

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 251-4

Première édition — First edition

1978

Méthodes d'essai des fils de bobinages

Quatrième partie: Fils de section circulaire isolés avec un revêtement fibreux

Methods of test for winding wires

Part 4: Fibre insulated round wires



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

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

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.), 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 V.E.I. peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects 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**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), 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 I.E.V. will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IEC STANDARD

Publication 251-4

Première édition — First edition

1978

Méthodes d'essai des fils de bobinages

Quatrième partie: Fils de section circulaire isolés avec un revêtement fibreux

Methods of test for winding wires

Part 4: Fibre insulated round wires



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. Dimensions	8
5. Résistance électrique	10
6. Allongement	10
7. Effet de ressort	10
8. Souplesse et adhérence	10
9. Essai de choc thermique	12
10. Essai de thermoplasticité	12
11. Résistance à l'abrasion	12
12. Essai aux solvants	12
13. Tension de claquage	14
14. Continuité de l'isolant	14
15. Endurance thermique	14
16. Essais applicables aux fils utilisés dans les appareils réfrigérants	14
17. Essai de soudabilité	16
18. Essais de thermoadhérence et de solvoadhérence	16
19. Facteur de dissipation électrique ($\tan \delta$)	16
20. Résistance à l'huile de transformateur en présence d'eau	16
21. Perte de masse	16
22. Essai de claquage à haute température	16

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Scope	7
2. Object	7
3. General notes on tests	7
4. Dimensions	9
5. Electrical resistance	11
6. Elongation	11
7. Springiness	11
8. Flexibility and adherence	11
9. Heat shock	13
10. Cut-through test	13
11. Resistance to abrasion	13
12. Solvent test	13
13. Breakdown voltage	15
14. Continuity of covering	15
15. Thermal endurance	15
16. Tests for wires for use in refrigerants	15
17. Solder test	17
18. Heat and solvent bonding tests	17
19. Dielectric loss tangent ($\tan \delta$)	17
20. Resistance to transformer oil in the presence of water	17
21. Loss of mass	17
22. High temperature failure test	17

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODES D'ESSAI DES FILS DE BOBINAGES

Quatrième partie: Fils de section circulaire isolés avec un revêtement fibreux

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 norme 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 Washington en 1970. A la suite de cette réunion, un projet, document 55(Bureau Central)105, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1971.

Des modifications furent discutées lors des réunions tenues à Athènes en 1972 et à Londres en 1974. A la suite de ces réunions, les documents 55(Bureau Central)141 et 55(Bureau Central)174 furent diffusés aux Comités nationaux pour approbation selon la Procédure des Deux Mois en septembre 1974 et août 1975 respectivement.

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

Afrique du Sud (République de)	Israël
Allemagne	Italie
Australie	Japon
Autriche	Norvège
Belgique	Pays-Bas
Bésil	Roumanie
Canada	Royaume-Uni
Corée (République	Suède
démocratique populaire de)	Suisse
Danemark	Tchécoslovaquie
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
Finlande	Socialistes Soviétiques
France	Yougoslavie

La prochaine édition de la Publication 251 paraîtra sous forme de fascicules séparés comprenant chacun un essai ou un petit groupe d'essais.

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

Publications n°s	182: Dimensions de base des fils de bobinage.
	251: Méthodes d'essai des fils de bobinages.
	264: Conditionnement des fils de bobinage.
	317: Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHODS OF TEST FOR WINDING WIRES

Part 4: Fibre insulated round wires

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 recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 55, Winding Wires.

A first draft was discussed at the meeting held in Washington in 1970. As a result of this meeting, a draft, Document 55(Central Office)103, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1971.

Amendments were discussed at the meetings held in Athens in 1972 and in London in 1974. As a result of these meetings, Documents 55(Central Office)141 and 55(Central Office)174 respectively were circulated for approval under the Two Months' Procedure in September 1974 and August 1975.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Korea (Democratic People's Republic of)
Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Brazil	Romania
Canada	South Africa (Republic of)
Czechoslovakia	Spain
Denmark	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia

The next edition of Publication 251 is to be in the form of separate booklets, each containing a test or a small group of tests.

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 182: Basic Dimensions of Winding Wires.
251: Methods of Test for Winding Wires.
264: Packaging of Winding Wires.
317: Specifications for Particular Types of Winding Wires.

MÉTHODES D'ESSAI DES FILS DE BOBINAGES

Quatrième partie: Fils de section circulaire isolés avec un revêtement fibreux

INTRODUCTION

La présente norme 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: Dimensions de base des fils de bobinage).
- 2) Les méthodes d'essai (Publication 251 de la CEI: Méthodes d'essai des fils de bobinages).
- 3) Les spécifications pour des types particuliers de fils (Publication 317 de la CEI: Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage).
- 4) Le conditionnement (Publication 264 de la CEI: Conditionnement des fils de bobinage).

1. Domaine d'application

La présente norme concerne les méthodes d'essai des fils de bobinages de section circulaire isolés avec un revêtement fibreux, imprégné ou non, de diamètre nominal au moins égal à 0,2 mm.

2. Objet

Normaliser des méthodes d'essai et de mesure applicables aux fils de bobinages à section circulaire en vue de déterminer la conformité aux conditions requises pour leurs caractéristiques.

3. Notes générales concernant les essais

Sauf spécification contraire, tous les essais sont effectués à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et une humidité relative de 45% à 75%. Avant exécution des mesures le fil est préconditionné sous ces conditions atmosphériques pendant un temps suffisant pour qu'il atteigne la stabilité.

Le fil* à essayer est 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 produit isolé à l'état de livraison; lorsque le terme *conducteur* est utilisé, il indique le métal nu après enlèvement de l'isolant.

METHODS OF TEST FOR WINDING WIRES

Part 4: Fibre insulated round wires

INTRODUCTION

This standard 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, Basic Dimensions of Winding Wires).
- 2) Methods of test (IEC Publication 251, Methods of Test for Winding Wires).
- 3) Specifications for particular types of wire (IEC Publication 317, Specifications for Particular Types of Winding Wires).
- 4) Packaging (IEC Publication 264, Packaging of Winding Wires).

1. Scope

This standard relates to methods of test for fibre insulated round winding wires, with or without impregnation and with a nominal diameter over and including 0.2 mm.

2. Object

To standardize methods for testing and measuring round winding wires to determine conformity with established performance requirements for their properties.

3. General notes on tests

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 preconditioned under these atmospheric conditions for a time sufficient to allow the wire 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 to 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 insulation.

En cas de divergences entre la feuille de spécification et la présente norme, la feuille de spécification prévaut.

4. Dimensions

4.0 Appareil de mesure

La mesure est effectuée avec une précision supérieure à 2 μm . Si on se sert d'un micromètre, on s'assure que la force, lors de la mesure, est dans la gamme de 0,75 N à 1,25 N. Les touches du micromètre doivent avoir un diamètre de 5 mm à 8 mm.

En variante, pour les fils de diamètre supérieur à 0,5 mm on peut avoir une force de 1 N à 3 N.

4.1 Accroissement de diamètre dû à l'isolant

La différence entre le diamètre extérieur déterminé selon les modalités du paragraphe 4.2, et le diamètre du conducteur déterminé selon les modalités du paragraphe 4.3 sera appelée «Accroissement de diamètre dû à l'isolant».

4.2 Diamètre extérieur du fil

On effectue trois mesures également réparties sur la circonférence du fil en deux points distants de 1 m l'un de l'autre.

La moyenne des six mesures est considérée comme «diamètre extérieur».

4.3 Diamètre du conducteur*

Par un moyen qui n'endommage pas le conducteur, on enlève l'isolant en deux points situés à 1 m l'un de l'autre.

Trois mesures sont effectuées également réparties sur la circonférence du conducteur en ces deux points.

La moyenne des six mesures sur le diamètre nu est considérée comme «diamètre du conducteur».

4.4 Ovalisation du conducteur

L'ovalisation est définie comme étant la plus grande différence entre les diamètres maximal et minimal pour chaque section droite, comme déterminés au paragraphe 4.3.

* Pour la détermination des diamètres, on utilise le procédé de mesure donné dans le tableau suivant:

Diamètre nominal (mm)	Procédé de mesure
$d \leq 1$	Résistance et dimension
$d > 1$	Dimension

In case of inconsistencies between the specification sheet and this standard, the specification sheet shall prevail.

4. Dimensions

4.0 Measuring equipment

This measurement shall be made with an accuracy better than 2 μm . If a micrometer is used, it shall be ensured that the measuring force is in the range of 0.75 N to 1.25 N. The spindle and the anvil of the micrometer shall have a diameter of 5 mm to 8 mm.

Alternatively, for wires over 0.5 mm, a force of 1 N to 3 N may be used.

4.1 Increase in diameter due to insulation

The difference between the over-all diameter, as determined according to Sub-clause 4.2, and the conductor diameter, as determined according to Sub-clause 4.3 shall be reported as “increase in diameter due to insulation”.

4.2 Over-all diameter of the wire

Three measurements shall be made evenly distributed around the circumference of the wire at each of two places 1 m apart.

The mean value of the six results shall be reported as “over-all diameter”.

4.3 Conductor diameter*

The insulation shall be removed at two places 1 m apart by any method that does not damage the conductor.

Three measurements shall be made evenly distributed around the circumference of the conductor at these places.

The mean value of the six results shall be reported as “conductor diameter”.

4.4 Out-of-roundness of the conductor

The out-of-roundness is defined as the greatest difference between the maximum and minimum readings at each cross-section, as determined in Sub-clause 4.3.

* For determination of diameter in specification sheets, the following applies:

Nominal diameter (mm)	Measurement
$d \leq 1$	Resistance and dimension
$d > 1$	Dimension

5. Résistance électrique*

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

Une seule mesure est faite.

Si la résistance est mesurée à une température t autre que 20 °C (R_t), la résistance R_{20} à 20 °C est calculée à l'aide de la formule:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha(t - 20)}$$

où:

t est la température réelle en degrés Celsius pendant la mesure

α est le coefficient de température

- pour le cuivre: $\alpha_{20\text{ °C}} = 3,96 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
- pour l'aluminium: $\alpha_{20\text{ °C}} = 4,07 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
- pour les températures comprises entre 15 °C et 25 °C.

6. Allongement

L'allongement est mesuré sur un appareil d'allongement ou sur une machine d'essai de traction. La longueur libre d'essai doit être comprise entre 200 mm et 250 mm.

La vitesse d'allongement de l'éprouvette doit être de 5 mm/s $\pm$ 20%. L'allongement est exprimé en pourcentage de la longueur libre essayée.

On effectue trois mesures et l'on prend comme valeur d'allongement la moyenne des valeurs obtenues.

7. Effet de ressort

A l'étude.

8. Souplesse et adhérence

8.1 Essai d'enroulement sur mandrin

Une éprouvette est constituée par une longueur de fil enroulée de façon à former dix spires jointives sur un mandrin métallique bien poli dont le diamètre est donné dans la feuille de spécification particulière.

* Pour la détermination des diamètres, on utilise le procédé de mesure donné dans le tableau suivant:

Diamètre nominal (mm)	Procédé de mesure
$d \leq 1$	Résistance et dimension
$d > 1$	Dimension

5. Electrical resistance*

The resistance of the wire shall be expressed as the d.c. resistance at 20 °C. The method used shall provide an accuracy of 0.5%.

One measurement shall be made.

If the resistance is measured at a temperature t other than 20 °C (R_t), the resistance R_{20} at 20 °C shall be calculated by means of the formula:

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha (t - 20)}$$

where:

t is the actual temperature in Celsius degrees during the measurement

α is the temperature coefficient

- for copper: $\alpha_{20^\circ\text{C}} = 3.96 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
- for aluminium: $\alpha_{20^\circ\text{C}} = 4.07 \times 10^{-3} \text{ K}^{-1}$
- for the temperature range from 15 °C to 25 °C

6. Elongation

The elongation shall be measured with an elongation tester or a tensile test machine. The free measuring length shall be between 200 mm and 250 mm.

The wire shall be stretched at a rate of 5 mm/s $\pm$ 20%. The elongation shall be expressed as a percentage of the free measuring length.

Three measurements shall be made and the mean value taken as “elongation”.

7. Springiness

Under consideration.

8. Flexibility and adherence

8.1 Mandrel winding test

A specimen of wire shall be wound for ten contiguous turns round a polished metal mandrel of a diameter given in the relevant specification sheet.

* For determination of diameters in specification sheets, the following applies:

Nominal diameter (mm)	Measurement
$d \leq 1$	Resistance and dimension
$d > 1$	Dimension

La vitesse d'enroulement doit être de 1 tr/s à 3 tr/s, la traction exercée sur le fil étant telle que celui-ci soit maintenu en contact avec le mandrin et que l'enroulement soit effectué sans allongement ni torsion.

L'éprouvette est contrôlée selon les modalités du paragraphe 13.5.

Cinq essais sont effectués.

8.2 *Essai d'allongement*

N'est pas applicable.

8.3 *Essai de traction brusque*

N'est pas applicable.

8.4 *Essai de torsion*

N'est pas applicable.

8.5 *Essai d'adhérence* (seulement pour les fils isolés avec un revêtement fibreux imprégné)

Une éprouvette ayant approximativement 300 mm de long est redressée, par exemple en l'allongeant de 1%.

L'isolant est enlevé, excepté au centre sur une longueur de 100 mm.

L'éprouvette est allongée à l'aide d'un appareil d'allongement ou d'une machine d'essai de traction. La longueur libre doit être comprise entre 200 mm et 250 mm. L'éprouvette est allongée à une vitesse de $5 \text{ mm/s} \pm 20\%$, jusqu'à la valeur requise par la feuille particulière.

On examine la perte d'adhérence, soit que l'isolant glisse le long du conducteur, soit qu'il se détache totalement ou en partie.

Trois essais sont effectués.

9. **Essai de choc thermique**

N'est pas applicable.

10. **Essai de thermoplasticité**

N'est pas applicable.

11. **Résistance à l'abrasion**

11.1 *Fils isolés avec un revêtement fibreux imprégné*

A l'étude.

11.2 *Fils isolés avec un revêtement fibreux non imprégné*

N'est pas applicable.

12. **Essai aux solvants**

A l'étude.

The mandrel shall be rotated at between 1 rev/s and 3 rev/s, the tension of the wire being just sufficient to keep it in contact with the mandrel. Elongation or twisting of the wire shall be avoided.

The specimen shall be tested in accordance with Sub-clause 13.5.

Five tests shall be made.

8.2 *Stretching test*

Not applicable.

8.3 *Jerk test*

Not applicable.

8.4 *Peel test*

Not applicable.

8.5 *Adherence test* (for wires with impregnated fibre insulation only)

A specimen, approximately 300 mm long, shall be straightened, for example by elongating it 1%.

The insulation shall be removed from all but the central 100 mm of the specimen.

The specimen shall be elongated in an elongation tester or a tensile test machine. The free measuring length shall be between 200 mm and 250 mm. The specimen shall be elongated at a rate of 5 mm/s $\pm$ 20% until it has been elongated to the degree required in the relevant specification sheet.

The insulation shall then be examined for loss of adhesion as shown by it being able to slide along the conductor as a whole or being detached in part.

Three tests shall be made.

9. **Heat shock**

Not applicable.

10. **Cut-through test**

Not applicable.

11. **Resistance to abrasion**

11.1 *Wires with impregnated fibre insulation*

Under consideration.

11.2 *Wires with unimpregnated fibre insulation*

Not applicable.

12. **Solvent test**

Under consideration.

13. Tension de claquage

13.1 Tension d'essai

La tension d'essai est une tension alternative d'une fréquence nominale de 50 Hz ou 60 Hz et de forme sensiblement sinusoïdale, le facteur de crête restant dans les limites de $\sqrt{2} \pm 5\%$ (1,34 à 1,48). Le transformateur d'essai a une puissance nominale d'au moins 500 VA et le courant fourni a une forme d'onde pratiquement sinusoïdale dans les conditions d'essai.

Pour détecter un claquage, le dispositif à maximum de courant est réglé pour fonctionner lorsqu'une intensité de 5 mA ou plus passe dans le circuit à haute tension. La tension d'essai doit pouvoir fournir un courant de 5 mA avec une chute de tension maximale de 2%.

La tension, en valeur de crête divisée par $\sqrt{2}$, est appliquée à une valeur nulle, puis élevée à une vitesse constante approximativement de 100 V par seconde jusqu'au claquage. Si le claquage se produit en moins de 5 s, la vitesse de la montée en tension est réduite. Lorsque la tension de claquage est supérieure ou égale à 2 500 V, la vitesse de la montée en tension est approximativement de 500 V par seconde.

13.2, 13.3 et 13.4 Essai de tension de claquage

N'est pas applicable.

13.5 Tension de claquage résiduelle après pliage

On utilise l'éprouvette préparée pour l'essai d'enroulement sur mandrin.

Elle est retirée du mandrin, placée dans un récipient de façon qu'elle soit entourée par 5 mm de grenaille au moins. Les extrémités de l'éprouvette doivent être assez longues pour éviter les contournements.

Le récipient est rempli doucement de grenaille jusqu'à ce que l'éprouvette soit recouverte d'au moins 5 mm de grenaille.

La grenaille métallique ne doit pas avoir plus de 2 mm de diamètre; des billes en acier inoxydable, en nickel ou en acier nickelé conviennent. La grenaille est nettoyée périodiquement à l'aide d'un solvant approprié (par exemple le 1,1,1-trichloroéthane).

La tension d'essai est appliquée entre la grenaille et le conducteur.

On essaie cinq éprouvettes.

14. Continuité de l'isolant

N'est pas applicable.

15. Endurance thermique

N'est pas applicable.

16. Essais applicables aux fils utilisés dans les appareils réfrigérants

N'est pas applicable.

13. Breakdown voltage

13.1 Test voltage

The voltage to be applied shall be an a.c. voltage and have a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz of an approximately sine-wave form, the peak factor being within the limits of $\sqrt{2} \pm 5\%$ (1.34 to 1.48). The test transformer shall have a rated power of at least 500 VA and shall provide a current of essentially undistorted wave form under test conditions.

To detect breakdown, the overcurrent device shall operate when a current of 5 mA or more flows in the high-voltage circuit. The test voltage source shall have a capacity to supply a current of 5 mA with a maximum voltage drop of 2%.

The voltage, expressed as its peak-value divided by $\sqrt{2}$, shall be applied at zero and increased at a uniform rate of approximately 100 V per second until breakdown occurs. In the event of breakdown occurring in less than 5 s, the rate of increase shall be reduced. Where the breakdown voltage is equal to or greater than 2500 V, the rate-of-rise shall be approximately 500 V per second.

13.2, 13.3 and 13.4 Breakdown voltage

Not applicable.

13.5 Retention of electric strength after bending

The specimen prepared for the mandrel winding test shall be used.

It shall be removed from the mandrel, placed in a container and positioned so that it can be surrounded by at least 5 mm of shot. The ends of the specimen shall be sufficiently long to avoid flashover.

The shot shall be poured gently into the container until the specimen is covered by at least 5 mm of shot.

The metal shot shall be not more than 2 mm in diameter; balls of stainless steel, nickel or nickel-plated iron have been found suitable. The shot shall be cleaned periodically with a suitable solvent (e.g. 1,1,1-trichloroethane).

The test voltage shall be applied between the shot and the conductor.

Five specimens shall be tested.

14. Continuity of covering

Not applicable.

15. Thermal endurance

Not applicable.

16. Tests for wires for use in refrigerants

Not applicable.