

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

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).

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*

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

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).

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)