

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 317-9

Première édition — First edition

1972

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

**Neuvième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques
pour utilisation dans les systèmes réfrigérants**

Specifications for particular types of winding wires

**Part 9: Enamelled round copper wires with high mechanical properties
for use in refrigerant systems**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
Publié trimestriellement
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI, Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication.

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI.

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the contents reflect current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
Published quarterly
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication.

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117.

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 317-9

Première édition — First edition

1972

Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage

**Neuvième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques
pour utilisation dans les systèmes réfrigérants**

Specifications for particular types of winding wires

**Part 9: Enamelled round copper wires with high mechanical properties
for use in refrigerant systems**



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

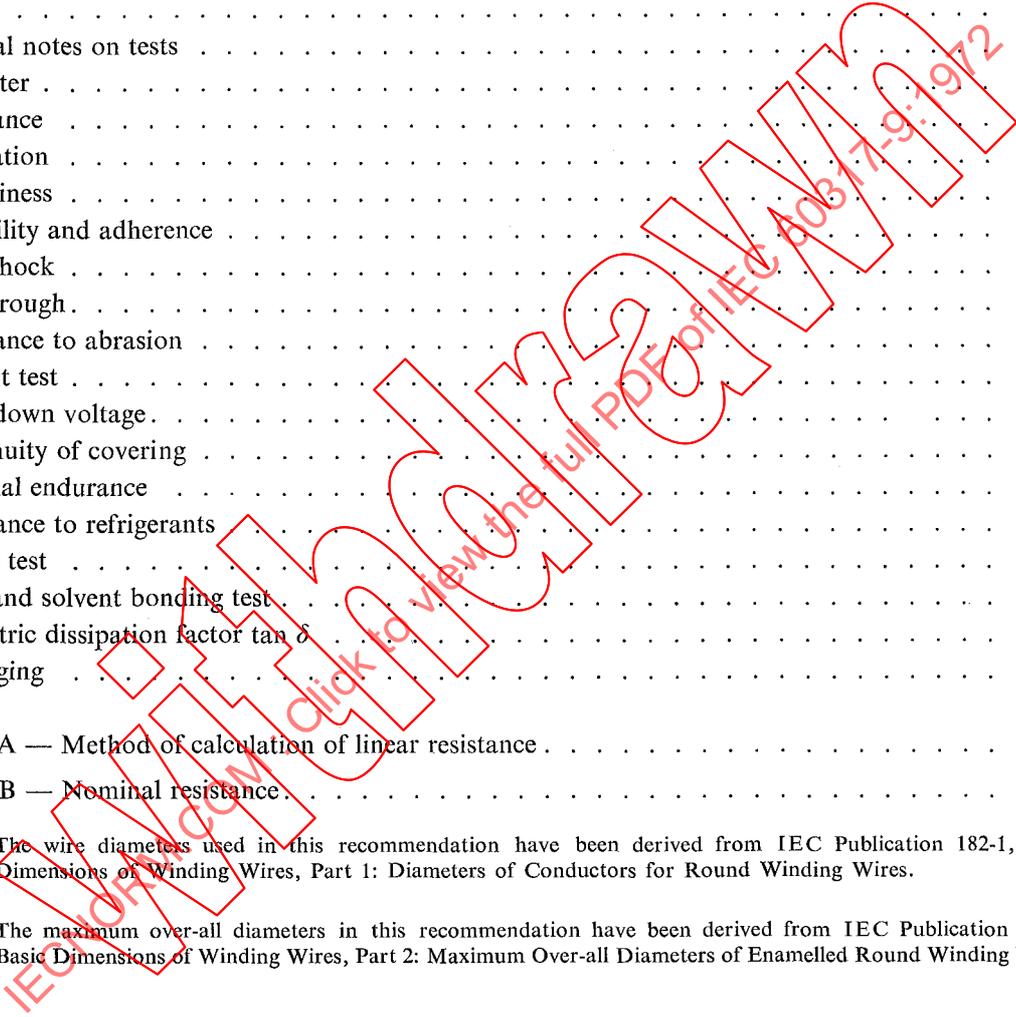
Genève. Suisse

SOMMAIRE

| | Pages |
|--|-------|
| PRÉAMBULE | 4 |
| PRÉFACE | 4 |
| INTRODUCTION | 6 |
| Articles | |
| 1. Domaine d'application | 6 |
| 2. Objet | 6 |
| 3. Notes générales concernant les essais | 6 |
| 4. Diamètre | 8 |
| 5. Résistance électrique | 10 |
| 6. Allongement | 12 |
| 7. Effet de ressort | 14 |
| 8. Souplesse et adhérence | 16 |
| 9. Essai de choc thermique | 16 |
| 10. Essai de thermoplasticité | 18 |
| 11. Résistance à l'abrasion | 18 |
| 12. Essai aux solvants | 18 |
| 13. Tension de claquage | 18 |
| 14. Continuité de l'isolation | 20 |
| 15. Endurance thermique | 20 |
| 16. Résistance aux réfrigérants | 20 |
| 17. Essai de soudabilité | 22 |
| 18. Essai d'adhérence par chaleur et par solvant | 22 |
| 19. Tangente de l'angle de pertes diélectriques | 22 |
| 20. Conditionnement | 22 |
| | |
| ANNEXE A — Méthode de calcul de la résistance linéique | 24 |
| ANNEXE B — Résistance nominale | 26 |
| | |
| <i>Notes 1.</i> — Les diamètres de fils spécifiés dans la présente recommandation sont tirés de la Publication 182-1 de la CEI: Dimensions de base des fils de bobinage, Première partie: Diamètres de conducteurs pour fils de bobinage de section circulaire. | |
| 2. — Les diamètres extérieurs maximaux spécifiés dans la présente recommandation sont tirés de la Publication 182-2 de la CEI: Dimensions de base des fils de bobinage, Deuxième partie: Diamètres extérieurs maximaux des fils de bobinage de section circulaire, émaillés. | |

CONTENTS

| | Page |
|--|------|
| FOREWORD | 5 |
| PREFACE | 5 |
| INTRODUCTION | 7 |
| Clause | |
| 1. Scope | 7 |
| 2. Object | 7 |
| 3. General notes on tests | 7 |
| 4. Diameter | 9 |
| 5. Resistance | 11 |
| 6. Elongation | 13 |
| 7. Springiness | 15 |
| 8. Flexibility and adherence | 17 |
| 9. Heat shock | 17 |
| 10. Cut-through | 19 |
| 11. Resistance to abrasion | 19 |
| 12. Solvent test | 19 |
| 13. Breakdown voltage | 19 |
| 14. Continuity of covering | 21 |
| 15. Thermal endurance | 21 |
| 16. Resistance to refrigerants | 21 |
| 17. Solder test | 23 |
| 18. Heat and solvent bonding test | 23 |
| 19. Dielectric dissipation factor $\tan \delta$ | 23 |
| 20. Packaging | 23 |
| APPENDIX A — Method of calculation of linear resistance | 25 |
| APPENDIX B — Nominal resistance | 27 |
| <i>Notes 1.</i> — The wire diameters used in this recommendation have been derived from IEC Publication 182-1, Basic Dimensions of Winding Wires, Part 1: Diameters of Conductors for Round Winding Wires. | |
| 2. — The maximum over-all diameters in this recommendation have been derived from IEC Publication 182-2, Basic Dimensions of Winding Wires, Part 2: Maximum Over-all Diameters of Enamelled Round Winding Wires. | |



COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

**Neuvième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés
mécaniques pour utilisation dans les systèmes réfrigérants**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes N° 55 de la CEI: Fils de bobinage.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en 1968. A la suite de cette réunion, un projet définitif, document 55(Bureau Central)71, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en novembre 1969. Lors de la réunion tenue à Washington en 1970, il fut décidé de publier la présente recommandation comme partie de la Publication 317 de la CEI.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

| | |
|---|--|
| Afrique du Sud | Israël |
| Allemagne | Italie |
| Australie | Japon |
| Autriche | Royaume-Uni |
| Belgique | Suède |
| Corée (République démocratique populaire de) | Suisse |
| Danemark | Tchécoslovaquie |
| Finlande | Turquie |
| France | Union des Républiques Socialistes Soviétiques |
| Inde | Yougoslavie |

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES

**Part 9: Enamelled round copper wires with high mechanical properties
for use in refrigerant systems**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees, on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by TEC Technical Committee No. 55, Winding Wires.

A first draft was discussed at the meeting held in Stockholm in 1968. As a result of this meeting, a final draft, document 55(Central Office)71, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in November 1969. At the meeting held in Washington in 1970, it was decided to publish this recommendation as part of IEC Publication 317.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

| | |
|----------------|--|
| Australia | Japan |
| Austria | Korea (Democratic People's Republic of) |
| Belgium | South Africa |
| Czechoslovakia | Sweden |
| Denmark | Switzerland |
| Finland | Turkey |
| France | Union of Soviet Socialist Republics |
| Germany | United Kingdom |
| India | Yugoslavia |
| Israel | |
| Italy | |

SPÉCIFICATIONS POUR TYPES PARTICULIERS DE FILS DE BOBINAGE

Neuvième partie: Fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques pour utilisation dans les systèmes réfrigérants

INTRODUCTION

La présente recommandation constitue l'un des éléments d'une série traitant des fils isolés utilisés dans les enroulements des appareils électriques. Cette série comporte quatre groupes définissant respectivement:

- 1) Les dimensions de base (Publication 182 de la CEI).
- 2) Les méthodes d'essai (Publication 251 de la CEI).
- 3) Les spécifications pour des types particuliers de fils (Publication 317 de la CEI).
- 4) Le conditionnement (Publication 264 de la CEI).

Le système d'unités utilisé est le système SI; dans ce système, le newton (symbole N) est l'unité de force; 1 newton = 0,102 kgf.

1. Domaine d'application

La présente recommandation concerne les fils de section circulaire en cuivre émaillé à hautes propriétés mécaniques pour utilisation dans les systèmes réfrigérants (fils de cuivre émaillés par exemple avec un émail à base d'acétal de polyvinyle).

La gamme de dimension des fils couverte par la présente recommandation est:
— Grade 1 et Grade 2: 0,200 mm jusqu'à et y compris 1,600 mm.

2. Objet

Recommander des exigences et des dimensions pour la gamme des fils mentionnés à l'article 1.

3. Notes générales concernant les essais

Toutes les méthodes d'essai utilisées dans la présente recommandation figurent dans la Publication 251-1 de la CEI: Méthodes d'essai des fils de bobinage, Première partie: Fils émaillés à section circulaire, et les numéros d'articles dans les deux publications sont les mêmes pour les mêmes essais.

En cas de divergences entre la publication relative aux méthodes d'essai et la présente recommandation, cette dernière prévaut.

Dans le cas où aucune gamme de dimensions n'est donnée pour un essai, l'essai s'applique à toutes les dimensions couvertes par la présente recommandation.

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et une humidité relative de 45% à 75%. Le fil doit, avant exécution des mesures, être préconditionné sous ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour que le fil atteigne la stabilité.

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

* Lorsque le terme *fil* est utilisé, il indique le matériau isolé à l'état de livraison; lorsque le terme *conducteur* est utilisé, il indique le métal nu après enlèvement de l'émail.

SPECIFICATIONS FOR PARTICULAR TYPES OF WINDING WIRES

Part 9: Enamelled round copper wires with high mechanical properties for use in refrigerant systems

INTRODUCTION

This recommendation is one of a series which deals with insulated wires used for windings of electrical equipment. The series has four groups describing:

- 1) Basic dimensions (IEC Publication 182).
- 2) Methods of test (IEC Publication 251).
- 3) Specifications for particular types of wires (IEC Publication 317).
- 4) Packaging (IEC Publication 264).

The SI system of units will be used, in which the newton (symbol N) is the unit of force; 1 newton = 0.102 kgf.

1. Scope

This recommendation relates to enamelled round copper wires with high mechanical properties (copper wire covered with, for example, enamel on a polyvinylacetal base), for use in refrigerant systems.

The range of sizes of wire covered by this recommendation is:

— Grade 1 and Grade 2: 0.200 mm up to and including 1.600 mm.

2. Object

To recommend requirements and dimensions for the ranges of wires referred to in Clause 1.

3. General notes on tests

All methods of test used in this recommendation are given in IEC Publication 251-1, Methods of Test for Winding Wires, Part 1: Enamelled Round Wires, and the clause numbers used in both publications are the same for each test.

In case of inconsistencies between the publication on methods of test and this recommendation, this recommendation shall prevail.

Where no specific range of sizes is given for a test, the test applies to all sizes covered by this recommendation.

Unless otherwise specified, all tests shall be carried out within a range of 15 °C to 35 °C and a relative humidity of 45% to 75%. Before measurements are made, the specimens shall be pre-conditioned 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, discard sufficient wire to ensure that any damaged wire is not included in the test specimens.

* Where the word *wire* is used, it means the insulated material as received; where the word *conductor* is used, it means the bare metal after removal of the enamel.

4. **Diamètre**

4.2 *Diamètre extérieur maximal*

Le diamètre extérieur ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau I.

TABLEAU I

| Diamètre nominal du conducteur mm | Diamètre extérieur maximal | | Diamètre nominal du conducteur mm | Diamètre extérieur maximal | |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------|
| | Grade 1 mm | Grade 2 mm | | Grade 1 mm | Grade 2 mm |
| 0,200 | 0,230 | 0,245 | 0,900 | 0,965 | 0,990 |
| 0,224 | 0,256 | 0,272 | 0,950 | 1,017 | 1,041 |
| 0,250 | 0,284 | 0,301 | 1,000 | 1,068 | 1,093 |
| 0,280 | 0,315 | 0,334 | 1,060 | 1,130 | 1,155 |
| 0,315 | 0,352 | 0,371 | 1,120 | 1,192 | 1,217 |
| 0,355 | 0,395 | 0,414 | 1,180 | 1,254 | 1,279 |
| 0,400 | 0,442 | 0,462 | 1,250 | 1,325 | 1,351 |
| 0,450 | 0,495 | 0,516 | 1,320 | 1,397 | 1,423 |
| 0,500 | 0,548 | 0,569 | 1,400 | 1,479 | 1,506 |
| 0,560 | 0,611 | 0,632 | 1,500 | 1,581 | 1,608 |
| 0,630 | 0,684 | 0,706 | 1,600 | 1,683 | 1,711 |
| 0,710 | 0,767 | 0,790 | | | |
| 0,750 | 0,809 | 0,832 | | | |
| 0,800 | 0,861 | 0,885 | | | |
| 0,850 | 0,913 | 0,937 | | | |

4.3 *Tolérance sur le diamètre du conducteur*

Le diamètre du conducteur ne doit pas s'écarter du diamètre nominal d'une valeur supérieure aux tolérances données dans le tableau II.

TABLEAU II

| Diamètre nominal du conducteur mm | Tolérance ± mm | Diamètre nominal du conducteur mm | Tolérance ± mm |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|----------------------|
| 0,200 | 0,003 | 0,950 | 0,010 |
| 0,224 | 0,003 | 1,000 | 0,010 |
| 0,250 | 0,004 | 1,060 | 0,011 |
| 0,280 | 0,004 | 1,120 | 0,011 |
| 0,315 | 0,004 | 1,180 | 0,012 |
| 0,355 | 0,004 | 1,250 | 0,013 |
| 0,400 | 0,005 | 1,320 | 0,013 |
| 0,450 | 0,005 | 1,400 | 0,014 |
| 0,500 | 0,005 | 1,500 | 0,015 |
| 0,560 | 0,006 | 1,600 | 0,016 |
| 0,630 | 0,006 | | |
| 0,710 | 0,007 | | |
| 0,750 | 0,008 | | |
| 0,800 | 0,008 | | |
| 0,850 | 0,009 | | |
| 0,900 | 0,009 | | |

4. Diameter

4.2 Maximum over-all diameter

The over-all diameter shall not exceed the values given in Table I.

TABLE I

| Nominal conductor diameter mm | Maximum over-all diameter | | Nominal conductor diameter mm | Maximum over-all diameter | |
|----------------------------------|---------------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------|---------------|
| | Grade 1 mm | Grade 2 mm | | Grade 1 mm | Grade 2 mm |
| 0.200 | 0.230 | 0.245 | 0.900 | 0.965 | 0.990 |
| 0.224 | 0.256 | 0.272 | 0.950 | 1.017 | 1.041 |
| 0.250 | 0.284 | 0.301 | 1.000 | 1.068 | 1.093 |
| 0.280 | 0.315 | 0.334 | 1.060 | 1.130 | 1.155 |
| 0.315 | 0.352 | 0.371 | 1.120 | 1.192 | 1.217 |
| 0.355 | 0.395 | 0.414 | 1.180 | 1.254 | 1.279 |
| 0.400 | 0.442 | 0.462 | 1.250 | 1.325 | 1.351 |
| 0.450 | 0.495 | 0.516 | 1.320 | 1.397 | 1.423 |
| 0.500 | 0.548 | 0.569 | 1.400 | 1.479 | 1.506 |
| 0.560 | 0.611 | 0.632 | 1.500 | 1.581 | 1.608 |
| 0.630 | 0.684 | 0.706 | 1.600 | 1.683 | 1.711 |
| 0.710 | 0.767 | 0.790 | | | |
| 0.750 | 0.809 | 0.832 | | | |
| 0.800 | 0.861 | 0.885 | | | |
| 0.850 | 0.913 | 0.937 | | | |

4.3 Tolerance on conductor diameter

The conductor diameter shall not differ from the nominal diameter by more than the limits given in Table II.

TABLE II

| Nominal conductor diameter mm | Tolerance ± mm | Nominal conductor diameter mm | Tolerance ± mm |
|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|
| 0.200 | 0.003 | 0.950 | 0.010 |
| 0.224 | 0.003 | 1.000 | 0.010 |
| 0.250 | 0.004 | 1.060 | 0.011 |
| 0.280 | 0.004 | 1.120 | 0.011 |
| 0.315 | 0.004 | 1.180 | 0.012 |
| 0.355 | 0.004 | 1.250 | 0.013 |
| 0.400 | 0.005 | 1.320 | 0.013 |
| 0.450 | 0.005 | 1.400 | 0.014 |
| 0.500 | 0.005 | 1.500 | 0.015 |
| 0.560 | 0.006 | 1.600 | 0.016 |
| 0.630 | 0.006 | | |
| 0.710 | 0.007 | | |
| 0.750 | 0.008 | | |
| 0.800 | 0.008 | | |
| 0.850 | 0.009 | | |
| 0.900 | 0.009 | | |

4.4 *Faux rond du conducteur*

En chaque point, la différence entre le diamètre minimal et maximal ne doit pas être supérieure à la valeur des colonnes 2 et 4 du tableau II.

5. **Résistance électrique (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 1,000 mm)**

La résistance électrique à 20 °C doit être comprise entre les limites données dans le tableau III.

TABLEAU III

| Diamètre nominal du conducteur mm | Résistance Ω/m | |
|--------------------------------------|-----------------------|----------|
| | Min. | Max. |
| 0,200 | 0,5281 | 0,5706 |
| 0,224 | 0,4224 | 0,4534 |
| 0,250 | 0,3373 | 0,3659 |
| 0,280 | 0,2698 | 0,2907 |
| 0,315 | 0,2139 | 0,2289 |
| 0,355 | 0,1689 | 0,1797 |
| 0,400 | 0,1327 | 0,1419 |
| 0,450 | 0,1031 | 0,1118 |
| 0,500 | 0,085 34 | 0,090 37 |
| 0,560 | 0,067 94 | 0,072 15 |
| 0,630 | 0,053 81 | 0,056 87 |
| 0,710 | 0,042 34 | 0,044 81 |
| 0,750 | 0,037 88 | 0,040 22 |
| 0,800 | 0,033 34 | 0,035 30 |
| 0,850 | 0,029 50 | 0,031 31 |
| 0,900 | 0,026 34 | 0,027 89 |
| 0,950 | 0,023 62 | 0,025 06 |
| 1,000 | 0,021 34 | 0,022 59 |

Notes 1. — Les limites indiquées dans le tableau III sont dérivées de calculs effectués conformément à l'annexe A.

2. — Pour la résistance électrique nominale, voir l'annexe B.

4.4 *Out-of-roundness of conductor*

The difference between the minimum and maximum diameter, at any point, shall not be more than the figure given in Columns 2 and 4 of Table II.

5. **Resistance (nominal conductor diameter up to and including 1.000 mm)**

The resistance at 20 °C shall be within the limits given in Table III.

TABLE III

| Nominal conductor diameter mm | Resistance Ω/m | |
|----------------------------------|--------------------------|----------|
| | Min. | Max. |
| 0.200 | 0.5281 | 0.5706 |
| 0.224 | 0.4224 | 0.4534 |
| 0.250 | 0.3373 | 0.3659 |
| 0.280 | 0.2698 | 0.2907 |
| 0.315 | 0.2139 | 0.2289 |
| 0.355 | 0.1689 | 0.1797 |
| 0.400 | 0.1327 | 0.1419 |
| 0.450 | 0.1051 | 0.1118 |
| 0.500 | 0.085 34 | 0.090 37 |
| 0.560 | 0.067 94 | 0.072 15 |
| 0.630 | 0.053 81 | 0.056 87 |
| 0.710 | 0.042 34 | 0.044 81 |
| 0.750 | 0.037 88 | 0.040 22 |
| 0.800 | 0.033 34 | 0.035 30 |
| 0.850 | 0.029 50 | 0.031 31 |
| 0.900 | 0.026 34 | 0.027 89 |
| 0.950 | 0.023 62 | 0.025 06 |
| 1.000 | 0.021 34 | 0.022 59 |

Notes 1. — The limits shown in Table III are derived from calculations made according to Appendix A.

2. — For the nominal resistance, see Appendix B.

6. Allongement

L'allongement à la rupture ne doit pas être inférieur aux valeurs données dans le tableau IV.

TABLEAU IV

| Diamètre nominal du conducteur | Allongement minimal | Diamètre nominal du conducteur | Allongement minimal |
|-----------------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| mm | % | mm | % |
| 0,200 | 21 | 0,900 | 29 |
| 0,224 | 21 | 0,950 | 29 |
| 0,250 | 22 | 1,000 | 30 |
| 0,280 | 22 | 1,060 | 30 |
| 0,315 | 23 | 1,120 | 30 |
| 0,355 | 23 | 1,180 | 31 |
| 0,400 | 24 | 1,250 | 31 |
| 0,450 | 25 | 1,320 | 32 |
| 0,500 | 25 | 1,400 | 32 |
| 0,560 | 26 | 1,500 | 32 |
| 0,630 | 27 | 1,600 | 32 |
| 0,710 | 28 | | |
| 0,750 | 28 | | |
| 0,800 | 28 | | |
| 0,850 | 28 | | |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60317-9:1972

6. Elongation

The elongation at fracture shall not be less than the value given in Table IV.

TABLE IV

| Nominal conductor diameter mm | Elongation minimum % | Nominal conductor diameter mm | Elongation minimum % |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 0.200 | 21 | 0.900 | 29 |
| 0.224 | 21 | 0.950 | 29 |
| 0.250 | 22 | 1.000 | 30 |
| 0.280 | 22 | 1.060 | 30 |
| 0.315 | 23 | 1.120 | 30 |
| 0.355 | 23 | 1.180 | 31 |
| 0.400 | 24 | 1.250 | 31 |
| 0.450 | 25 | 1.320 | 32 |
| 0.500 | 25 | 1.400 | 32 |
| 0.560 | 26 | 1.500 | 32 |
| 0.630 | 27 | 1.600 | 32 |
| 0.710 | 28 | | |
| 0.750 | 28 | | |
| 0.800 | 28 | | |
| 0.850 | 28 | | |

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60817-9:1972

7. Effet de ressort (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,200 mm et inférieur ou égal à 1,600 mm)

Quand le fil est essayé avec le mandrin et la traction spécifiés au tableau V, il ne doit pas donner de valeurs supérieures à celles de ce tableau.

TABLEAU V

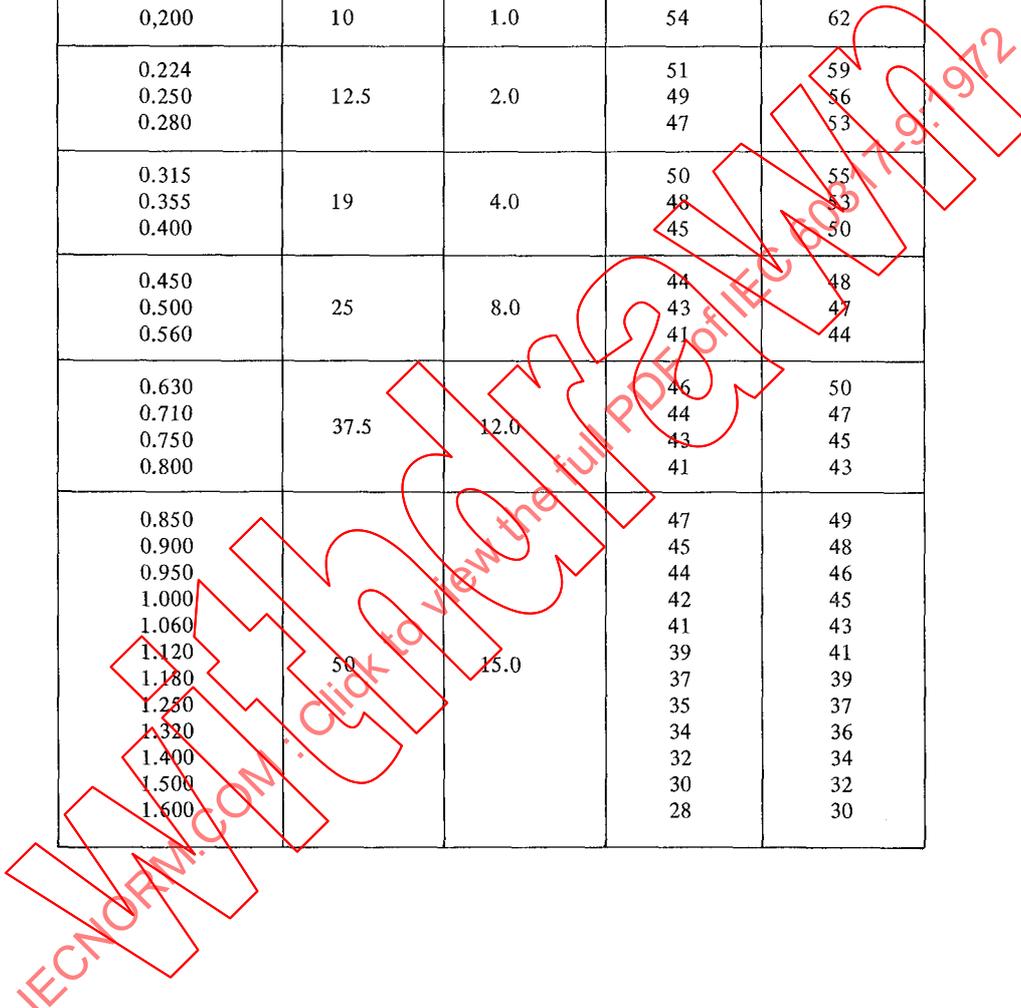
| Diamètre nominal du conducteur mm | Diamètre du mandrin mm | Traction N | Effet de ressort maximal degrés | |
|--|---------------------------|---------------|--|--|
| | | | Grade | |
| | | | 1 | 2 |
| 0.200 | 10 | 1,0 | 54 | 62 |
| 0,224 0,250 0,280 | 12,5 | 2,0 | 51 49 47 | 59 56 53 |
| 0,315 0,355 0,400 | 19 | 4,0 | 50 48 45 | 55 53 50 |
| 0,450 0,500 0,560 | 25 | 8,0 | 44 43 41 | 48 47 44 |
| 0,630 0,710 0,750 0,800 | 37,5 | 12,0 | 46 44 43 41 | 50 47 45 43 |
| 0,850 0,900 0,950 1,000 1,060 1,120 1,180 1,250 1,320 1,400 1,500 1,600 | 50 | 15,0 | 47 45 44 42 41 39 37 35 34 32 30 28 | 49 48 46 45 43 41 39 37 36 34 32 30 |

7. Springiness (nominal conductor diameter from 0.200 mm up to and including 1.600 mm)

When the wire is tested with the appropriate mandrel and tension specified in Table V, it shall not give a spring-back value in excess of that in the table.

TABLE V

| Nominal conductor diameter mm | Mandrel diameter mm | Tension N | Maximum spring-back degrees | |
|--|------------------------|--------------|--|--|
| | | | Grade | |
| | | | 1 | 2 |
| 0,200 | 10 | 1.0 | 54 | 62 |
| 0.224 0.250 0.280 | 12.5 | 2.0 | 51 49 47 | 59 56 53 |
| 0.315 0.355 0.400 | 19 | 4.0 | 50 48 45 | 55 53 50 |
| 0.450 0.500 0.560 | 25 | 8.0 | 44 43 41 | 48 47 44 |
| 0.630 0.710 0.750 0.800 | 37.5 | 12.0 | 46 44 43 41 | 50 47 45 43 |
| 0.850 0.900 0.950 1.000 1.060 1.120 1.180 1.250 1.320 1.400 1.500 1.600 | 50 | 15.0 | 47 45 44 42 41 39 37 35 34 32 30 28 | 49 48 46 45 43 41 39 37 36 34 32 30 |



8. **Souplesse et adhérence**

8.1 *Essai d'enroulement sur mandrin*

Le revêtement ne doit présenter aucune craquelure après enroulement du fil sur un mandrin dont le diamètre est spécifié au tableau VI.

TABLEAU VI

| Diamètre nominal du conducteur mm | | Diamètre du mandrin mm |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Au-dessus de | Jusqu'à et y compris | |
| | 0,250 | 3 d^* |
| 0,250 | 1,600 | d |

* Le fil doit être allongé à 20% ou jusqu'à la rupture du cuivre, la valeur la plus basse étant applicable, avant d'être enroulé sur le mandrin.

8.2 *Essai de traction brusque (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 1,000 mm)*

Le revêtement ne doit présenter ni craquelure ni décollement.

8.3 *Essai de décollement (diamètre nominal du conducteur supérieur à 1,000 mm)*

Le revêtement ne doit présenter aucun décollement après que le fil a été soumis au nombre de tours exigé en fonction de son diamètre.

Ce nombre doit être calculé en divisant 175 par le diamètre nominal, exprimé en millimètres.

Le nombre de tours calculé est arrondi au nombre entier immédiatement inférieur.

9. **Essai de choc thermique**

A une température comprise entre 155 °C et 160 °C:

Le revêtement ne doit présenter aucune craquelure. Le diamètre du mandrin est celui qui est spécifié dans le tableau VII.

TABLEAU VII

| Diamètre nominal du conducteur mm | | Diamètre du mandrin mm |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| Au-dessus de | Jusqu'à et y compris | |
| | 0,250 | 3 d^* |
| 0,250 | 1,600 | d |

* Le fil doit être allongé à 20% ou jusqu'à la rupture du cuivre, la valeur la plus basse étant applicable, avant d'être enroulé sur le mandrin.

8. Flexibility and adherence

8.1 Mandrel winding test

The covering shall show no crack after having been wound on a mandrel with a diameter as specified in Table VI.

TABLE VI

| Nominal conductor diameter mm | | Mandrel diameter mm |
|----------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Over | Up to and including | |
| | 0.250 | 3 d^* |
| 0.250 | 1.600 | d |

* The wire shall be stretched 20% or to the breaking point of the copper, whichever is less, before winding on the mandrel.

8.2 Jerk test (nominal conductor diameter up to and including 1,000 mm)

The covering shall show no crack or loss of adhesion.

8.3 Peel test (nominal conductor diameter over 1,000 mm)

The covering shall show no crack or loss of adhesion, after the wire has been subjected to the number of revolutions required by its diameter.

This number shall be calculated by dividing 175 by the nominal diameter, expressed in millimetres.

Any fraction of a revolution shall be deleted from the calculated value and the resulting number used in the test.

9. Heat shock

At 155 °C to 160 °C:

The covering shall show no crack. The mandrel diameter shall be as specified in Table VII.

TABLE VII

| Nominal conductor diameter mm | | Mandrel diameter mm |
|----------------------------------|------------------------|---------------------------|
| Over | Up to and including | |
| | 0.250 | 3 d^* |
| 0.250 | 1.600 | d |

* The wire shall be stretched 20% or to the breaking point of the copper, whichever is less, before winding on the mandrel.

10. **Essai de thermoplasticité**

Aucun claquage ne doit se produire pendant 2 min à une température de 170 °C.

11. **Résistance à l'abrasion (diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,250 mm et inférieur ou égal à 1,600 mm)**

11.1 *Essai répété d'abrasion*

La moyenne du nombre de cycles ne doit pas être inférieure à 50 et aucune valeur individuelle ne doit être inférieure à 20. La charge appliquée est celle qui figure dans le tableau VIII.

TABLEAU VIII

| Diamètre nominal du conducteur mm | Charge | | Diamètre nominal du conducteur mm | Charge | |
|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | Grade 1 N | Grade 2 N | | Grade 1 N | Grade 2 N |
| 0,250 | 1,6 | 2,0 | 1,060 | 4,7 | 5,9 |
| 0,280 | 1,7 | 2,2 | 1,120 | 4,9 | 6,1 |
| 0,315 | 1,9 | 2,4 | 1,180 | 5,1 | 6,3 |
| 0,355 | 2,1 | 2,7 | 1,250 | 5,3 | 6,6 |
| 0,400 | 2,3 | 2,9 | 1,320 | 5,5 | 6,8 |
| 0,450 | 2,6 | 3,2 | 1,400 | 5,7 | 7,1 |
| 0,500 | 2,7 | 3,4 | 1,500 | 6,0 | 7,4 |
| 0,560 | 3,0 | 3,7 | 1,600 | 6,2 | 7,7 |
| 0,630 | 3,2 | 4,0 | | | |
| 0,710 | 3,5 | 4,4 | | | |
| 0,750 | 3,7 | 4,7 | | | |
| 0,800 | 3,8 | 4,9 | | | |
| 0,850 | 4,0 | 5,1 | | | |
| 0,900 | 4,2 | 5,3 | | | |
| 0,950 | 4,4 | 5,5 | | | |
| 1,000 | 4,5 | 5,7 | | | |

11.2 *Essai d'abrasion unidirectionnelle*

A l'étude. (Le tableau VIII A n'est pas inclus dans cette recommandation.)

12. **Essai aux solvants**

12.1 *Solvant normalisé*

Le revêtement ne doit pas être enlevé par un crayon de dureté « H ».

13. **Tension de claquage**

13.1 Le fil doit répondre aux prescriptions spécifiées au paragraphe 13.3, lorsqu'il est essayé à la température du local.

13.2 Ne s'applique pas. (Le tableau IX n'est pas inclus dans cette recommandation.)

13.3 *Diamètre nominal du conducteur supérieur à 0,200 mm et inférieur ou égal à 1,600 mm*

La tension de claquage ne doit pas être inférieure à celle donnée dans le tableau X. Si l'une des cinq éprouvettes donne une valeur inférieure à celle du tableau, l'essai doit être recommencé sur une deuxième série de cinq éprouvettes. Il ne doit alors se produire aucun claquage.

10. **Cut-through**

No failure shall occur within 2 min at 170 °C.

11. **Resistance to abrasion (nominal conductor diameter from 0.250 mm up to and including 1.600 mm)**

11.1 *Repeated scrape resistance test*

The average of the number of strokes shall not be less than 50 and no individual value shall be less than 20. The load applied shall be as given in Table VIII.

TABLE VIII

| Nominal conductor diameter mm | Load | | Nominal conductor diameter mm | Load | |
|----------------------------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| | Grade 1 N | Grade 2 N | | Grade 1 N | Grade 2 N |
| 0.250 | 1.6 | 2.0 | 1.060 | 4.7 | 5.9 |
| 0.280 | 1.7 | 2.2 | 1.120 | 4.9 | 6.1 |
| 0.315 | 1.9 | 2.4 | 1.180 | 5.1 | 6.3 |
| 0.355 | 2.1 | 2.7 | 1.250 | 5.3 | 6.6 |
| 0.400 | 2.3 | 2.9 | 1.320 | 5.5 | 6.8 |
| 0.450 | 2.6 | 3.2 | 1.400 | 5.7 | 7.1 |
| 0.500 | 2.7 | 3.4 | 1.500 | 6.0 | 7.4 |
| 0.560 | 3.0 | 3.7 | 1.600 | 6.2 | 7.7 |
| 0.630 | 3.2 | 4.0 | | | |
| 0.710 | 3.5 | 4.4 | | | |
| 0.750 | 3.7 | 4.7 | | | |
| 0.800 | 3.8 | 4.9 | | | |
| 0.850 | 4.0 | 5.1 | | | |
| 0.900 | 4.2 | 5.3 | | | |
| 0.950 | 4.4 | 5.5 | | | |
| 1.000 | 4.5 | 5.7 | | | |

11.2 *Unidirectional scrape resistance test*

Under consideration. (Table VIIIA is not included in this recommendation.)

12. **Solvent test**

12.1 *Standard solvent*

With a pencil of hardness "H", the enamel shall not be removed.

13. **Breakdown voltage**

13.1 The wire shall meet the requirements given in Sub-clause 13.3, when tested at room temperature.

13.2 Not applicable. (Table IX is not included in this recommendation.)

13.3 *Nominal conductor diameter over 0.200 mm up to and including 1.600 mm*

The breakdown voltage shall not be less than the values given in Table X. If, however, of the five samples tested, one has a lower value than that of the table, the test shall be repeated with a second series of five samples and no failure shall be accepted.

TABLEAU X

| Diamètre nominal du conducteur mm | | Tension minimale de claquage Volts (valeur efficace) | |
|--------------------------------------|----------------------|---|---------|
| Au-dessus de | Jusqu'à et y compris | Grade 1 | Grade 2 |
| | 0,200 | 900 | 1 700 |
| 0,200 | 0,250 | 1 000 | 2 000 |
| 0,250 | 0,315 | 1 200 | 2 200 |
| 0,315 | 0,400 | 1 400 | 2 400 |
| 0,400 | 0,500 | 1 600 | 2 800 |
| 0,500 | 0,710 | 1 800 | 3 100 |
| 0,710 | 0,850 | 1 900 | 3 500 |
| 0,850 | 0,950 | 2 000 | 3 700 |
| 0,950 | 1,120 | 2 100 | 3 800 |
| 1,120 | 1,320 | 2 200 | 3 900 |
| 1,320 | 1,600 | 2 300 | 4 000 |

13.4 Ne s'applique pas. (Le tableau XI n'est pas inclus dans cette recommandation.)

14. **Continuité de l'isolation (diamètre nominal du conducteur jusqu'à et y compris 0,500 mm)**

Le nombre de défauts par 30 m de fil ne doit pas dépasser la valeur donnée dans le tableau XII.

TABLEAU XII

| Diamètre nominal du conducteur mm | | Nombre maximal de défauts par 30 m | |
|--------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|---------|
| Au-dessus de | Jusqu'à et y compris | Grade 1 | Grade 2 |
| | 0,500 | 15 | 6 |
| 0,500 | | A l'étude | |

15. **Endurance thermique**

A l'étude.

16. **Résistance aux réfrigérants**

16.1 *Extraction par le trichloréthylène ou par le méthanol*

Le pourcentage de matières extraites ne doit pas être supérieur à la valeur donnée dans le tableau XIII.

TABLEAU XIII

| Diamètre nominal du conducteur mm | | Pourcentage de matières extraites |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| Au-dessus de | Jusqu'à et y compris | |
| | 0,500 | 1,5 |
| 0,500 | 1,000 | 1,0 |
| 1,000 | 1,600 | 0,8 |

Le solvant sera choisi en accord entre fournisseur et utilisateur.

TABLE X

| Nominal conductor diameter mm | | Minimum breakdown voltage (r.m.s. value), V | |
|----------------------------------|---------------------|--|---------|
| Over | Up to and including | Grade 1 | Grade 2 |
| | 0.200 | 900 | 1 700 |
| 0.200 | 0.250 | 1 000 | 2 000 |
| 0.250 | 0.315 | 1 200 | 2 200 |
| 0.315 | 0.400 | 1 400 | 2 400 |
| 0.400 | 0.500 | 1 600 | 2 800 |
| 0.500 | 0.710 | 1 800 | 3 100 |
| 0.710 | 0.850 | 1 900 | 3 500 |
| 0.850 | 0.950 | 2 000 | 3 700 |
| 0.950 | 1.120 | 2 100 | 3 800 |
| 1.120 | 1.320 | 2 200 | 3 900 |
| 1.320 | 1.600 | 2 300 | 4 000 |

13.4 Not applicable. (Table XI is not included in this recommendation.)

14. **Continuity of covering (nominal conductor diameter up to and including 0.500 mm)**

The number of faults per 30 m of wire shall not exceed the values given in Table XII.

TABLE XII

| Nominal conductor diameter mm | | Maximum number of faults per 30 m | |
|----------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------|
| Over | Up to and including | Grade 1 | Grade 2 |
| | 0.500 | 15 | 6 |
| 0.500 | | Under consideration | |

15. **Thermal endurance**

Under consideration

16. **Resistance to refrigerants**

16.1 *Extraction with trichloroethylene or with methanol*

The percentage of extractable matter shall not exceed the figures given in Table XIII.

TABLE XIII

| Nominal conductor diameter mm | | Extractable matter percentage |
|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Over | Up to and including | |
| | 0.500 | 1.5 |
| 0.500 | 1.000 | 1.0 |
| 1.000 | 1.600 | 0.8 |

The solvent shall be agreed between user and manufacturer.

16.2 *Extraction par le monochlorodifluorométhane (réfrigérant 22)*

Le pourcentage de matières extraites ne doit pas être supérieur à la valeur donnée dans le tableau XIV.

TABLEAU XIV

| Diamètre nominal du conducteur mm | | Pourcentage de matières extraites |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Au-dessus de | Jusqu'à et y compris | |
| | 0,500 | 1,0 |
| 0,500 | 1,000 | 0,8 |
| 1,000 | 1,600 | 0,6 |

16.3 *Formation de cloques par le monochlorodifluorométhane (réfrigérant 22)*

Cet essai n'est réalisé que sur la base d'un accord entre fournisseur et utilisateur.

Aucune éprouvette ne doit présenter plus de 4 cloques. Les cloques ayant une dimension inférieure à la moitié du diamètre du fil ne seront pas prises en considération quand l'élément d'émail concerné reste solidement attaché au reste de l'émail.

L'adhérence de l'émail après l'essai de formation de cloques est vérifiée en enroulant le fil sur un mandrin $4d$, le fil ne devant alors présenter aucune craquelure.

17. **Essai de soudabilité**

Ne s'applique pas.

18. **Essai d'adhérence par chaleur et par solvant**

Ne s'applique pas.

19. **Tangente de l'angle de pertes diélectriques**

Ne s'applique pas.

20. **Conditionnement**

Le fil doit être enroulé régulièrement et de manière compacte sur des bobines ou dans des fûts d'emballage. Chaque bobine ou fût ne doit pas contenir plus de deux longueurs de fils.

Si une bobine contient plus d'une longueur, une bande de papier doit être insérée entre les couches pour indiquer le début d'une nouvelle longueur de fil. Le papier doit prendre toute la largeur de la bobine.

Si un fût d'emballage contient plus d'une longueur, les deux longueurs doivent être séparées par un col en papier ou par un moyen analogue.

Si une bobine ou un fût d'emballage contient deux longueurs de fils, l'étiquette doit le mentionner.

16.2 *Extraction with monochlorodifluoromethane (refrigerant 22)*

The percentage of extractable matter shall not exceed the figures given in Table XIV

TABLE XIV

| Nominal conductor diameter | | Extractable matter percentage |
|----------------------------|---------------------|-------------------------------|
| mm | | |
| Over | Up to and including | |
| | 0.500 | 1.0 |
| 0.500 | 1.000 | 0.8 |
| 1.000 | 1.600 | 0.6 |

16.3 *Blistering in monochlorodifluoromethane (refrigerant 22)*

This test is made only when agreed between manufacturer and user.

None of the specimens shall show more than 4 blisters. Any blister less than half the diameter of the wire shall be ignored when the piece of enamel affected is still firmly attached to the rest of the enamel.

The adherence of the enamel after the blister test is checked by winding the wire on a mandrel of $4d$; the wire shall then show no cracks.

17. **Solder test**

Not applicable.

18. **Heat and solvent bonding test**

Not applicable.

19. **Dielectric dissipation factor $\tan \delta$**

Not applicable.

20. **Packaging**

The wire shall be wound evenly and compactly on reels or in containers. Each reel or container shall contain no more than two lengths of wire.

If the contents of a reel consist of more than one length, a slip of paper shall be inserted between the layers to indicate the beginning of a fresh length of wire. The paper shall extend across the whole width of the reel.

If the contents of a container consist of more than one length, the two lengths shall be separated by a paper collar or similar means.

If a delivery reel or a container contains two lengths of winding wire, this shall be marked on the label.