	1,655	1,842	2,025	2,294	2,585	2,921	3,369												
2,50	1,863	2,076	2,285	2,585	2,910	3,285	3,785	4,137											
2,80	2,103	2,346	2,585	2,921	3,285	3,705	4,265	4,677	5,237										
3,15	2,383	2,661	2,935	3,313	3,723	4,195	4,825	5,307	5,937	6,693									
3,55	2,703	3,021	3,335	3,761	4,223	4,755	5,465	6,027	6,737	7,589	8,326								
4,00	3,063	3,426	3,785	4,265	4,785	5,385	6,185	6,837	7,637	8,597	9,451	10,65							
4,50	3,463	3,876	4,285	4,825	5,410	6,085	6,985	7,737	8,637	9,717	10,70	12,05	13,63						
5,00	3,863	4,326	4,785	5,385	6,035	6,785	7,785	8,637	9,637	10,84	11,95	13,45	15,20	17,20					
5,60	4,343	4,866	5,385	6,057	6,785	7,625	8,745	9,717	10,84	12,18	13,45	15,13	17,09	19,33	21,54				
6,30	4,903	5,496	6,085	6,841	7,660	8,605	9,865	10,98	12,24	13,75	15,20	17,09	19,30	21,82	24,34	27,49			
7,10		6,216	6,885	7,737	8,660	9,725	11,15	12,42	13,84	15,54	17,20	19,33	21,82	24,66	27,54	31,09	34,64		
8,00			7,785	8,745	9,785	10,99	12,59	14,04	15,64	17,56	19,45	21,85	24,65	27,85	31,14	35,14	39,14	43,94	
9,00				9,865	11,04	12,39	14,19	15,84	17,64	19,80	21,95	24,65	27,80	31,40	35,14	39,64	44,14	49,54	55,36
10,0					12,29	13,79	15,79	17,64	19,64	22,04	24,45	27,45	30,95	34,95	39,14	44,14	49,14	55,14	61,66
11,2						15,47	17,71	19,80	22,04	24,73	27,45	30,81	34,73	39,21	43,94	49,54	55,14	61,86	69,22
12,5							19,79	22,14	24,64	27,64	30,70	34,45	38,83	43,83	49,14	55,39	61,64	69,14	77,41
14,0								24,84	27,64	31,00	34,45	38,65	43,55	49,15	55,14	62,14	69,14	77,54	86,86
16,0									31,64	35,48	39,45	44,25	49,85	56,25	63,14	71,14	79,14	88,74	99,46
18,0										39,96	44,45	49,85	56,15	63,35	71,14	80,14	89,14	99,94	112,1
20,0											49,45	55,45	62,45	70,45	79,14	89,14	99,14	111,1	124,7
22,4												62,17	70,01	78,97	88,74	99,94	111,1	124,6	139,8
25,0													78,20	88,20	99,14	111,6	124,1	139,1	156,2
28,0														98,85	111,1	125,1	139,1	155,9	175,1
31,5															125,1	140,9	156,6	175,5	197,1
* 0,5 × épaisseur nominale																			

Non recommandé
Rapport largeur/épaisseur inférieur à 1,4:1Non recommandé
Rapport largeur/épaisseur supérieur à 8:1

Tableau 3 – Rayons d'arrondi

Épaisseur nominale du conducteur mm		Rayon d'arrondi mm
Supérieure à	Jusques et y compris	
–	1,00	0,5 × épaisseur nominale
1,00	1,60	0,50*
1,60	2,24	0,65**
2,24	3,55	0,80
3,55	5,60	1,00
5,60	10,00	1,25

En cas d'accord entre l'acheteur et le fournisseur, les rayons d'arrondi pour les fils de largeur supérieure à 4,8 mm peuvent être:

* 0,5 mm × t, où t représente l'épaisseur nominale du conducteur;

** 0,80 mm.

4.4 Accroissement des dimensions dû à l'isolant et à la couche d'adhérence

4.4.1 Fils émaillés sans couche d'adhérence

L'accroissement de la largeur ou de l'épaisseur dû à l'isolant doit être conforme aux valeurs indiquées dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Accroissement des dimensions

Grade	Accroissement des dimensions		
	mm		
	Minimales	Nominales	Maximales
1	0,06	0,085	0,11
2	0,12	0,145	0,17

4.4.2 Fils émaillés avec couche d'adhérence

L'accroissement des dimensions dû à la couche d'adhérence pour les grades 1B et 2B doit être de $(0,04 \pm 0,01)$ mm.

4.5 Dimensions extérieures

4.5.1 Dimensions extérieures nominales

4.5.1.1 Dimensions extérieures nominales sans couche d'adhérence

Les dimensions extérieures nominales doivent être calculées en additionnant la dimension nominale du conducteur nu et l'accroissement nominal des dimensions dû à l'isolant.

4.5.1.2 Dimensions extérieures nominales avec couche d'adhérence

Les dimensions extérieures nominales doivent être calculées en additionnant la dimension nominale du conducteur nu, l'accroissement nominal des dimensions dû à l'isolant et l'accroissement nominal des dimensions dû à la couche d'adhérence.

4.5.2 Dimensions extérieures minimales

4.5.2.1 Dimensions extérieures minimales sans couche d'adhérence

Les dimensions extérieures minimales doivent être calculées en additionnant la dimension minimale du conducteur nu et l'accroissement minimal des dimensions dû à l'isolant.

4.5.2.2 Dimensions extérieures minimales avec couche d'adhérence

Les dimensions extérieures minimales doivent être calculées en additionnant la dimension minimale du conducteur, l'accroissement minimal des dimensions dû à l'isolant et l'accroissement minimal des dimensions dû à la couche d'adhérence.

4.5.3 Dimensions extérieures maximales

4.5.3.1 Dimensions extérieures maximales sans couche d'adhérence

Les dimensions extérieures maximales doivent être calculées en additionnant la dimension maximale du conducteur nu et l'accroissement maximal des dimensions dû à l'isolant.

4.5.3.2 Dimensions extérieures maximales avec couche d'adhérence

Les dimensions extérieures maximales doivent être calculées en additionnant la dimension maximale du conducteur nu, l'accroissement maximal des dimensions dû à l'isolant et l'accroissement maximal des dimensions dû à la couche d'adhérence.

5 Résistance électrique

Le fil machine en cuivre utilisé doit satisfaire à au moins l'une des normes EN 1977, ISO 1190-1 et ASTM B49.

La résistance du fil doit être définie comme la résistance en courant continu à 20 °C. La méthode utilisée doit fournir une précision de 0,5 %.

La valeur maximale de résistance ne doit pas être supérieure à la valeur calculée pour la section minimale tolérée du conducteur résultant des dimensions d'épaisseur et de largeur minimales et des dimensions de rayon d'arrondi maximales, selon une résistivité conforme aux valeurs du Tableau 6.

Un seul mesurage doit être effectué.

6 Allongement

Le pourcentage d'allongement après rupture doit être mesuré conformément à l'Article 20 de l'ISO 6892-1:2016. Lorsque la limite conventionnelle d'élasticité nominale sous allongement plastique n'est pas spécifiée ou qu'une limite conventionnelle d'élasticité nominale sous allongement plastique de 80 N/mm² est exigée, les limites du Tableau 5 s'appliquent. Dans les autres cas, le mesurage est effectué à des fins de référence uniquement.

Tableau 5 – Pourcentage d'allongement après rupture

Épaisseur nominale du conducteur mm		Allongement minimal %
Supérieure à	Jusques et y compris	
–	2,50	30
2,50	5,60	32
5,60	10,00	35

Lorsque la valeur de la limite conventionnelle d'élasticité nominale sous allongement plastique est spécifiée, la limite conventionnelle d'élasticité mesurée doit se situer dans les limites de tolérance indiquées dans le Tableau 6.

Tableau 6 – Limite conventionnelle d'élasticité et résistivité

Limite conventionnelle d'élasticité		Résistivité maximale
Valeur nominale $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$	Tolérance	
80	–0 / +30 %	1/58
120	–0 / +20 %	1/58
150	–0 / +20 %	1/58
180	–0 / +20 %	1/57,5

La limite conventionnelle d'élasticité sous allongement plastique doit être mesurée au pourcentage spécifié d'allongement plastique, en utilisant la méthode décrite à l'Article 13 de l'ISO 6892-1:2016; sauf spécification contraire, le pourcentage doit être de 0,2 % ($R_{p0,2}$).

Si le client l'exige, l'essai doit être effectué conformément à l'Article 10 de l'ISO 6892-1:2016. Sinon, l'essai doit être effectué de la manière décrite dans l'IEC 60851-3.

7 Effet de ressort (applicable à une limite conventionnelle d'élasticité nominale $\leq 80 \text{ N}\cdot\text{mm}^{-2}$)

Le fil ne doit pas présenter un effet de ressort maximal supérieur à 5°.

8 Souplesse et adhérence

8.1 Essai d'enroulement sur mandrin

Le revêtement ne doit montrer aucune craquelure après pliage du fil sur plat et sur chant sur un mandrin d'un diamètre tel que spécifié dans le Tableau 7.

Tableau 7 – Enroulement sur mandrin

Fil plié sur		Diamètre du mandrin
Largeur	Dimensions jusques et y compris 10 mm	4 × largeur
	Dimensions supérieures à 10 mm	5 × largeur
Épaisseur	Toutes les tailles	4 × épaisseur

8.2 Essai d'adhérence

Le fil doit être étiré de 15 % ou jusqu'au point de rupture, la valeur la plus faible étant retenue. La distance de la perte d'adhérence doit être inférieure à $1 \times$ largeur.

9 Choc thermique

Le revêtement ne doit montrer aucune craquelure après pliage du fil sur plat sur un mandrin d'un diamètre égal à six fois l'épaisseur.

La température minimale de choc thermique est indiquée dans la feuille de spécifications correspondante.

10 Thermoplasticité

L'exigence d'essai est à l'étude.

11 Résistance à l'abrasion

L'essai ne s'applique pas.

12 Résistance aux solvants

Le revêtement ne doit pas être enlevé par un crayon de dureté "H", associé à un solvant normalisé.

13 Tension de claquage

Lorsqu'elles sont soumises à l'essai à température ambiante, au moins quatre des cinq éprouvettes ne doivent subir aucun claquage à une tension inférieure ou égale aux valeurs spécifiées dans le Tableau 8, et la cinquième éprouvette ne doit subir aucun claquage à une tension inférieure à 50 % des valeurs spécifiées.

Si l'acheteur l'exige, le fil doit être soumis à l'essai à température élevée.

La température élevée est indiquée dans la feuille de spécifications correspondante.

Tableau 8 – Tension de claquage

Grade	Tension de claquage minimale (valeur efficace)			
	V			
	Sans couche d'adhérence		Avec couche d'adhérence	
	Température du local	Température élevée	Température du local	Température élevée
1	1 000	750	1 500	1 000
2	2 000	1 500	2 500	2 000

14 Continuité de l'isolant

L'essai ne s'applique pas.

15 Indice de température

Sauf accord contraire entre l'acheteur et le fournisseur, l'essai doit être effectué avec un fil de section rectangulaire conformément à l'IEC 60172.

Si l'acheteur l'exige, le fournisseur du fil émaillé doit fournir la preuve que le fil satisfait aux exigences relatives à l'indice de température.

NOTE 1 L'exigence relative à l'indice de température fondée sur une durée de vie extrapolée de 20 000 h s'applique aux fils émaillés soumis à l'essai à l'état non verni et non pas comme faisant partie d'un système isolant.

NOTE 2 La température en degrés Celsius correspondant à l'indice de température n'est pas nécessairement celle à laquelle il est recommandé d'utiliser le fil; cela dépend de nombreux facteurs, notamment le type d'équipement impliqué.

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

Pour les exigences, la feuille de spécifications correspondante s'applique.

19 Facteur de dissipation diélectrique

Pour les exigences, la feuille de spécifications correspondante s'applique.

20 Résistance à l'huile de transformateur

Pour les exigences, la feuille de spécifications correspondante s'applique.

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 et la limite conventionnelle d'élasticité. Le conditionnement (type de bobine, par exemple) doit donc faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Le fil doit être enroulé de manière uniforme et compacte sur des bobines ou placé dans des fûts. Sauf accord entre l'acheteur et le fournisseur, aucune bobine ni aucun fût ne doivent contenir plus d'une longueur de fil. Lorsqu'il y a plus d'une longueur, le marquage sur l'étiquette et/ou le repérage des différentes longueurs conditionnées doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Lorsque les fils sont livrés en couronnes, les dimensions et les poids maximaux de ces couronnes doivent faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur. Toute disposition supplémentaire prise pour protéger ces couronnes doit également faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

Des étiquettes doivent être fixées à chaque élément de conditionnement conformément à l'accord entre l'utilisateur et le fournisseur. Elles doivent indiquer les informations suivantes:

- a) le nom du fabricant et/ou la marque commerciale;
- b) le type de fil et d'isolant, par exemple nom commercial et/ou numéro de spécification IEC;
- c) l'indication d'une couche d'adhérence (le cas échéant);
- d) la limite conventionnelle d'élasticité nominale;
- e) la masse nette du fil;
- f) la ou les dimensions nominales du fil, ainsi que le grade de l'isolant;
- g) la date de fabrication.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60317-0-2:2020

Annexe A (informative)

Sections nominales des dimensions préférentielles et intermédiaires

Le Tableau A.1 répertorie les sections nominales concernant les dimensions préférentielles et intermédiaires des conducteurs nus de section rectangulaire en cuivre. L'utilisateur peut choisir des tailles intermédiaires parmi ces dimensions, mais uniquement pour des raisons techniques.

Tableau A.1 – Sections nominales

Largeur nominale mm	Epaisseur nominale mm	Rayon d'arrondi mm	Section nominale mm ²	Largeur nominale mm	Epaisseur nominale mm	Rayon d'arrondi mm	Section nominale mm ²
2,00	0,80	*	1,463	2,50	1,18	0,5	2,735
	0,85	*	1,545		1,25	0,5	2,910
	0,90	*	1,626		1,32	0,5	3,085
	0,95	*	1,706		1,40	0,5	3,285
	1,00	*	1,785		1,50	0,5	3,535
					1,60	0,5	3,785
	1,06	0,5	1,905				
	1,12	0,5	2,025		1,70	0,65	3,887
	1,18	0,5	2,145		1,80	0,65	4,137
	1,25	0,5	2,285	2,65	0,80	*	1,983
	1,32	0,5	2,425		0,90	*	2,211
	1,40	0,5	2,585		1,00	*	2,435
2,12	0,80	*	1,559				
	0,90	*	1,734		1,12	0,5	2,753
	1,00	*	1,905		1,25	0,5	3,098
					1,40	0,5	3,495
	1,12	0,5	2,160		1,60	0,5	4,025
	1,25	0,5	2,435	2,80	1,80	0,65	4,407
2,24	1,40	0,5	2,753		0,80	*	2,103
	0,80	*	1,655		0,85	*	2,225
	0,85	*	1,749		0,90	*	2,346
	0,90	*	1,842		0,95	*	2,466
	0,95	*	1,934		1,00	*	2,585
	1,00	*	2,025				
	1,06	0,5	2,160		1,06	0,5	2,753
	1,12	0,5	2,294		1,12	0,5	2,921
	1,18	0,5	2,429		1,18	0,5	3,089
	1,25	0,5	2,585		1,25	0,5	3,285
	1,32	0,5	2,742		1,32	0,5	3,481
	1,40	0,5	2,921		1,40	0,5	3,705
	1,50	0,5	3,145		1,50	0,5	3,985
	1,60	0,5	3,369		1,60	0,5	4,265
2,36	0,80	*	1,751		1,70	0,65	4,397
	0,90	*	1,950		1,80	0,65	4,677
	1,00	*	2,145		1,90	0,65	4,957
					2,00	0,65	5,237
	1,12	0,5	2,429	3,00	0,80	*	2,263
	1,25	0,5	2,735		0,90	*	2,526
2,50	1,40	0,5	3,089		1,00	*	2,785
	1,60	0,5	3,561				
	0,80	*	1,863		1,12	0,5	3,145
	0,85	*	1,970		1,25	0,5	3,535
	0,90	*	2,076		1,40	0,5	3,985
	0,95	*	2,181		1,60	0,5	4,585
	1,00	*	2,285				
					1,80	0,65	5,037
	1,06	0,5	2,435		2,00	0,65	5,637
	1,12	0,5	2,585				

* 0,5 × épaisseur nominale