

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 684-2

Première édition — First edition
1984

Spécification pour gaines isolantes souples

Deuxième partie: Méthodes d'essai

Specification for flexible insulating sleeving

Part 2: Methods of test



© CEI 1984

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, 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**
- **Annuaire de la CEI**
- **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 (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.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, 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 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur les pages 3 et 4 de la couverture, qui énumèrent les 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**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

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.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV 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 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to pages 3 and 4 of the cover, which list 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 684-2

Première édition — First edition
1984

Spécification pour gaines isolantes souples

Deuxième partie: Méthodes d'essai

Specification for flexible insulating sleeving

Part 2: Methods of test



© CEI 1984

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

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	8
PRÉFACE	8
INTRODUCTION	12
Articles	
1. Domaine d'application	12
2. Conditions d'essai	12
3. Mesure du diamètre intérieur et de l'épaisseur de la gaine	12
3.1 Diamètre intérieur	12
3.2 Epaisseur de la gaine	14
3.3 Epaisseurs minimale et maximale de la gaine	14
4. Masse volumique	14
5. Résistance au fendillement après chauffage	14
5.1 Nombre d'éprouvettes	14
5.2 Forme des éprouvettes	14
5.3 Mode opératoire	14
6. Résistance à la chaleur	16
7. Résistance à la chaleur de soudage	16
7.1 Nombre d'éprouvettes	16
7.2 Forme des éprouvettes	16
7.3 Mode opératoire	16
8. Perte de masse au chauffage des gaines en tissu de verre non revêtu	18
8.1 Nombre et masse des éprouvettes	18
8.2 Mode opératoire	18
8.3 Résultats	18
9. Variation de longueur	18
9.1 Nombre d'éprouvettes	18
9.2 Forme des éprouvettes	18
9.3 Mode opératoire	18
9.4 Résultats	18
10. Résistance à la pression sous température élevée	20
10.1 Nombre d'éprouvettes	20
10.2 Forme des éprouvettes	20
10.3 Appareillage	20
10.4 Mode opératoire	20
10.5 Résultats	22
11. Stabilité thermique des gaines en p.c.v.	22
11.1 Principe	22
11.2 Forme des éprouvettes	22
11.3 Mode opératoire	22
12. Teneur en matières volatiles des gaines au silicone	22
12.1 Nombre et masse des éprouvettes	22
12.2 Mode opératoire	22
12.3 Résultats	24
13. Flexion après chauffage	24
13.1 Nombre d'éprouvettes	24
13.2 Forme des éprouvettes	24
13.3 Mode opératoire	24
14. Flexion à basse température	26
14.1 Nombre et forme des éprouvettes	26
14.2 Mode opératoire	26
15. Température de fragilité	26
16. Stabilité dimensionnelle au stockage	26
16.1 Nombre et longueur des éprouvettes	26
16.2 Mode opératoire	26
16.3 Résultats	26

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
PREFACE	9
INTRODUCTION	13
Clause	
1. Scope	13
2. Test conditions	13
3. Measurements of bore and wall thickness	13
3.1 Bore	13
3.2 Wall thickness	15
3.3 Minimum and maximum wall thickness	15
4. Density	15
5. Resistance to splitting after heating	15
5.1 Number of test specimens	15
5.2 Form of test specimen	15
5.3 Procedure	15
6. Resistance to heat	17
7. Resistance to soldering heat	17
7.1 Number of test specimens	17
7.2 Form of test specimen	17
7.3 Procedure	17
8. Loss in mass on heating of uncoated textile glass sleeving	19
8.1 Number and mass of test specimens	19
8.2 Procedure	19
8.3 Result	19
9. Longitudinal change	19
9.1 Number of test specimens	19
9.2 Form of test specimen	19
9.3 Procedure	19
9.4 Result	19
10. Resistance to pressure at elevated temperature	21
10.1 Number of test specimens	21
10.2 Form of test specimen	21
10.3 Apparatus	21
10.4 Procedure	21
10.5 Result	23
11. Thermal stability of p.v.c. sleeving	23
11.1 Principle	23
11.2 Form of test specimen	23
11.3 Procedure	23
12. Volatile content of silicone sleeving	23
12.1 Number and mass of test specimens	23
12.2 Procedure	23
12.3 Result	25
13. Bending after heating	25
13.1 Number of test specimens	25
13.2 Form of test specimen	25
13.3 Procedure	25
14. Bending at low temperature	27
14.1 Number and form of test specimens	27
14.2 Procedure	27
15. Brittleness temperature	27
16. Dimensional stability on storage	27
16.1 Number and length of test specimens	27
16.2 Procedure	27
16.3 Result	27

Articles	Pages
17. Hydrolyse du revêtement	28
17.1 Nombre d'éprouvettes	28
17.2 Forme des éprouvettes	28
17.3 Mode opératoire	28
18. Souplesse	28
18.1 Nombre et longueur des éprouvettes	28
18.2 Conditionnement.	28
18.3 Appareillage.	28
18.4 Température d'essai	30
18.5 Mode opératoire	30
18.6 Résultats	30
19. Résistance à la traction, allongement à la rupture et module sécant à 2% et à 100% d'allongement	30
19.1 Résistance à la traction et allongement à la rupture de la section totale de la gaine	30
19.2 Résistance à la traction et allongement à la rupture des éprouvettes en forme d'haïères.	32
19.3 Résistance à la traction et allongement à la rupture des gaines en tissu de verre non revêtu	34
19.4 Module sécant à 2% d'allongement	34
19.5 Module sécant à 100% d'allongement	36
19.6 Module sécant à 100% d'allongement et à température élevée	36
20. Essai de résistance à l'effilochage	36
20.1 Nombre et longueur des éprouvettes	36
20.2 Mode opératoire	38
20.3 Calcul	38
20.4 Résultats	38
21. Tension disruptive	38
21.1 Conditionnement.	38
21.2 Essai au bain de grenaille	40
21.3 Essai au mandrin rectiligne avec électrode de 25 mm	40
21.4 Essai au mandrin rectiligne avec électrode de 250 mm	40
21.5 Essais pratiqués sur des éprouvettes découpées dans les gaines de grandes dimensions	42
21.6 Application de la tension	42
21.7 Conditions d'essai	42
21.8 Procès-verbal d'essai	44
22. Résistance d'isolement	44
22.1 Conditionnement	44
22.2 Forme des éprouvettes	44
22.3 Mesure de la résistance d'isolement	44
22.4 Conditions d'essai	44
22.5 Résultats	46
23. Résistivité transversale.	46
23.1 Conditionnement	46
23.2 Forme des éprouvettes	46
23.3 Mesure de la résistivité transversale	46
23.4 Conditions d'essai	46
23.5 Résultats	48
24. Permittivité et facteur de dissipation.	48
24.1 Nombre d'éprouvettes	48
24.2 Forme des éprouvettes	48
24.3 Electrodes.	48
24.4 Mode opératoire	50
25. Résistance aux courants de cheminement.	50
26. Essais de propagation de la flamme	50
26.1 Eprouvettes	50
26.2 Source de chaleur	52
26.3 Enceinte et aménagement interne	52
26.4 Mode opératoire	54
26.5 Résultats	54
27. Inflammabilité — Essai à l'indice d'oxygène	54
28. Transparence.	54
29. Essais d'impuretés ioniques	56

Clause	Page
17. Hydrolysis of coating	29
17.1 Number of test specimens	29
17.2 Form of test specimen	29
17.3 Procedure	29
18. Flexibility	29
18.1 Number and length of test specimens	29
18.2 Conditioning	29
18.3 Apparatus	29
18.4 Test temperature	31
18.5 Procedure	31
18.6 Result	31
19. Tensile strength, elongation at break and secant modulus at 2% or 100% elongation.	31
19.1 Tensile strength and elongation at break for full section sleeving	31
19.2 Tensile strength and elongation at break on dumb-bell specimens	33
19.3 Tensile strength and elongation at break of uncoated textile glass sleeving	35
19.4 Secant modulus at 2% elongation	35
19.5 Secant modulus at 100% elongation	37
19.6 Secant modulus at 100% elongation and at elevated temperature	37
20. Fraying resistance test	37
20.1 Number and length of test specimens	37
20.2 Procedure	39
20.3 Calculation	39
20.4 Result	39
21. Breakdown voltage	39
21.1 Conditioning	39
21.2 Shot bath test	41
21.3 Straight mandrel test, 25 mm electrode	41
21.4 Straight mandrel test, 250 mm electrode	41
21.5 Test on cut-out specimens for large size sleeving	43
21.6 Application of voltage	43
21.7 Test conditions	43
21.8 Test report	45
22. Insulation resistance.	45
22.1 Conditioning	45
22.2 Form of test specimen	45
22.3 Measurement of insulation resistance	45
22.4 Test conditions	45
22.5 Result	47
23. Volume resistivity.	47
23.1 Conditioning	47
23.2 Form of test specimen	47
23.3 Measurement of volume resistivity	47
23.4 Test conditions	47
23.5 Result	49
24. Permittivity and dissipation factor.	49
24.1 Number of test specimens	49
24.2 Form of test specimen	49
24.3 Electrodes	49
24.4 Procedure	51
25. Resistance to tracking	51
26. Flame propagation tests	51
26.1 Test specimens	51
26.2 Source of heat	53
26.3 Cabinet and arrangements within it	53
26.4 Procedure	55
26.5 Result	55
27. Flammability — Oxygen index test	55
28. Transparency	55
29. Ionic impurities tests	57

Articles	Pages
30. Essai de tache à l'argent	56
30.1 Nombre et forme des éprouvettes	56
30.2 Nécessaire d'essai à la tache	56
30.3 Mode opératoire	56
30.4 Résultats	56
31. Résistance à la corrosion électrolytique	58
32. Résistance à la corrosion (méthode par traction et allongement)	58
32.1 Nombre et forme des éprouvettes	58
32.2 Mode opératoire	58
32.3 Résultats	58
33. Présence d'agents volatils corrosifs (méthode du miroir de cuivre)	58
33.1 Appareillage	58
33.2 Nombre et forme des éprouvettes	60
33.3 Mode opératoire	60
33.4 Résultats	60
34. Solidité des couleurs à la lumière	62
34.1 Epreuve	62
34.2 Mode opératoire	62
34.3 Résultats	62
35. Résistance à l'ozone	62
35.1 Nombre et longueur des éprouvettes	62
35.2 Mode opératoire	62
35.3 Résultats	62
36. Résistance à certains fluides	64
36.1 Fluide choisi	64
36.2 Méthode d'estimation	64
36.3 Nombre et forme des éprouvettes	64
36.4 Mode opératoire	64
36.5 Résultats	64
37. Endurance thermique	66
FIGURES	68
ANNEXE A — Résistance climatique	80
ANNEXE B — Moisissures	82

Clause	Page
30. Silver staining test	57
30.1 Number and form of test specimens	57
30.2 Stain tester	57
30.3 Procedure	57
30.4 Result	57
31. Electrolytic corrosion resistance.	59
32. Corrosion resistance (tensile and elongation method)	59
32.1 Number and form of test specimens	59
32.2 Procedure	59
32.3 Result	59
33. Presence of corrosive volatiles (copper mirror method)	59
33.1 Apparatus.	59
33.2 Number and form of test specimens	61
33.3 Procedure	61
33.4 Result	61
34. Colour fastness to light	63
34.1 Test specimen	63
34.2 Procedure	63
34.3 Result	63
35. Resistance to ozone	63
35.1 Number and length of test specimens	63
35.2 Procedure	63
35.3 Result	63
36. Resistance to selected fluids	65
36.1 Choice of fluid.	65
36.2 Methods of assessment	65
36.3 Number and form of test specimens	65
36.4 Procedure	65
36.5 Result	65
37. Thermal endurance	67
FIGURES	68
APPENDIX A — Weather resistance.	81
APPENDIX B — Mould growth	83

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATION POUR GAINES ISOLANTES SOUPLES

Deuxième partie: Méthodes d'essai

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 Sous-Comité 15C: Spécifications, du Comité d'Etudes n° 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
15C(BC)138	15C(BC)154 et 154A

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

Publications nos 68-2-10 (1968): Essais fondamentaux et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai J: Moisissures.

68-2-20 (1979): Essai T: Soudure.

93 (1980): Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.

212 (1971): Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides.

216: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques.

243 (1967): Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles.

250 (1969): Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises).

304 (1982): Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences.

426 (1973): Méthodes d'essais pour la détermination de la corrosion électrolytique en présence de matériaux isolants.

587 (1977): Méthode d'essai pour évaluer la résistance au cheminement et à l'érosion des matériaux isolants électriques utilisés dans des conditions ambiantes sévères.

589 (1977): Méthodes d'essai pour la détermination des impuretés ioniques dans les matériaux isolants électriques par extraction par des liquides.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR FLEXIBLE INSULATING SLEEVING

Part 2: Methods of test

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 Sub-Committee 15C: Specifications, of IEC Technical Committee No. 15: Insulating Materials.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
15C(CO)138	15C(CO)154 and 154A

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

The following IEC publications are quoted in this standard:

Publications Nos. 68-2-10 (1968): Basic environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Test J: Mould Growth.

- 68-2-20 (1979): Test T: Soldering.
- 93 (1980): Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.
- 212 (1971): Standard Conditions for Use prior to and during the Testing of Solid Electrical Insulating Materials.
- 216: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials.
- 243 (1967): Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies.
- 250 (1969): Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies Including Metre Wavelengths.
- 304 (1982): Standard Colours for Insulation for Low-frequency Cables and Wires.
- 426 (1973): Test Methods for Determining Electrolytic Corrosion with Insulating Materials.
- 587 (1977): Test Method for Evaluating Resistance to Tracking and Erosion of Electrical Insulating Materials Used under Severe Ambient Conditions.
- 589 (1977): Methods of Test for the Determination of Ionic Impurities in Electrical Insulating Materials by Extraction with Liquids.

Autres publications citées:

Norme ISO 5 (1974):	Photographie — Détermination de la densité optique en lumière diffuse.
Norme ISO 37 (1977):	Caoutchouc vulcanisé — Essai de traction-allongement.
Norme ISO 105/B (1978):	Textiles — Essais de solidité des teintures — Partie B: Solidité des teintures à la lumière et aux intempéries.
Recommandation ISO/R 182 (1970):	Matières plastiques — Détermination de la stabilité thermique par dégagement de chlorure d'hydrogène du polychlorure de vinyle, des copolymères apparentés et des compositions dont ils sont la base.
Norme ISO 974 (1980):	Plastiques — Détermination de la température de fragilité au choc.
Norme ISO 1431/1 (1980):	Caoutchouc vulcanisé — Résistance au craquelage par l'ozone — Partie 1: Essai sous allongement statique.
Projet de Norme internationale ISO/DIS 4589 (1983):	Plastiques — Détermination de l'inflammabilité à l'aide de l'indice d'oxygène.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60684-2:1984

Other publications quoted:

ISO Standard 5 (1974):	Photography — Determination of Diffuse Transmission Density.
ISO Standard 37 (1977):	Rubber, Vulcanized — Determination of Tensile Stress-strain Properties.
ISO Standard 105/B (1978):	Textiles — Tests for Colour Fastness — Part B: Colour Fastness to Light and Weathering.
ISO Recommendation 182 (1970):	Plastics — Determination of the Thermal Stability of Polyvinyl Chloride and related Copolymers and their Compounds by Splitting off of Hydrogen Chloride.
ISO Standard 974 (1980):	Plastics — Determination of the Brittleness Temperature by Impact.
ISO Standard 1431/1 (1980):	Rubber, Vulcanized — Resistance to Ozone Cracking — Part 1: Static Strain Test.
Draft International Standard ISO/DIS 4589 (1983):	Plastics — Determination of Flammability by Oxygen Index.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60684-2:1984

Withhold 2M

SPÉCIFICATION POUR GAINES ISOLANTES SOUPLES

Deuxième partie: Méthodes d'essai

INTRODUCTION

La présente norme fait partie d'une série traitant des gaines isolantes souples à usages électriques. Cette ~~norme~~ ^{série} comporte les trois parties suivantes:

- Première partie: Définitions et prescriptions générales (Publication 684-1 de la CEI);
- Deuxième partie: Méthodes d'essai (Publication 684-2 de la CEI);
- Troisième partie: Spécifications particulières aux types particuliers de gaines (Publication 684-3 de la CEI).

1. Domaine d'application

Cette partie de la norme spécifie les méthodes d'essai applicables aux gaines isolantes souples et aux éléments thermorétractables destinés, à l'origine, à isoler les conducteurs et les raccordements des appareils électriques.

Les essais spécifiés sont conçus pour contrôler la qualité des gaines, mais il reste entendu qu'ils ne permettent pas d'établir entièrement l'aptitude de celles-ci à l'imprégnation ou à l'enrobage, pas plus que leur aptitude à être utilisées avec d'autres procédés spécialisés. S'il y a lieu, il sera nécessaire de compléter les essais spécifiés dans cette partie par des essais appropriés d'imprégnation ou de compatibilité en fonction des cas particuliers.

2. Conditions d'essai

Sauf spécification contraire, tous les essais sont effectués dans les conditions normales selon la Publication 212 de la CEI: Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides, c'est-à-dire à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et à une humidité relative comprise entre 45% et 75%.

Quand une procédure d'essai prescrit le chauffage à température élevée, l'éprouvette doit demeurer pendant la durée prescrite dans une étuve uniformément chauffée.

3. Mesure du diamètre intérieur et de l'épaisseur de la gaine

Les méthodes appropriées sont exposées aux paragraphes 3.1, 3.2 et 3.3.

3.1 Diamètre intérieur

Le diamètre intérieur est déterminé à l'aide d'un calibre cylindrique dont la longueur est d'au moins trois fois le diamètre à mesurer ou encore 20 mm, la longueur la plus grande étant retenue. Le calibre doit pénétrer dans la gaine sans qu'il soit nécessaire d'exercer une poussée anormale. On peut utiliser un lubrifiant pulvérulent pour faciliter la mesure de certains types de gaines.

SPECIFICATION FOR FLEXIBLE INSULATING SLEEVING

Part 2: Methods of test

INTRODUCTION

This standard is one of a series which deals with flexible insulating sleeving for electrical purposes. It consists of three parts:

- Part 1: Definitions and General Requirements (IEC Publication 684-1);
- Part 2: Methods of Test (IEC Publication 684-2);
- Part 3: Specification Requirements for Individual Types of Sleeving (IEC Publication 684-3).

1. Scope

This part of the standard gives methods of test for flexible insulating sleeving, including heat shrinkable sleeving, intended primarily for insulating electrical conductors and connections of electrical apparatus.

The tests specified are designed to control the quality of the sleeving but it is recognized that they do not completely establish the suitability of sleeving for impregnation or encapsulation processes or for other specialized applications. Where necessary, the test requirements in this part will require to be supplemented by appropriate impregnation or compatibility tests to suit the individual circumstances.

2. Test conditions

Unless otherwise specified, all tests shall be made under standard ambient conditions according to IEC Publication 212: Standard Conditions for Use prior to and during the Testing of Solid Electrical Insulating Materials, i.e. at a temperature between 15 °C and 35 °C and a relative humidity between 45% and 75%.

When heating at elevated temperature is specified for a test procedure, the specimen shall be maintained in a uniformly heated oven for the prescribed period.

3. Measurements of bore and wall thickness

Suitable methods are detailed in Sub-clauses 3.1, 3.2 and 3.3.

3.1 Bore

The bore shall be determined with a plug gauge of length at least three times the bore diameter or 20 mm, whichever is the greater. The gauge shall enter the bore without the use of undue pressure. A lubricant in powder form will assist when some types of sleeving are being measured.

Une autre méthode pour mesurer le diamètre intérieur des gaines textiles consiste à utiliser des calibres comme celui de la figure 1, page 68, dont le diamètre C augmente par échelons de 0,01 mm.

Pour déterminer le diamètre intérieur d'une gaine textile, un calibre aux dimensions représentées sur la figure 1 est inséré dans une éprouvette de gaine de longueur supérieure à la cote A . La gaine est tenue verticalement, le calibre étant vers le bas et suffisamment recouvert par la gaine pour qu'il ne soit pas nécessaire d'appuyer sur celle-ci.

Si le calibre tombe librement, on essaie le calibre de diamètre immédiatement supérieur et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on trouve le premier calibre qui ne tombe plus librement.

Le diamètre intérieur de l'éprouvette est le diamètre du plus grand calibre qui tombe encore librement.

3.2 *Épaisseur de la gaine*

Un calibre cylindrique ou un mandrin est inséré dans la gaine; il doit pouvoir pénétrer librement mais sans que son diamètre soit inférieur à 80% du diamètre intérieur de la gaine. La cote hors tout est prise sur la gaine avec un micromètre dont les touches font environ 6 mm de diamètre. Pour effectuer la mesure, la pression exercée par les touches doit être juste suffisante pour plaquer la gaine sur le calibre (mandrin) sur lequel elle est enfilée. Pour les gaines thermorétractables, la mesure est effectuée après reprise sans réduction. L'épaisseur est calculée en prenant la demi-différence entre le diamètre du calibre (mandrin) et la cote hors tout mesurée. Le résultat est l'épaisseur de la gaine.

3.3 *Épaisseurs minimale et maximale de la gaine*

Cette partie n'indique aucune méthode obligatoire pour effectuer ces mesures. Dans le cas des gaines thermorétractables, les mesures seront exécutées après reprise sans réduction.

Note. — Les méthodes de mesure suivantes ont été jugées appropriées: projecteur de profil, comparateur optique, micromètre approprié.

4. **Masse volumique**

On peut utiliser toute méthode assurant une précision de $0,01 \text{ g/cm}^3$ à $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. **Résistance au fendillement après chauffage**

5.1 *Nombre d'éprouvettes*

L'essai porte sur trois éprouvettes.

5.2 *Forme des éprouvettes*

Les éprouvettes sont réalisées en découpant des anneaux dont la hauteur est égale à l'épaisseur de la gaine. Des précautions doivent être prises pour couper nettement la gaine car une coupe imparfaitement exécutée peut affecter les résultats.

5.3 *Mode opératoire*

Les éprouvettes sont essayées sur un mandrin chanfreiné à une extrémité pour entrer dans la gaine. Les éprouvettes sont maintenues pendant $168 \pm 2 \text{ h}$ à la température de $70 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

An alternative method for measurement of the bore of textile sleeveings is to use gauges such as shown in Figure 1, page 68, having the diameter C increasing in steps of 0.01 mm.

To determine the bore of a textile sleeving, a gauge of the dimensions shown in Figure 1 is inserted into a specimen of sleeving longer than dimension A . The sleeving is held vertically with the gauge at the bottom and with the point of support sufficiently above the end of the gauge to avoid pressing the specimen on to it.

If the gauge falls out freely, the gauge with the next larger diameter is tried, and so on until a gauge is found which just fails to fall out freely.

The bore of the specimen is the diameter of the largest gauge to fall out freely.

3.2 *Wall thickness*

A plug gauge or mandrel shall be inserted so that it enters freely but has a diameter not less than 80% of the bore. The overall dimension shall then be measured using a micrometer having flat anvils of approximately 6 mm diameter. In making this measurement, the pressure applied by the micrometer shall be just sufficient to close the sleeving on to the inserted plug gauge or mandrel. For heat shrinkable sleeving, the measurement is made after unrestricted recovery. The wall thickness shall be calculated by halving the difference between the plug gauge or mandrel diameter and the overall dimension. The result shall be reported as the wall thickness.

3.3 *Minimum and maximum wall thickness*

This part does not give mandatory methods for making this measurement. For heat-shrinkable sleeving, the measurement shall be made after unrestricted recovery.

Note. — The following methods of measurement have proved suitable: optical profile projector, optical comparator, a suitable micrometer.

4. **Density**

Any method may be used which can ensure an accuracy of 0.01 g/cm^3 at $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

5. **Resistance to splitting after heating**

5.1 *Number of test specimens*

Three specimens shall be tested.

5.2 *Form of test specimen*

The specimens shall be produced by cutting rings whose cut length equals the wall thickness. Precautions shall be taken to ensure that the cut is clean since imperfections can affect the result.

5.3 *Procedure*

The specimens shall be tested using a mandrel tapered sufficiently at one end to enter the bore. The specimens shall be maintained for a period of $168 \pm 2 \text{ h}$ at a temperature of

ou à la température spécifiée dans la troisième partie, puis refroidies librement à 23 ± 5 °C. Elles sont alors roulées sur le mandrin de manière à les étirer de la valeur du pourcentage du diamètre intérieur nominal spécifié dans la troisième partie. Après avoir laissé les éprouvettes dans cette position pendant 24 ± 1 h à la température de 23 ± 5 °C, on les examine pour rechercher les traces de fendillements éventuels.

6. Résistance à la chaleur

Un morceau d'environ 75 mm de longueur de gaine est chauffé dans une étuve pendant $4 \text{ h} \pm 10 \text{ min}$ à la température spécifiée dans la troisième partie. Revenue librement à température ambiante, la gaine est examinée pour rechercher des traces de coulure, de fendillement, de fusion ou de changement de couleur. En outre, si cela est spécifié dans la troisième partie, l'éprouvette subit un essai d'allongement à la rupture conforme aux prescriptions de l'article 19. Dans ce cas, l'éprouvette soumise à l'essai de résistance à la chaleur aura les dimensions requises pour l'essai d'allongement.

7. Résistance à la chaleur de soudage

7.1 Nombre d'éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes.

7.2 Forme des éprouvettes

On utilise 60 mm de gaine et environ 150 mm de fil de cuivre étamé dont le diamètre permette un ajustement glissant dans la gaine.

Le fil est plié à 90° en son milieu sur un mandrin dont le diamètre est le triple de celui du diamètre intérieur nominal de la gaine.

La gaine est enfilée sur le fil et poussée au-delà du coude de manière à recouvrir une longueur de la partie droite du fil égale à 1,5 fois le diamètre intérieur nominal de la gaine, cette longueur ayant au minimum 1 mm (voir figure 2, page 69). Cette partie droite du fil est en position verticale pendant l'essai; elle est coupée à 20 mm de l'extrémité de la gaine.

La partie du fil destinée à être horizontale pendant l'essai est coupée à l'extrémité de la gaine. Cinq minutes au minimum après avoir recourbé le fil, on applique sur les derniers 6 mm de la partie libre du fil un flux de haute qualité* composé de 25% en masse de colophane dans 75% en masse d'alcool éthylique ou de 2-propanol (isopropanol).

7.3 Mode opératoire

L'essai doit commencer dans les 60 min qui suivent l'application du flux, la gaine étant à la température de 23 ± 5 °C. Le fil est maintenu par sa partie horizontale et à 25 mm au moins du coude. La partie verticale est immergée au centre d'un bain de soudure fondue, sur 6 mm de profondeur; il est utile de marquer le fil préalablement. Le fil est maintenu dans cette position pendant 15 ± 1 s ou pendant la durée spécifiée dans la troisième partie. Les dimensions minimales du bain de soudure sont 25 mm de diamètre et 12 mm de profondeur; il est maintenu à 260 ± 5 °C pendant l'essai. Pour avoir subi l'essai de manière satisfaisante, aucune éprouvette ne doit se fendre ni s'élargir de manière considérable, une légère fusion étant admise (voir figure 3, page 69).

* Uniquement une colophane non activée, d'acidité supérieure ou égale à 155 mg KOH/g. L'annexe C de la Publication 68-2-20 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai T: Soudure, donne la spécification complète.

70 ± 2 °C or another temperature specified in Part 3, and then allowed to cool to 23 ± 5 °C. They shall then be rolled up the mandrel so that they are extended by an amount equal to the percentage of nominal bore diameter specified in Part 3. The specimens shall be kept in that position and at a temperature of 23 ± 5 °C for 24 ± 1 h and then examined for signs of splitting.

6. Resistance to heat

A length of approximately 75 mm of sleeving shall be heated for $4 \text{ h} \pm 10 \text{ min}$ in an oven at the temperature specified in Part 3. The sleeving shall be allowed to cool to room temperature and then examined for any signs of dripping, cracking, flowing or change in colour. In addition, when so specified in Part 3, the specimen shall be tested for elongation at break in accordance with Clause 19. In this case, the specimen subjected to heating shall be of the dimensions required for the test for elongation.

7. Resistance to soldering heat

7.1 Number of test specimens

Three specimens shall be tested.

7.2 Form of test specimen

60 mm of sleeving shall be used and approximately 150 mm of tinned copper wire, of a diameter which permits a sliding fit in the sleeving.

The wire shall be bent through 90° at its middle point round a mandrel of diameter three times the nominal bore of the sleeving.

The sleeving shall be slipped over the wire and worked round the bend so that it covers a length of the straight part of the wire which will be vertical during the test, equal to 1.5 times the nominal bore of the sleeving but with a minimum length of 1 mm (see Figure 2, page 69). The wire shall be cut off on the part to be vertical during the test 20 mm beyond the sleeving.

The wire shall be cut off on the part to be horizontal during the test at the end of the sleeving. Not less than 5 min after the wire has been bent, a high grade flux* consisting of 25% by weight of colophony in 75% by weight of 2-propanol (isopropanol) or of ethyl alcohol shall be applied to the lower 6 mm of the protruding part of the wire.

7.3 Procedure

With the sleeving at a temperature of 23 ± 5 °C, the test shall be started within 60 min of the application of the flux. The horizontal part shall be held at the end remote from the bend and at least 25 mm from the bend. The vertical portion shall be immersed in the centre of a bath of molten solder so that 6 mm of the wire is immersed; a convenient way to achieve this is to mark the wire beforehand. The wire shall be held in this position for 15 ± 1 s or as specified in Part 3. The solder bath shall be not less than 25 mm in diameter and 12 mm deep and the temperature of the solder shall be maintained at 260 ± 5 °C during the test. To pass the test, no specimen shall split or widen considerably, slight melting being permissible (see Figure 3, page 69).

* Non-activated colophony only, the acid value of which shall be not less than 155 mg KOH/g. A full specification is given in Appendix C of IEC Publication 68-2-20: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Test T: Soldering.

8. Perte de masse au chauffage des gaines en tissu de verre non revêtu

8.1 Nombre et masse des éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes ayant chacune une longueur suffisante pour avoir une masse de 5 ± 1 g.

8.2 Mode opératoire

Les éprouvettes sont conditionnées par chauffage à 105 ± 2 °C pendant 1 h, puis mises à refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur. Après avoir été pesées à 0,0002 g près (m_1), elles sont chauffées dans un four ventilé à 600 ± 10 °C pendant 60 min à 75 min. Les éprouvettes sont de nouveau pesées (m_2) après être revenues à température ambiante sous dessiccateur.

8.3 Résultats

La perte de masse en pourcentage de chaque éprouvette est donnée par la formule:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

La perte de masse au chauffage, exprimée en pourcentage, est la valeur médiane des trois mesures, les deux autres étant également consignées.

9. Variation de longueur

9.1 Nombre d'éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes.

9.2 Forme des éprouvettes

L'éprouvette est constituée par une longueur de 100 mm de gaine, coupée proprement et perpendiculairement à son axe longitudinal, mesurée à 0,5 mm près.

9.3 Mode opératoire

L'éprouvette est placée horizontalement sur un matériau qui lui permet de se reprendre librement. Ainsi supportée, elle demeure au four à la température et pendant la durée spécifiées dans la troisième partie.

La longueur est de nouveau mesurée, une fois que la gaine est revenue à la température ambiante.

9.4 Résultats

Pour chaque mesure, le résultat est la variation de longueur exprimée en pourcentage par rapport à la longueur initiale.

Le résultat de l'essai est la valeur médiane des trois mesures, les deux autres valeurs étant également consignées.

8. Loss in mass on heating of uncoated textile glass sleeving

8.1 Number and mass of test specimens

Three specimens shall be tested, each consisting of a sufficient length to provide 5 ± 1 g.

8.2 Procedure

The specimens shall be conditioned by heating at 105 ± 2 °C for 1 h and then allowed to cool in a desiccator to room temperature. They shall then be weighed to the nearest 0.0002 g (m_1) and then heated in a ventilated furnace at 600 ± 10 °C for 60 min to 75 min. After cooling to room temperature in a desiccator, the specimens shall be re-weighed (m_2).

8.3 Result

The percentage loss in mass of each test shall be calculated as:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

The percentage loss in mass on heating is the central value of the three determinations, the other two values are also reported.

9. Longitudinal change

9.1 Number of test specimens

Three specimens shall be tested.

9.2 Form of test specimen

A specimen of sleeving 100 mm long is cut cleanly at right angles to its length and measured to within an accuracy of 0.5 mm.

9.3 Procedure

The specimen shall be supported horizontally on a medium on which it can recover freely. The supported specimen shall be maintained in an oven for the time and temperature specified in Part 3.

The sleeving shall be allowed to cool to room temperature and then re-measured.

9.4 Result

The result of each determination shall be expressed as the percentage change calculated on the original length.

The test result is the central value of the three determinations, the other two values are reported.

10. Résistance à la pression sous température élevée

10.1 Nombre d'éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes.

Il n'est pas effectué moins de 16 h après l'extrusion de la gaine.

10.2 Forme des éprouvettes

L'éprouvette est constituée en fendant la gaine dans sa longueur et en découpant ensuite une portion mesurant environ $10 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ (ou la circonférence totale de la gaine si elle est inférieure à 5 mm), de sorte que la longueur de l'éprouvette soit parallèle au grand axe de la gaine.

10.3 Appareillage

L'appareillage utilisé se compose d'un instrument permettant les mesures à $\pm 0,01 \text{ mm}$ près muni d'une lame d'empreinte rectangulaire de $0,70 \pm 0,01 \text{ mm}$ appliquant une force de $1,2 \pm 0,05 \text{ N}$ à l'éprouvette, sauf spécification contraire de la troisième partie. L'éprouvette est placée sur un mandrin métallique de $6,00 \pm 0,1 \text{ mm}$ de diamètre supporté par un bloc en V. Les caractéristiques essentielles de ce montage sont indiquées à la figure 4, page 70.

L'ensemble est placé dans une étuve ventilée, maintenue à $110 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pendant la durée du chauffage, sauf si la troisième partie spécifie une autre température. Pour réduire les vibrations, on utilise une étuve à convection montée sur des pieds antivibratoires.

10.4 Mode opératoire

L'épaisseur de l'éprouvette est mesurée suivant la méthode exposée au paragraphe 3.2 en remplaçant le calibre inséré dans l'échantillon de gaine par l'éprouvette reposant sur le mandrin. L'épaisseur cherchée est la différence entre le diamètre du mandrin et la cote hors tout.

Avant d'effectuer l'essai, l'ensemble comprenant le mandrin sans l'éprouvette est placé pendant au moins 2 h dans l'étuve portée à $110 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ou à la température spécifiée dans la troisième partie.

La lame d'empreinte levée, l'éprouvette est placée sur le mandrin, sa longueur parallèle à celui-ci, la lame d'empreinte est placée doucement sur la surface de l'éprouvette*.

L'ensemble muni de l'éprouvette demeure dans l'étuve pendant $60 \pm 5 \text{ min}$ à la température spécifiée.

La position de la lame d'empreinte est notée. Enlever l'éprouvette et laisser la lame d'empreinte reposer directement sur le mandrin pour noter de nouveau sa position. Soustraire la différence entre ces deux valeurs de l'épaisseur mesurée à l'origine pour obtenir la valeur de l'écrasement.

La différence entre deux valeurs quelconques de trois mesures effectuées avec la lame reposant sur le mandrin ne doit pas dépasser $0,02 \text{ mm}$.

* Pour les gaines de faible diamètre intérieur, il peut être difficile de manipuler les éprouvettes. Il est recommandé, dans ce cas, d'aplanir celles-ci sous une masse de 1 kg pendant environ 10 min à la température ambiante avant de les placer sur le mandrin.

10. Resistance to pressure at elevated temperature

10.1 Number of test specimens

Three specimens shall be tested.

The tests shall be carried out not less than 16 h after the extrusion of the sleeving.

10.2 Form of test specimen

The test specimen shall be formed by slitting the sleeving along its length and then cutting from the sleeving a section approximately 10 mm × 5 mm (or the full circumference of the sleeving if this is less than 5 mm), so that the long axis of the specimen is parallel to the length of the sleeving.

10.3 Apparatus

The apparatus consists of an instrument capable of measurement to ± 0.01 mm with a rectangular indenter blade with an edge 0.70 ± 0.01 mm which applies a load to the specimen of 1.2 ± 0.05 N, unless otherwise specified in Part 3. The specimen is placed on a metal mandrel 6.00 ± 0.1 mm in diameter which is supported on a V block. The essential features of this arrangement are shown in Figure 4, page 70.

The assembly shall be placed in a uniformly heated air oven maintained at 110 ± 2 °C during the heating period, unless another temperature is specified in Part 3. To minimize vibration a gravity-circulated oven, mounted on suitable damping pads, shall be used.

10.4 Procedure

The wall thickness of the test specimen shall be measured by the method of Sub-clause 3.2, except that the plug gauge and sleeving sample therein shall be replaced by the test specimen resting on the mandrel. The wall thickness shall be the measured difference between the mandrel diameter and the overall dimensions.

The assembly with mandrel but without the test specimen shall be conditioned for at least 2 h before the test in the oven at 110 ± 2 °C, unless another temperature is specified in Part 3.

The indenter blade shall be raised, the test specimen placed on the mandrel with its long axis parallel to the mandrel and the indenter gently lowered on to the surface of the test specimen.*

The assembly and test specimen shall then remain in the oven at the specified temperature for 60 ± 5 min.

The position of the indenter blade shall then be recorded. Remove the specimen, allow the indenter to rest directly on the mandrel and again record the position. Subtract the difference between these two readings from the original measured wall thickness to give the indentation.

Differences between any two of the three values for the position of the indenter resting directly on the mandrel shall be not more than 0.02 mm.

* With small bore sleeves the manipulation of the test specimen may cause difficulty. In such cases it is recommended that the test specimen be flattened under a 1 kg weight for approximately 10 min at room temperature before placing it on the mandrel.

10.5 Résultats

L'écrasement de l'éprouvette est la variation d'épaisseur exprimée en pourcentage par rapport à l'épaisseur initiale.

Le pourcentage d'écrasement est la valeur médiane des trois mesures, les deux autres étant également consignées.

11. Stabilité thermique des gaines en p.c.v.

11.1 Principe

La méthode revient à déterminer la durée de dégagement du chlorure d'hydrogène émis par chauffage du polychlorure de vinyle (p.c.v.), des copolymères apparentés et des compositions dont ils sont la base.

Le dégagement de chlorure d'hydrogène est mis en évidence à l'aide de papier au rouge Congo (méthode A) ou par la variation du pH d'une solution de chlorure de potassium placée dans une cellule de mesure (méthode B).

La méthode A et la méthode B sont conformes aux méthodes indiquées dans la Recommandation ISO/R 182.

11.2 Forme des éprouvettes

Méthode A

Les éprouvettes doivent pouvoir remplir deux tubes à essai spécifiés sur une hauteur de 50 mm, ce qui est obtenu en coupant les gaines en morceaux de 6 mm au maximum et en les fendant si nécessaire. Les morceaux de gaine ne doivent pas être délibérément comprimés dans les tubes à essai.

Méthode B

Pour préparer les éprouvettes, découper des morceaux de gaine d'environ 5 mm² à 6 mm² et en placer 1,0 g dans chaque tube à essai.

11.3 Mode opératoire

L'essai est effectué selon la méthode A ou la méthode B de la Recommandation ISO/R 182. La feuille de spécification correspondante de la troisième partie spécifiera quelle méthode est à utiliser ainsi que la température de l'essai et, dans le cas de la méthode B, si un gaz de balayage autre que l'air doit être utilisé.

12. Teneur en matières volatiles des gaines au silicone

12.1 Nombre et masse des éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes ayant chacune une longueur suffisante pour avoir une masse de 10 ± 1 g.

12.2 Mode opératoire

Les éprouvettes sont pesées à 0,01 g près (m_1), puis chauffées dans une étuve ventilée à 200 ± 3 °C pendant 24 ± 1 h. Une bonne méthode consiste à suspendre les éprouvettes à un fil isolé thermiquement du bâti métallique de l'étuve.

10.5 *Result*

The indentation of the specimen shall be expressed as a percentage of the initial wall thickness.

The percentage indentation shall be taken as the central value of the three determinations, the other two values are also reported.

11. **Thermal stability of p.v.c sleeving**

11.1 *Principle*

This method determines the time taken for hydrogen chloride to be evolved from polyvinyl chloride (p.v.c.), its copolymers or compounds or products based on them, when heated.

The evolution of hydrogen chloride is detected either by the use of Congo red paper (Method A) or by the change in pH of a potassium chloride solution contained in a measuring cell (Method B).

Methods A and B are both in accordance with those contained in ISO Recommendation R 182.

11.2 *Form of test specimen*

Method A

The specimen shall be sufficient to fill two of the specified test tubes to a depth of 50 mm and is formed by cutting the sleeving into pieces of maximum dimension 6 mm, slitting where necessary. The pieces of sleeving shall not be deliberately compacted in the test tubes.

Method B

To prepare specimens, cut pieces of sleeving approximately 5 mm² to 6 mm² in size and weigh 1.0 g into each test tube.

11.3 *Procedure*

The test shall be carried out in accordance with either Method A or Method B of ISO Recommendation R 182. The relevant specification sheet of Part 3 will specify which test is to be used, the test temperature and, in the case of Method B, if a moving gas medium other than air is to be employed.

12. **Volatile content of silicone sleeving**

12.1 *Number and mass of test specimens*

Three specimens shall be tested, each consisting of a sufficient length to provide 10 ± 1 g.

12.2 *Procedure*

The specimens shall be weighed to the nearest 0.01 g (m_1) and then heated in a ventilated oven at 200 ± 3 °C for 24 ± 1 h. A convenient way to achieve this is to suspend the test pieces over a wire that is thermally insulated from the metalwork of the oven.

Les éprouvettes sont pesées une nouvelle fois (m_2) après refroidissement sous dessiccateur.

12.3 Résultats

La perte de masse, exprimée en pourcentage, de chaque éprouvette, est calculée par la formule:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

Le résultat est la valeur médiane des trois mesures, les deux autres étant également consignées.

13. Flexion après chauffage

13.1 Nombre d'éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes de longueur suffisante pour être bobinées sur un mandrin de diamètre spécifié dans la troisième partie pour le type de gaine essayé.

13.2 Forme des éprouvettes

Quand le diamètre intérieur nominal ne dépasse pas 2 mm, on insère dans la gaine un fil à ajustement glissant.

Si le diamètre intérieur nominal est supérieur à 2 mm et ne dépasse pas 15 mm (ou toute autre valeur spécifiée dans la troisième partie pour les types de gaine particuliers), l'éprouvette est remplie d'un matériau approprié (plusieurs fils par exemple) pour éviter l'écrasement de la gaine au bobinage.

Si le diamètre intérieur nominal dépasse 15 mm (ou la valeur spécifiée dans la troisième partie pour les types de gaine particuliers), l'éprouvette consiste en une bande de gaine de 6 mm de large découpée parallèlement à l'axe longitudinal de la gaine.

13.3 Mode opératoire

Remplie comme il est indiqué au paragraphe précédent, l'éprouvette est suspendue pendant 48 ± 1 h dans une étuve ventilée, maintenue à la température spécifiée dans la troisième partie. Une fois retirée de l'étuve, l'éprouvette est laissée revenir d'elle-même à la température ambiante.

L'éprouvette est alors enroulée sans à-coups en une spire complète et jointive sur un mandrin dont le diamètre est donné dans la troisième partie. Pour les bandes découpées, on place la surface intérieure en contact avec le mandrin. La durée du bobinage de la spire ne doit pas dépasser 5 s. L'éprouvette est maintenue dans cette position pendant 5 min.

On recherche alors à l'œil nu, sur l'éprouvette toujours enroulée sur le mandrin, les traces de fendillement, de décollement du revêtement, de séparation des couches ou de variation de couleur.

La troisième partie peut spécifier la recherche des traces de fendillement des gaines dont le diamètre intérieur est inférieur ou égal à 15 mm en faisant appel à l'application d'une tension selon une méthode de l'article 21.

After cooling in a desiccator, the specimens shall be re-weighed (m_2).

12.3 *Result*

The percentage loss in mass of each test specimen shall be calculated as:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

The result is the central value of the three determinations, the other two values are also reported.

13. **Bending after heating**

13.1 *Number of test specimens*

Three specimens shall be tested, each of length sufficient to wind conveniently round a mandrel of the size specified in Part 3 for the sleeving under test.

13.2 *Form of test specimen*

When the nominal bore does not exceed 2 mm, a length of wire which is a sliding fit in the sleeving shall be inserted in the bore of the specimen.

When the nominal bore exceeds 2 mm but does not exceed 15 mm (or other value as specified in Part 3 for a particular type of sleeving), the specimen shall be filled by any suitable means (e.g. a number of wires) to prevent undue collapse of the sleeving during winding.

When the nominal bore exceeds 15 mm (or other value as specified in Part 3 for a particular type of sleeving), the specimen shall consist of a strip of sleeving 6 mm wide cut parallel to the longitudinal axis of the sleeving.

13.3 *Procedure*

The specimen, filled as described in the previous sub-clause, shall be suspended for 48 ± 1 h in a uniformly heated air oven maintained at the temperature specified in Part 3. It shall then be removed from the oven and allowed to cool to room temperature.

It shall then be wound without jerking for one complete turn in a close helix round a mandrel of the diameter specified in Part 3. For cut strips, the inside surface shall be in contact with the mandrel. The time to achieve one complete turn shall be not greater than 5 s. The specimen shall be held in this position for 5 min.

It shall then be visually examined without magnification while still on the mandrel for signs of cracking, detachment of coating, delamination or change of colour.

Detection of cracking in sleeving up to 15 mm bore by application of voltage using a method described in Clause 21 may be specified in Part 3.

14. Flexion à basse température

14.1 Nombre et forme des éprouvettes

Le nombre et la forme des éprouvettes suivent les prescriptions de l'article 13, sauf que, si le diamètre intérieur nominal dépasse 8 mm (au lieu de 15 mm), l'éprouvette se compose alors d'une bande de gaine large de 6 mm découpée parallèlement à son axe longitudinal.

En variante, et sur prescription de la troisième partie, l'essai des gaines de diamètre intérieur nominal inférieur ou égal à 8 mm se fait sans remplissage.

14.2 Mode opératoire

Remplie suivant les indications du paragraphe précédent, l'éprouvette est suspendue pendant 60 ± 10 min dans une enceinte maintenue à la température spécifiée dans la troisième partie. Tandis qu'elle est encore à cette température, l'éprouvette est enroulée sans à-coups en une spire jointive complète sur un mandrin porté à la même température et dont le diamètre est spécifié dans la troisième partie. Pour les bandes découpées, la surface intérieure doit être en contact avec le mandrin. La durée de bobinage de la spire ne doit pas dépasser 5 s. L'éprouvette est maintenue dans cette position, à basse température, pendant 5 min. On la laisse ensuite revenir à la température ambiante.

On recherche alors à l'œil nu, sur l'éprouvette toujours enroulée sur le mandrin, les traces de fendillement, de décollement du vernis et de séparation des couches.

15. Température de fragilité

L'essai est effectué selon la Norme ISO 974 sur des éprouvettes préparées comme suit:

Pour les gaines de diamètre intérieur nominal inférieur ou égal à 4 mm, l'éprouvette est constituée par un morceau de gaine de 40 mm de longueur. Pour les diamètres intérieurs nominaux supérieurs à 4 mm, l'éprouvette mesure 6 mm de largeur sur 40 mm de longueur, la plus grande cote étant prise parallèlement à l'axe longitudinal. Les bandes servant d'éprouvettes sont placées de sorte que le percuteur puisse en frapper le côté convexe.

16. Stabilité dimensionnelle au stockage

(Concerne uniquement les gaines thermorétractables.)

16.1 Nombre et longueur des éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes ayant chacune une longueur d'environ 100 mm.

16.2 Mode opératoire

Le diamètre intérieur de la gaine est mesuré dans l'état élargi de livraison. La gaine est ensuite placée pendant 336 ± 2 h dans une étuve ventilée, maintenue à 40 ± 3 °C. La gaine retirée de l'étuve étant revenue à la température ambiante, on mesure une nouvelle fois son diamètre intérieur.

16.3 Résultats

La stabilité dimensionnelle s'exprime par le pourcentage de variation du diamètre par rapport au diamètre initial; le résultat est la valeur médiane des trois mesures.

14. Bending at low temperature

14.1 Number and form of test specimens

The number and form of test specimens shall be as in Clause 13, except that, when the nominal bore exceeds 8 mm (instead of 15 mm), the specimen shall consist of a strip of sleeving 6 mm wide cut parallel to the longitudinal axis of the sleeving.

Alternatively, where so specified in Part 3, specimens of nominal bore up to and including 8 mm shall be tested unfilled.

14.2 Procedure

The specimen, filled as described in the previous sub-clause, shall be suspended for 60 ± 10 min in a chamber maintained at the temperature specified in Part 3 and, while still at that temperature, shall be wound without jerking for one complete turn in a close helix round a mandrel at the same temperature and having the diameter specified in Part 3. For cut strips, the inside surface shall be in contact with the mandrel. The time to achieve one complete turn shall be not greater than 5 s. The specimen shall be held in this position and at the low temperature for 5 min. It shall then be allowed to regain room temperature.

The specimen shall then be visually examined without magnification while still on the mandrel for signs of cracking, detachment of varnish or delamination.

15. Brittleness temperature

The test is made in accordance with ISO Standard 974 using specimens prepared as follows:

For sleeving of nominal bore up to 4 mm diameter, specimens shall be cut in full section 40 mm long. For sleeving of bore larger than 4 mm, specimens shall be 6 mm wide and 40 mm long, with the longer dimension parallel to the longitudinal axis. The strip specimens shall be mounted so that the hammer strikes the convex side of the specimen.

16. Dimensional stability on storage

(Applicable to heat-shrinkable sleeving only.)

16.1 Number and length of test specimens

Three specimens shall be tested, each approximately 100 mm long.

16.2 Procedure

The internal diameter of the sleeving shall be measured in the expanded state as delivered. The sleeving shall then be stored in a ventilated oven for 336 ± 2 h at a temperature of 40 ± 3 °C. It shall then be removed from the oven, allowed to cool to ambient temperature and the internal diameter re-measured.

16.3 Result

The dimensional stability is expressed as the percentage change in diameter related to the original diameter and the result is the central value of the three determinations.

17. Hydrolyse du revêtement

17.1 Nombre d'éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes.

17.2 Forme des éprouvettes

Chaque éprouvette de gaine est coupée en longueurs de 40 mm à 50 mm, puis enveloppée dans du papier filtre pour former un bouchon qui doit être poussé pour entrer dans un tube à essai de verre borosilicaté mesurant 125 mm × 12 mm*. Si les dimensions de la gaine l'exigent, les éprouvettes sont fendues dans leur longueur de manière à pouvoir être enroulées avant de les faire entrer dans le tube à essai.

L'éprouvette est poussée au fond du tube à essai où l'on ajoute 2 ml d'eau distillée. Un petit morceau de fil de cuivre d'environ 0,6 mm de diamètre est ensuite introduit dans le tube, son extrémité proche de l'éprouvette étant recourbée de façon à former un cercle perpendiculaire à la longueur du fil. La longueur du fil doit permettre de le faire entrer totalement dans le tube scellé. La partie recourbée du fil doit, après retournement du tube, se trouver au-dessus de l'eau et constituer une butée empêchant l'éprouvette de tomber dans l'eau.

L'extrémité du tube à essai est scellée par étirage à la lampe.

17.3 Mode opératoire

Le tube à essai est tenu verticalement, l'extrémité scellée vers le bas; il est maintenu à $100 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 72 ± 1 h.

On consigne tout écoulement du revêtement, toute adhérence entre gaine et papier comme entre morceaux de gaine, ainsi que toute coloration du papier.

18. Souplesse

18.1 Nombre et longueur des éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes ayant chacune une longueur de 150 mm.

18.2 Conditionnement

Les éprouvettes sont laissées à elles-mêmes sur une surface plane pendant environ 24 h à la température de $23 \pm 5^\circ\text{C}$. Par la suite, il convient de manipuler les éprouvettes aussi peu que possible pour éviter d'accroître leur température.

18.3 Appareillage

On utilise un appareil du type représenté à la figure 5, page 71.

Un morceau de fil à coudre**, passé dans la gaine, est fixé au mandrin. L'éprouvette est elle-même fixée au mandrin par une pince à vis comme l'indique la figure 5. Le mandrin peut

* Il est essentiel d'utiliser un tube à essai à paroi « épaisse » pour minimiser les risques d'explosion et de blessures. Il est recommandé à titre de précaution supplémentaire de placer les tubes à essai derrière un écran protégeant l'observateur.

** Un fil à coudre en polytéraphthalate d'éthylène convient; pour les gaines de 0,5 mm de diamètre intérieur, il peut être nécessaire d'exercer une aspiration ou d'employer une aiguille pour passer le fil dans la gaine.

17. Hydrolysis of coating

17.1 Number of test specimens

Three specimens shall be tested.

17.2 Form of test specimen

Each specimen of the sleeving shall be cut into lengths of 40 mm to 50 mm, which shall be wrapped in filter paper to form a bundle of a diameter to give a push fit into a 125 mm × 12 mm borosilicate glass test tube*. Where the size of the sleeving requires it, specimens may be cut along their length to enable them to be rolled up before insertion in the test tube.

The sleeving shall be pushed to the bottom of the test tube, and 2 ml of distilled water added. A short length of copper wire, of approximately 0.6 mm diameter, shall then be inserted, the end nearest to the sleeving being bent into a somewhat circular shape at right angles to the length. The length of wire shall be such that it is totally within the test tube after sealing, with the formed end above the water level when the tube is inverted. The wire acts as a stop to prevent the sleeving from slipping down into the water.

The end of the test tube shall then be sealed. This is done conveniently by drawing it out in a flame.

17.3 Procedure

The test tube shall then be held vertically, with the sealed end downwards, and maintained at 100 ± 2 °C for 72 ± 1 h.

Report any running of the coating, any adherence between sleeving and paper, between the pieces of sleeving, and any sign of discolouration of the paper.

18. Flexibility

18.1 Number and length of test specimens

Three specimens shall be tested, each 150 mm long.

18.2 Conditioning

The test specimen shall be left loose on a flat surface in an ambient temperature of 23 ± 5 °C for approximately 24 h. Thereafter, the specimen should be handled as little as possible to avoid increasing its temperature.

18.3 Apparatus

Apparatus of the type shown in Figure 5, page 71, shall be used.

A length of sewing thread** shall be attached to the mandrel and passed through the sleeving. The specimen shall be attached to the mandrel by a screw clamp as shown in Figure 5.

* It is essential that "heavy" wall thickness test tubes are used for this test to minimize the risk of explosion and injury to personnel. As a further safety precaution, it is recommended that the test tubes are placed behind a screen protecting the observer.

** A polyethylene terephthalate sewing thread is suitable for this purpose; but for 0.5 mm bore sleeving, it may be necessary to use suction or a pull-through to get the thread through the sleeving.

tourner sur 270°. Une masse, spécifiée dans la troisième partie pour le type particulier de gaine essayée et fonction de son diamètre intérieur, est attachée au fil précité.

Le fil qui sort au bas de la gaine passe le long d'une échelle de déviation graduée en millimètres. Utiliser un fil à plomb pour s'assurer que le zéro de l'échelle se trouve bien en dessous du point de tangence au mandrin.

18.4 *Température d'essai*

L'essai est effectué à 23 ± 2 °C, température de la gaine et de l'appareil.

18.5 *Mode opératoire*

On fait tourner le mandrin de manière à amener la pince à vis qui fixe la gaine au-dessus du zéro de l'échelle de déviation. La masse est fixée quand le mandrin est dans cette position. On fait immédiatement tourner le mandrin lentement de 270° de manière qu'il se trouve dans la position représentée à la figure 5, page 71, en 10 s environ*. La déviation est notée 30 ± 5 s après la fin de la rotation. S'il existe une courbure, l'essai est effectué dans le sens de cette courbure et non pas dans le sens inverse. La déviation vraie est obtenue en soustrayant l'épaisseur de la gaine essayée, de la déviation notée.

18.6 *Résultats*

Le résultat est la valeur médiane des trois mesures, les deux autres valeurs étant également consignées.

19. **Résistance à la traction, allongement à la rupture et module sécant à 2% et à 100% d'allongement**

Les feuilles de spécification de la troisième partie peuvent exiger certains des essais suivants en fonction du type de gaine. Dans certains cas, plusieurs de ces essais sont effectués pendant une même opération:

- Résistance à la traction et allongement à la rupture de la section totale de la gaine.
- Résistance à la traction et allongement à la rupture d'éprouvettes en haltères.
- Résistance à la traction et allongement à la rupture des gaines en tissu de verre non revêtu.
- Module sécant à 2% d'allongement.
- Module sécant à 100% d'allongement.
- Module sécant à 100% d'allongement et à température élevée.

Note. — Des mâchoires appropriées sont utilisées pour tous ces essais. Il convient que les éprouvettes soient protégées contre les détériorations par les mâchoires.

19.1 *Résistance à la traction et allongement à la rupture de la section totale de la gaine*

19.1.1 *Nombre d'éprouvettes*

L'essai porte sur cinq éprouvettes.

* Il est peut être nécessaire d'utiliser un guide pour garder la gaine dans le plan vertical.

The mandrel shall be provided with a means of rotating it through 270°. The weight shall be attached to the thread. The weight to be attached is specified in Part 3 for the particular type of sleeving relative to the bore size.

The thread below the sleeving shall pass and almost touch a scale of deflection in millimetres. A plumbline shall be used to ensure that the zero of the scale is directly below the side of the mandrel.

18.4 *Test temperature*

The test shall be made with the sleeving and the apparatus at 23 ± 2 °C.

18.5 *Procedure*

The mandrel shall be rotated so that the screw clamp used to anchor the sleeving is above the zero mark on the deflection scale. The weight shall be applied with the mandrel in this position and the mandrel shall immediately be rotated smoothly through 270°, at such a rate that it reaches the position shown in Figure 5, page 71, in about 10 s*. The deflection shall be recorded 30 ± 5 s after completion of the rotation. If there is any curvature, the test shall be carried out with the curvature and not against it. The true deflection is obtained by subtracting the wall thickness of the sleeving under test from the deflection recorded.

18.6 *Result*

The result is the central value of the three determinations, the other two values are also reported.

19. **Tensile strength, elongation at break and secant modulus at 2% or 100% elongation**

Specification sheets in Part 3 may stipulate some of the following tests according to the type of sleeving. In some cases, more than one of the tests given below can be carried out in the same operation:

- Tensile strength and elongation at break of full section sleeving.
- Tensile strength and elongation at break of dumb bell specimens.
- Tensile strength and elongation at break of uncoated textile glass sleeving.
- Secant modulus at 2% elongation.
- Secant modulus at 100% elongation.
- Secant modulus at 100% elongation and at elevated temperature.

Note. — In all these tests appropriate jaws should be used. Specimens should be protected to avoid failure at the jaws.

19.1 *Tensile strength and elongation at break for full section sleeving*

19.1.1 *Number of test specimens*

Five specimens shall be tested.

* It may be necessary to use a guide to ensure that the sleeving remains in a vertical plane.

19.1.2 *Forme des éprouvettes*

L'éprouvette est constituée par une longueur suffisante de gaine pour en prendre 100 mm entre les mâchoires de la machine d'essai; elle est marquée de deux repères parallèles distants de 50 mm, répartis à peu près également de part et d'autre du milieu des mâchoires. L'agent utilisé pour ce marquage ne doit pas avoir d'effet détériorant sur le matériau et les repères doivent être aussi étroits que possible. L'emploi d'un marqueur à traces parallèles est recommandé.

19.1.3 *Conditionnement*

Sauf spécification contraire de la troisième partie, l'éprouvette est maintenue à la température ambiante de 23 ± 2 °C pendant l'heure qui précède immédiatement l'essai, ou pendant la durée qui permet à l'éprouvette d'atteindre cette température.

19.1.4 *Température d'essai*

L'essai est effectué à la température de 23 ± 2 °C.

19.1.5 *Mode opératoire*

La surface de la section droite de l'éprouvette est calculée à partir des mesures de l'épaisseur de la gaine et de son diamètre intérieur, effectuées selon les prescriptions de l'article 3.

L'éprouvette est montée sur la machine d'essai de traction dans l'axe du sens de traction. Les mâchoires sont éloignées à la vitesse constante dont la valeur est spécifiée dans la troisième partie pour chaque matériau particulier. La plage de travail de la machine d'essai est telle que la charge maximale est appliquée entre 15% et 85% de l'échelle de lecture maximale.

La distance entre les repères au moment de la rupture peut commodément se mesurer au moyen d'une règle graduée légèrement fixée à l'éprouvette ou d'un extensiomètre.

La force maximale doit être mesurée à 2% près. La distance séparant les repères au moment de la rupture doit être mesurée à 2 mm près.

Si l'éprouvette se rompt hors de la plage comprise entre les repères, on ne tient pas compte du résultat et l'on procède à un nouvel essai avec une autre éprouvette.

19.1.6 *Résultats*

La résistance à la traction est calculée à partir de la force maximale et de la surface de la section primitive; le résultat est exprimé en mégapascals (MPa).

L'allongement à la rupture s'exprime en pourcentage de la distance initiale séparant les repères, soit:

$$\text{allongement à la rupture (\%)} = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

où:

L = distance mesurée entre les repères sur l'éprouvette allongée

L_0 = distance initiale entre repères

Le résultat de l'essai de résistance à la traction et d'allongement à la rupture est, pour chacune de ces propriétés, la valeur médiane de cinq mesures. La plus basse et la plus haute des valeurs obtenues sont consignées.

19.2 *Résistance à la traction et allongement à la rupture des éprouvettes en forme d'haltères*

Ces essais sont effectués exactement comme au paragraphe 19.1 avec les exceptions suivantes:

19.1.2 *Form of test specimen*

The test specimen shall be a length of sleeving sufficient to allow 100 mm between the clamps of the testing machine and shall be marked with two parallel reference lines 50 mm apart, approximately mid-way between the jaws. The marking medium shall have no detrimental effect on the material and the marks shall be as narrow as possible. The use of a marker with parallel printing blades is recommended.

19.1.3 *Conditioning*

Unless otherwise specified in Part 3, the test specimen shall be kept at an ambient temperature of 23 ± 2 °C for 1 h immediately before testing, or for a longer time to enable the specimen to reach a temperature of 23 ± 2 °C.

19.1.4 *Test temperature*

The test shall be made at a temperature of 23 ± 2 °C.

19.1.5 *Procedure*

The cross-sectional area of the test specimen shall be calculated from measurements of bore and wall thickness made in accordance with Clause 3.

The specimen shall be mounted in the tensile test machine in axial alignment with the direction of pull. The jaws shall be separated at the uniform rate specified in Part 3 for a particular material. The range of the testing machine shall be such that the maximum load is between 15% and 85% of the maximum scale reading.

The distance between the reference lines at break may conveniently be measured by means of a ruler lightly attached to the specimen or by an extensometer.

The maximum load shall be measured to the nearest 2%. The distance between the reference lines at break shall be measured to within 2 mm.

If the test specimen breaks outside the reference lines the result shall be discarded and a further test made using another specimen.

19.1.6 *Result*

The tensile strength shall be calculated from the maximum load and the original area of cross-section and the result expressed in megapascals (MPa).

The elongation at break shall be expressed as a percentage of the original distance between the reference lines, i.e.:

$$\text{elongation at break (\%)} = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100$$

where:

L = measured distance between the two marks on the stretched specimen

L_0 = the original distance between the marks

For tensile strength and elongation at break the test result is the central value of the five determinations of each property. The highest and lowest values are reported.

19.2 *Tensile strength and elongation at break on dumb-bell specimens*

The test shall be carried out exactly as in Sub-clause 19.1 but with the following changes:

19.2.1 Les éprouvettes sont découpées dans les dimensions et les tolérances indiquées sur la figure 6*, page 72, en prenant leur grand axe dans le sens longitudinal de la gaine. Celle-ci est fendue dans le sens de sa longueur et aplanie sur un matériau légèrement élastique présentant une surface douce (par exemple cuir, caoutchouc ou carton de bonne qualité) qui repose sur une base plane et rigide. L'éprouvette est découpée dans la gaine aplanie, d'un seul coup de presse équipée d'un emporte-pièce de forme et de dimensions appropriées.

19.2.2 La largeur et l'épaisseur de la partie centrale à bords parallèles de l'éprouvette sont mesurées en plusieurs endroits à 0,01 mm près; la section moyenne est ensuite déterminée.

19.2.3 La distance séparant les repères au moment de la rupture doit être mesurée à 2% près.

19.3 *Résistance à la traction et allongement à la rupture des gaines en tissu de verre non revêtu*

Ces essais sont effectués exactement comme au paragraphe 19.1 avec les exceptions suivantes:

19.3.1 La vitesse d'éloignement des mâchoires est de 25 ± 5 mm/min.

19.3.2 La surface de la section est calculée à partir du double de l'épaisseur mesurée selon les prescriptions du paragraphe 3.2 multipliée par la largeur d'un ruban plat préparé comme suit:

La gaine est soumise à une force de traction égale à environ 10% de la charge à la rupture, légèrement pressée par des plaques pour former un ruban. La largeur de celui-ci est facilement mesurée si l'une de ces plaques est munie d'une échelle gravée sur son bord.

19.4 *Module sécant à 2% d'allongement*

Ces essais sont effectués comme au paragraphe 19.1, mais les traits de repère n'ont pas besoin d'être séparés de 50 mm et, en outre:

- 1) On ne procède qu'à trois mesures.
- 2) Pour les gaines de diamètre intérieur important, on découpe des éprouvettes mesurant $10 \pm 0,25$ mm de largeur sur une longueur suffisante pour pouvoir effectuer les mesures spécifiées ci-après avec la précision indiquée.
- 3) Le module sécant est calculé à partir d'une mesure de la force de traction nécessaire pour entraîner un allongement de 2% de la distance entre les repères.
- 4) L'allongement est mesuré au moyen d'un extensomètre à 2% près.
- 5) Il peut être nécessaire d'appliquer une force de traction initiale (F) pour raidir l'éprouvette. Cette force peut atteindre environ 1% de la valeur prévue pour obtenir une contrainte de 2%. En cas d'application de cette traction initiale à l'éprouvette, il convient de noter la valeur donnée alors par l'extensomètre ou de régler le zéro de l'appareil indicateur selon le cas.
- 6) S'il n'est pas pratique d'effectuer l'essai avec la valeur de vitesse d'éloignement des mâchoires qui a servi à l'essai de résistance à la traction, l'essai de détermination du module sécant est effectué avec une vitesse de $0,2 \pm 0,05$ mm/min par millimètre de distance entre repères (soit, par exemple, 50 mm/min pour une distance de 250 mm entre ces repères).

* Le profil indiqué est celui du type 2 de la Norme ISO 37.

19.2.1 Specimens shall be cut to the dimensions and tolerances given in Figure 6*, page 72, with the major axes in the longitudinal direction of the sleeving. The sleeving shall be slit along its length and laid flat on a slightly yielding material having a smooth surface (e.g. leather, rubber or high quality cardboard) on a flat rigid base. The specimen shall be stamped from the sheet of sleeving using a single stroke of a press and a knife edge punch of appropriate form and dimensions.

19.2.2 The width and thickness of the central parallel portion of the specimen shall be measured to the nearest 0.01 mm at several points and the mean cross-sectional area determined.

19.2.3 The distance between the reference lines at break shall be measured to within 2%.

19.3 *Tensile strength and elongation at break of uncoated textile glass sleeving*

The test shall be carried out exactly as in Sub-clause 19.1 but with the following changes:

19.3.1 The rate of separation of jaws shall be 25 ± 5 mm/min.

19.3.2 The cross-sectional area shall be calculated from the product of twice the wall thickness as measured in Sub-clause 3.2 and the width of a flat tape prepared as follows:

The sleeving is held under a tensile stress of about 10% of the breaking stress and lightly pressed between plates to form a tape. The width of this tape can be measured easily if one of the plates has a scale engraved on its edge.

19.4 *Secant modulus at 2% elongation*

The test shall be carried out as in Sub-clause 19.1 except that the reference lines need not be 50 mm apart, and in addition:

- 1) Only three determinations need be made.
- 2) For large bore sleeving, specimens are cut as strips 10 ± 0.25 mm wide of sufficient length to enable the accuracy of measurement specified below.
- 3) The secant modulus shall be calculated from a determination of the tensile stress necessary to produce in the specimen an extension of 2% of the length between reference lines.
- 4) An extensometer shall be used which will measure the extension to within 2% of the extension being measured.
- 5) An initial tensile force (F) may need to be applied to the specimen for the purpose of straightening it. This force may conveniently be approximately 1% of the expected force at 2% strain. With this initial force on the specimen the reading of the indicating device on the extensometer shall be noted or the indicating device be set to zero as appropriate.
- 6) If it is not feasible to carry out the test using the same rate of separation of jaws as in the test for tensile strength then the test for secant modulus shall be carried out separately, using a rate of 0.2 ± 0.05 mm/min for each millimetre between reference lines (e.g. 50 mm/min on a 250 mm length between reference lines).

* The profile given is that of Type 2 of ISO Standard 37.

- 7) La force de traction appliquée est augmentée jusqu'à l'obtention d'un allongement de 2%, indiqué par l'extensomètre, de la distance initiale des repères. On consigne la valeur (F_1) de la force nécessaire pour cet allongement.
- 8) Le module sécant de l'éprouvette considérée se calcule comme suit:

$$\text{module sécant à 2\%} = \frac{F_1 - F}{0,02 A}$$

où:

A = section initiale de l'éprouvette

F_1 = force nécessaire à l'obtention de l'allongement de 2%

F = force appliquée initialement pour raidir l'éprouvette

A s'exprime en millimètres carrés (mm²), F et F_1 s'expriment en newtons (N), ce qui donne un résultat en mégapascals (MPa).

Le module sécant à 2% d'allongement du matériau essayé est la valeur médiane des trois mesures, les deux autres étant également consignées.

19.5 Module sécant à 100% d'allongement

Ces essais sont effectués comme aux paragraphes 19.1 ou 19.2, selon le cas, et en tenant compte des points suivants:

- 1) la force appliquée pour obtenir un allongement de 100% de la distance entre repères est notée,
- 2) le module sécant à 100% d'allongement de l'éprouvette est calculé comme suit:

$$\text{module sécant à 100\%} = \frac{F_2}{A}$$

où:

A = section initiale de l'éprouvette

F_2 = force nécessaire à l'obtention de l'allongement de 100%

A s'exprime en millimètres carrés, F_2 s'exprime en newtons, ce qui donne un résultat en mégapascals.

Le module sécant à 100% d'allongement du matériau essayé est la valeur médiane des trois mesures, les deux autres étant également consignées.

19.6 Module sécant à 100% d'allongement et à température élevée

Ces essais sont effectués selon les prescriptions du paragraphe 19.5 à la température spécifiée dans la troisième partie.

20. Essai de résistance à l'effilochage

Introduction

Les gaines de fibre de verre non revêtues s'effilochent souvent à la suite de manipulations mécaniques ou de coups au niveau de la coupe, par exemple au moment de leur mise en place ou pendant le transport. Cet essai est destiné à estimer la résistance à l'effilochage à partir de la mesure de la dilatation de la coupe après des chocs spécifiés.

20.1 Nombre et longueur des éprouvettes

L'essai porte sur trois éprouvettes constituées par 150 mm de longueur de gaine. Les éprouvettes sont sectionnées avec des ciseaux affûtés (ne pas utiliser de massicot) et en faisant attention à ne pas affecter les fibres extrêmes après sectionnement.

- 7) The force shall be increased until the increase in extension between the reference lines indicated by the extensometer reaches 2% of the distance between the reference lines. The force (F_1) required to produce this extension shall be reported.
- 8) The secant modulus of the specimen shall be calculated as follows:

$$2\% \text{ secant modulus} = \frac{F_1 - F}{0.02 A}$$

where:

A = initial cross-sectional area of the specimen

F_1 = force required to produce a 2% extension

F = force applied to produce the initial (straightening) stress

A is expressed in square millimetres, F and F_1 , are expressed in newtons (N) giving the result in megapascals (MPa).

The secant modulus at 2% elongation of the material under test is the central value of the three results, the other two values are also reported.

19.5 *Secant modulus at 100% elongation*

The test shall be carried out as in Sub-clauses 19.1 or 19.2 as appropriate and in addition:

- 1) the load shall be recorded when the distance between the reference lines is increased by 100%,
- 2) the secant modulus at 100% elongation of the specimen shall be calculated as follows:

$$100\% \text{ secant modulus} = \frac{F_2}{A}$$

where:

A = initial cross-sectional area of the specimen

F_2 = force required to produce a 100% extension

A is expressed in square millimetres, F_2 is expressed in newtons giving the result in megapascals.

The secant modulus at 100% elongation of the material under test is the central value of the three results, the other two values are also reported.

19.6 *Secant modulus at 100% elongation and at elevated temperature*

The test shall be carried out as in Sub-clause 19.5 and at the temperature specified in Part 3.

20. **Fraying resistance test**

Introduction

Fraying of uncoated glass fibre sleeving often occurs as a result of mechanical handling or impact at the cut end of the sleeving, as for example in installation processes or in shipping. This test serves to evaluate the resistance of sleeving to fraying by measuring dilation at the cut end after controlled impacts.

20.1 *Number and length of test specimens*

Three specimens shall be tested, each shall be a 150 mm length of sleeving. Specimens shall be cut using sharp shears (do not guillotine-cut), care being taken to avoid disturbing the end fibres after cutting.

20.2 Mode opératoire

A l'aide d'un projecteur de diapositives, projeter sur un écran une image de la gaine de manière à pouvoir en mesurer le diamètre extérieur avec possibilité de répéter ces mesures sans modifier la valeur obtenue. Mesurer le diamètre extérieur de l'image au centre de l'éprouvette (loin des extrémités). Faire tourner la gaine de 90° et répéter la mesure. Prendre la moyenne de ces mesures et la noter comme d à 0,05 mm près.

Utiliser une tige ronde d'acier de 350 mm de longueur, de diamètre suffisamment réduit par rapport au diamètre intérieur de la gaine pour que cette dernière puisse glisser facilement hors de la tige quand elle est enfilée dessus verticalement.

Glisser l'éprouvette sur la tige en alignant sa coupe supérieure avec l'extrémité supérieure de la tige fixée verticalement (voir figure 7, page 73). Laisser tomber librement l'éprouvette sous l'effet de la pesanteur contre une surface horizontale dure. Répéter cette opération dix fois au total.

Retirer l'éprouvette de la tige en prenant soin de ne pas affecter l'extrémité qui a heurté la surface précitée. Avec le projecteur de diapositives mentionné ci-dessus, mesurer le diamètre de l'extrémité évasée par les impacts. Faire tourner la gaine de 90° et répéter cette mesure. Prendre la moyenne de ces mesures et la noter comme D à 0,05 mm près.

20.3 Calcul

Le pourcentage d'effilochage se calcule de la manière ci-après:

$$\text{pour-cent d'effilochage} = \frac{D - d}{d} \times 100$$

où:

D = diamètre moyen de l'extrémité évasée de l'éprouvette ayant subi les impacts

d = diamètre extérieur moyen de la gaine

20.4 Résultats

La résistance à l'effilochage est la valeur médiane des trois mesures du pourcentage d'effilochage, les deux autres mesures étant également consignées.

21. Tension disruptive

Introduction

Cet article contient quatre méthodes de mesure; trois d'entre elles s'appliquent aux gaines intactes essayées sur un mandrin, tandis que la quatrième fait appel au matériau proprement dit essayé entre des électrodes planes.

Les essais de tension disruptive sont normalement effectués dans l'air, mais si les contournements posent un problème, on peut effectuer les essais dans un liquide isolant approprié.

21.1 Conditionnement

En cas de doute ou de litige, les essais sont effectués sur des éprouvettes conditionnées par exposition pendant 24 h au minimum dans une ambiance à $50 \pm 5\%$ d'humidité relative à la température de $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

20.2 Procedure

Using a slide projector, project an image of the sleeving on to a screen in such a way that the outside diameter of the image can be measured and so that repeat measurements can be made without altering the value obtained. Measure the outside diameter of the image at a central point on the specimen (remote from the ends). Rotate the sleeving through 90° and repeat the measurement. Average the measurements and record as d to the nearest 0.05 mm.

Select a steel rod 350 mm long and of a size sufficiently smaller in diameter than the bore of the sleeving, so as to allow the specimen free vertical fall when mounted thereon.

Slip the specimen on to the rod, with its upper end flush with the upper end of the rod held vertically (see Figure 7, page 73). Allow the specimen to fall freely under the influence of gravity against a hard horizontal surface. Repeat this procedure for a total of ten impacts.

Remove the specimen from the rod, being careful not to disturb the impacted end. Using the slide projector as before, measure the image of the flared diameter of the impacted end. Rotate the sleeving through 90° and repeat the measurement. Average the measurements and record as D to the nearest 0.05 mm.

20.3 Calculation

Calculate the percentage of fray using the following expression:

$$\text{per cent of fray} = \frac{D - d}{d} \times 100$$

where:

D = average diameter of flared end of impacted specimen

d = average outside diameter of sleeving

20.4 Result

The fraying resistance is the central value of the three determinations of percentage of fray. The other two values are also reported.

21. Breakdown voltage

Introduction

Four methods of test are included, three of which use sleeving in full section tested on a mandrel, while the fourth uses slit material tested between flat electrodes.

The breakdown voltage tests are normally made in air, but if flashover becomes a problem, testing in a suitable insulating liquid may be used.

21.1 Conditioning

In case of doubt or dispute, these tests shall be made on specimens which have been conditioned by free exposure for not less than 24 h to an atmosphere of $50 \pm 5\%$ relative humidity at a temperature of $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

21.2 Essai au bain de grenaille

21.2.1 Préparation des gaines

Un morceau d'environ 350 mm de gaine est enfilé sur un conducteur rond pour former l'éprouvette. Pour les gaines de faible diamètre, le conducteur doit rester droit avant de recevoir la gaine, tous deux étant pliés en U après enfilage. Pour les gaines de plus grand diamètre, le conducteur peut être formé en U avant d'enfiler la gaine. Le rayon de courbure du U doit mesurer 25 mm, comme indiqué sur la figure 8, page 74. Le diamètre du conducteur doit être approximativement égal au diamètre intérieur de la gaine (sans être inférieur à 75% de ce dernier). Toutes les bavures doivent être éliminées de la surface du conducteur pour ne pas endommager la gaine.

21.2.2 Récipient

L'éprouvette est placée dans un récipient prévu pour la contenir de manière qu'elle soit immergée dans la grenaille sur 250 mm de sa longueur. Les dimensions du récipient n'ont pas d'importance à condition que cette prescription soit observée. Il est pratique d'utiliser un récipient permettant d'immerger l'éprouvette dans la grenaille par basculement, surtout quand on procède à des essais répétés à température élevée. La figure 8 indique un montage approprié.

21.2.3 Grenaille

Les grains de grenaille doivent avoir 0,75 mm à 2,0 mm de diamètre; ils peuvent être en nickel, en acier inoxydable ou nickelé et toute grenaille dont les grains ont les dimensions requises conviendra, pourvu qu'elle n'endommage pas les gaines et qu'elle forme un milieu conducteur tel que le claquage se produise quand on applique une tension alternative de 20 V entre une électrode insérée dans le milieu du bain de grenaille et les parois du récipient.

21.2.4 Mode opératoire

La grenaille est versée dans le récipient de manière à entourer l'éprouvette autour des 250 mm du milieu de sa longueur et à être répartie entre les côtés du récipient et l'éprouvette. Il est nécessaire de faire attention à ne pas endommager cette dernière.

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

21.3 Essai au mandrin rectiligne avec électrode de 25 mm

21.3.1 Eprouvettes

Les éprouvettes sont constituées par un morceau de gaine de longueur égale ou supérieure à 100 mm.

21.3.2 Electrodes

L'électrode interne est constituée par un mandrin métallique entrant facilement dans la gaine. L'électrode externe est une bande de ruban métallique, large de 25 mm et dont l'épaisseur ne dépasse pas 0,025 mm, enroulée sans forcer autour de la gaine. Le mandrin doit dépasser de chaque extrémité de l'éprouvette et la distance qui sépare l'électrode externe des extrémités de l'éprouvette doit être suffisante pour éviter les contournements.

21.4 Essai au mandrin rectiligne avec électrode de 250 mm

21.4.1 Eprouvettes

Les éprouvettes sont constituées par un morceau de gaine de longueur égale ou supérieure à 300 mm.

21.2 *Shot bath test*

21.2.1 *Preparation of sleeving*

A length of approximately 350 mm of sleeving shall be applied over a round conductor to form the test specimen. For small diameter sleeves, the conductor is straight prior to application of the sleeving and both are then bent together into a U shape. For larger diameter sleeves, the conductor may be shaped into a U before the sleeving is applied. The U shape shall have a radius of 25 mm as shown in Figure 8, page 74. The conductor shall be of diameter approximately that of the bore of the sleeving (and not less than 75% of it). To avoid damage to the sleeving the conductor shall have all burrs removed.

21.2.2 *Container*

The specimen shall be placed in a container designed to hold the specimen so that 250 mm of its length is immersed in shot. The dimensions of the container are unimportant provided this is achieved. It is convenient to use a container designed so that the shot can be poured over the sleeving by tilting the container; this is especially so when carrying out repeated tests at elevated temperature. A convenient arrangement is shown in Figure 8.

21.2.3 *Shot*

The shot shall be 0.75 mm to 2.0 mm in diameter and can be nickel, nickel plated or stainless steel but any shot of the required dimensions is suitable, provided it does not damage the sleeving and provides a conducting medium such that breakdown occurs when a voltage of 20 V a.c. is applied between an electrode inserted in the middle of the shot and the walls of the container.

21.2.4 *Procedure*

The shot shall be poured into the container so that it surrounds the specimen throughout the central 250 mm of its length and separates the specimen from all sides of the container. Care is needed to avoid damage to the specimen by the shot.

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

21.3 *Straight mandrel test, 25 mm electrode*

21.3.1 *Test specimen*

The specimen shall be a length of sleeving not less than 100 mm long.

21.3.2 *Electrodes*

The internal electrode shall be a metal mandrel which fits snugly in the sleeving. The outer electrode shall be a strip of metal foil 25 mm wide and not more than 0.025 mm thick applied snugly round the sleeving. The mandrel shall extend beyond the specimen at each end and the distance between the foil electrode and the end of the specimen shall be sufficient to prevent flashover.

21.4 *Straight mandrel test, 250 mm electrode*

21.4.1 *Test specimen*

The specimen shall be a length of sleeving not less than 300 mm long.

21.4.2 *Electrodes*

L'électrode interne est constituée par un mandrin métallique entrant facilement dans la gaine. L'électrode externe est une bande de ruban métallique, longue de 250 mm et dont l'épaisseur ne dépasse pas 0,025 mm, enroulée sans forcer autour de la gaine. Le mandrin doit dépasser de chaque extrémité de l'éprouvette et la distance qui sépare l'électrode externe des extrémités de l'éprouvette doit être suffisante pour éviter les contournements.

21.5 *Essais pratiqués sur des éprouvettes découpées dans les gaines de grandes dimensions*

21.5.1 *Eprouvettes*

Les éprouvettes sont constituées par une bande de dimensions suffisantes pour éviter les contournements.

21.5.2 *Electrodes*

Les électrodes sont constituées par deux tiges métalliques rondes de 6 mm de diamètre, montées verticalement dans le prolongement l'une de l'autre de sorte que l'éprouvette puisse être placée entre leurs extrémités sectionnées perpendiculairement à leur axe, ces axes étant confondus. Le tour de ces sections terminales est douci pour obtenir approximativement un rayon de 1 mm. La masse de l'électrode supérieure doit être de 50 ± 2 g.

21.6 *Application de la tension*

La tension d'essai est conforme aux prescriptions de la Publication 243 de la CEI: Méthodes d'essai recommandées pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides aux fréquences industrielles; on l'applique en l'augmentant à la vitesse spécifiée dans la troisième partie.

21.7 *Conditions d'essai*

21.7.1 *Nombre d'éprouvettes*

Pour les méthodes des paragraphes 21.2, 21.4 et 21.5, l'essai porte sur trois éprouvettes.

Pour la méthode du paragraphe 21.3, l'essai porte sur neuf éprouvettes.

21.7.2 *Essais à la température du local*

On effectue les essais sur le nombre approprié d'éprouvettes préparées. La tension est appliquée suivant les indications du paragraphe 21.6.

21.7.3 *Essais à température élevée*

On effectue les essais sur le nombre approprié d'éprouvettes préparées. Eprouvettes, bain de grenaille (méthode du paragraphe 21.2) et électrodes sont placés en étuve, le tout étant maintenu pendant 60 ± 5 min à la température spécifiée dans la troisième partie. L'éprouvette étant maintenue à la température spécifiée, la tension est appliquée suivant les indications du paragraphe 21.6.

21.7.4 *Essais après conditionnement de chaleur humide*

Choisir une longueur appropriée de gaine, élever préalablement sa température à une valeur comprise entre 40 °C et 45° C puis l'exposer pendant quatre jours aux conditions spécifiées dans la Publication 212 de la CEI pour les essais de chaleur humide, soit 96 h à 40 °C sous 93% d'humidité relative.

21.4.2 *Electrodes*

The internal electrode shall be a metal mandrel which fits snugly in the sleeving. The outer electrode shall be 250 mm long, formed from a strip of metal foil not more than 0.025 mm thick, applied snugly round the sleeving. The mandrel shall extend beyond the specimen at each end and the distance between the foil electrode and the end of the specimen shall be sufficient to prevent flashover.

21.5 *Test on cut-out specimens for large size sleeving*

21.5.1 *Test specimen*

The specimen shall be a strip of sleeving of sufficient size to prevent flashover.

21.5.2 *Electrodes*

The electrodes shall be two metal rods, each 6 mm in diameter, mounted vertically one above the other, so that the specimen is held between the faces of the squared ends of the rods. The upper and lower electrodes are to be coaxial. The sharp edges of the squared ends shall be removed to give a radius of approximately 1 mm. The upper electrode shall weigh 50 ± 2 g.

21.6 *Application of voltage*

The voltage used shall be in accordance with IEC Publication 243: Recommended Methods of Test for Electric Strength of Solid Insulating Materials at Power Frequencies, and be applied at a rate of increase specified in Part 3.

21.7 *Test conditions*

21.7.1 *Number of test specimens*

For the methods in Sub-clauses 21.2, 21.4 and 21.5, three specimens shall be tested.

For the method in Sub-clause 21.3, nine specimens shall be tested.

21.7.2 *Tests at room temperature*

The appropriate number of prepared specimens shall be tested. The voltage shall be applied as in Sub-clause 21.6.

21.7.3 *Tests at elevated temperature*

The appropriate number of prepared specimens shall be tested. The specimens, shot (method of Sub-clause 21.2) and electrodes shall be placed in an oven and maintained at the temperature specified in Part 3 for 60 ± 5 min. The voltage shall be applied as in Sub-clause 21.6 while the specimen is at the specified temperature.

21.7.4 *Tests after damp heat*

Select an appropriate length of sleeving, pre-heat to 40 °C to 45 °C and then expose for four days to the “damp-warm” conditions specified in IEC Publication 212 i.e. 96 h at 40 °C and 93% relative humidity.

Sortir la gaine de l'enceinte de conditionnement, la laisser refroidir à température ambiante dans une atmosphère à 75% d'humidité relative, puis préparer les éprouvettes et les essayer comme prescrit au paragraphe 21.7.2 entre 1 h et 2 h après la sortie de l'enceinte.

21.8 *Procès-verbal d'essai*

La tension disruptive pour chaque ensemble spécifié de conditions d'essai est la valeur médiane obtenue aux essais effectués dans ces conditions. Les valeurs, la plus basse et la plus élevée, sont consignées au procès-verbal.

22. **Résistance d'isolement**

22.1 *Conditionnement*

En cas de doute ou de litige, les essais sont effectués sur des éprouvettes conditionnées par exposition pendant 24 h au minimum dans une ambiance à $50 \pm 5\%$ d'humidité relative à la température de 23 ± 2 °C.

22.2 *Forme des éprouvettes*

Un morceau de tube ou de fil de cuivre à ajustement glissant est inséré dans un échantillon de gaine. Trois morceaux de feuille métallique* mesurant chacun 25 ± 1 mm de largeur sont roulés autour de l'éprouvette en plaçant l'un au milieu et les deux autres près des extrémités de l'éprouvette en laissant nues deux portions de gaine de 50 ± 1 mm de longueur, comme l'indique la figure 9, page 75. Les deux enroulements de ruban métallique extrêmes sont reliés électriquement au tube ou fil inséré dans la gaine; ils sont mis à la terre pendant l'essai. Les fils de liaison sont connectés comme l'indique la figure 9.

22.3 *Mesure de la résistance d'isolement*

Une tension continue de 500 ± 15 V est appliquée à chaque éprouvette entre le ruban métallique central et les rubans métalliques extrêmes. La résistance d'isolement est mesurée entre 1 min et 3 min après application de cette tension.

22.4 *Conditions d'essai*

22.4.1 *Nombre d'éprouvettes*

Trois éprouvettes sont essayées dans chacune des conditions ci-après.

22.4.2 *Essais à température du local*

Les éprouvettes préparées ainsi qu'il est indiqué au paragraphe 22.2, la résistance d'isolement est mesurée à 23 ± 2 °C sous $50 \pm 5\%$ d'humidité relative selon les prescriptions du paragraphe 22.3.

22.4.3 *Essais à température élevée*

Les éprouvettes sont préparées ainsi qu'il est indiqué au paragraphe 22.2. Elles sont ensuite placées dans une étuve où elles sont maintenues à la température spécifiée dans la troisième partie pendant 60 ± 5 min. La résistance d'isolement est mesurée conformément aux dispositions du paragraphe 22.3, l'éprouvette étant toujours à la température spécifiée.

* Comme variante autorisée, on peut utiliser une peinture métallique à haute conductivité à condition que la gaine ne soit pas affectée par le solvant de cette peinture.

Remove the sleeving from the conditioning chamber, and allow to cool to room temperature in an atmosphere of 75% relative humidity, then prepare and test the specimens as described in Sub-clause 21.7.2 within 1 h to 2 h of removal.

21.8 *Test report*

The breakdown voltage for each specified testing condition is the central value of the test results for tests under that condition. The highest and lowest values are also reported.

22. **Insulation resistance**

22.1 *Conditioning*

In case of doubt or dispute, the tests shall be made on specimens which have been conditioned by free exposure for not less than 24 h to an atmosphere of $50 \pm 5\%$ relative humidity at a temperature of $23 \pm 2^\circ\text{C}$.

22.2 *Form of test specimen*

A piece of copper wire or tube which is a sliding fit shall be inserted in a sample of the sleeving. Three pieces of metal foil*, each 25 ± 1 mm wide, shall be wrapped round the specimen, one in the middle and one near each end so that two lengths of sleeving, each 50 ± 1 mm long, are left uncovered, as shown in Figure 9, page 75. The two wrappings of metal foil, near to the ends of the specimen, shall be connected to the inserted wire or tube and earthed during the test. Connecting leads shall be attached as shown in Figure 9.

22.3 *Measurement of insulation resistance*

A voltage of 500 ± 15 V d.c. shall be applied to each specimen between the central and outer metal foils. The insulation resistance shall be measured not less than 1 min or more than 3 min after the application of the voltage.

22.4 *Test conditions*

22.4.1 *Number of test specimens*

For each of the conditions given below, three specimens shall be tested.

22.4.2 *Tests at room temperature*

Specimens shall be prepared as in Sub-clause 22.2 and the insulation resistance measured in accordance with Sub-clause 22.3 at $23 \pm 2^\circ\text{C}$ and $50 \pm 5\%$ relative humidity.

22.4.3 *Tests at elevated temperature*

Specimens shall be prepared as in Sub-clause 22.2. They shall then be placed in an oven and maintained at the temperature specified in Part 3 for 60 ± 5 min. The insulation resistance shall be measured in accordance with Sub-clause 22.3, while the specimen is still maintained at the specified temperature.

* A high conductivity metal paint is a permitted alternative, provided the sleeving is not affected by the solvent in the paint.

22.4.4 Essais après exposition à la chaleur humide

Les éprouvettes sont préparées ainsi qu'il est indiqué au paragraphe 22.2. Elles sont ensuite soumises, pendant quatre jours, aux conditions de chaleur humide spécifiées dans la Publication 212 de la CEI (40 °C/93% d'humidité relative) et essayées dans ces conditions.

22.5 Résultats

Pour chacune des conditions spécifiées, le résultat est la valeur médiane des trois mesures, les deux autres étant également consignées.

23. Résistivité transversale

23.1 Conditionnement

En cas de doute ou de litige, les essais sont effectués sur des éprouvettes conditionnées par exposition pendant 24 h au minimum dans une ambiance de $50 \pm 5\%$ d'humidité relative à la température de 23 ± 2 °C.

23.2 Forme des éprouvettes

Une éprouvette de gaine de 250 mm de longueur est enfilée sur un morceau de tube de cuivre ou un paquet de fils de cuivre (constituant l'électrode interne) dont le diamètre est inférieur à celui de la gaine dans le rapport spécifié dans la troisième partie.

L'électrode externe, mesurant 200 mm de longueur, est réalisée en enduisant l'extérieur de la gaine d'une peinture métallique de conductivité élevée. Des anneaux de garde doivent être placés à chaque extrémité de l'éprouvette conformément aux prescriptions de la Publication 93 de la CEI: Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.

23.3 Mesure de la résistivité transversale

La résistance est mesurée conformément aux prescriptions de la Publication 93 de la CEI sous une tension continue de 500 ± 15 V, avec une durée d'électrisation de 1 min.

La résistivité volumique ρ (en ohms mètres ($\Omega \cdot m$)) est calculée d'après la formule suivante:

$$\rho = 1,257 R / \ln \frac{d + 2s}{d} = 0,546 R / \lg \frac{d + 2s}{d}$$

où:

R = résistance mesurée en ohms
 d = diamètre intérieur de la gaine
 s = épaisseur de la gaine
 $\ln$ = logarithme naturel
 $\lg$ = logarithme décimal ($\log_{10}$)

23.4 Conditions d'essai

23.4.1 Nombre d'éprouvettes

L'essai porte sur cinq éprouvettes pour chacune des conditions ci-après.

22.4.4 Tests after subjection to damp heat conditions

Specimens shall be prepared as in Sub-clause 22.2. They shall then be subjected to four days of damp-warm (40 °C/93% relative humidity) as specified in IEC Publication 212 and tested under those conditions.

22.5 Result

The result for each of the conditions specified is the central value of the three determinations, the other two values are also reported.

23. Volume resistivity

23.1 Conditioning

In case of doubt or dispute, the tests shall be made on specimens which have been conditioned by free exposure for not less than 24 h to an atmosphere of $50 \pm 5\%$ relative humidity at a temperature of 23 ± 2 °C.

23.2 Form of test specimen

A specimen of sleeving 250 mm long shall be threaded over a copper rod or wires (the inner electrode) the diameter of which shall be smaller than the bore of the sleeving by the amount specified in Part 3.

The outer electrode shall be 200 mm long and of high conductivity metal paint applied to the outside of the sleeving. Guard rings shall be added at each end of the specimen according to the principles of IEC Publication 93: Methods of Test for Volume Resistivity and Surface Resistivity of Solid Electrical Insulating Materials.

23.3 Measurement of volume resistivity

The resistance shall be measured in accordance with IEC Publication 93 using 500 ± 15 V d.c. and an electrification time of 1 min.

The volume resistivity ρ (in ohm metre ($\Omega \cdot m$)) shall be calculated according to the following formula:

$$\rho = 1.257 R / \ln \frac{d + 2s}{d} = 0.546 R / \lg \frac{d + 2s}{d}$$

where:

R = measured resistance in ohms

d = inner diameter of the sleeving

s = wall thickness of the sleeving

$\ln$ = natural logarithm

$\lg$ = common (Briggsian) logarithm ($\log_{10}$)

23.4 Test conditions

23.4.1 Number of test specimens

For each of the conditions given below, five specimens shall be tested.

23.4.2 *Essais à température du local*

Les éprouvettes sont préparées ainsi qu'il est indiqué au paragraphe 23.2; la résistivité volumique est mesurée à 23 ± 2 °C sous 50 ± 5 % d'humidité relative selon les prescriptions du paragraphe 23.3.

23.4.3 *Essais à température élevée*

Préparées ainsi qu'il est indiqué au paragraphe 23.2, les éprouvettes sont placées dans une étuve et maintenues pendant 60 ± 5 min à la température spécifiée dans la troisième partie. La résistivité transversale est mesurée conformément aux prescriptions du paragraphe 23.3 alors que l'éprouvette est toujours à la température spécifiée.

23.4.4 *Essais après conditionnement de chaleur humide*

Les éprouvettes sont préparées ainsi qu'il est indiqué au paragraphe 23.2. Elles sont ensuite soumises, pendant quatre jours, aux conditions de chaleur humide spécifiées dans la Publication 212 de la CEI (40 °C/93% d'humidité relative) et essayées dans ces conditions.

23.5 *Résultats*

Pour chacune des conditions spécifiées, le résultat est la valeur médiane des cinq mesures, les valeurs la plus basse et la plus haute étant consignées.

24. **Permittivité et facteur de dissipation**

24.1 *Nombre d'éprouvettes*

Les essais portent sur une éprouvette.

24.2 *Forme des éprouvettes*

L'éprouvette est constituée par un morceau de gaine de longueur suffisante pour convenir aux électrodes spécifiées ci-dessous. Les gaines thermorétractables sont rétreintes sur le mandrin qui constitue l'électrode interne en suivant les instructions du fournisseur. Avant de le faire, on mesure le diamètre d_1 du mandrin en prenant la moyenne de dix mesures effectuées chacune à 0,01 mm près. Ces mesures sont prises en des points uniformément répartis sur la longueur et sur la circonférence du mandrin.

24.3 *Electrodes*

L'électrode interne est constituée par un mandrin métallique assurant un bon contact avec l'intérieur de la gaine; dans le cas des gaines thermorétractables, le diamètre du mandrin est égal au diamètre maximal rétreint de la gaine. L'électrode externe est constituée, comme les anneaux de garde, par des bandes de ruban métallique ou de peinture conductrice appropriée. Si l'on utilise du ruban métallique, il doit être appliqué à l'éprouvette en utilisant le moins possible de graisse ou de liquide à faibles pertes. Les anneaux de garde, mesurant 25 mm de largeur, sont placés aux deux extrémités de la gaine avec environ 1,5 mm de distance d'isolement par rapport à l'électrode externe. On choisit une longueur d'électrode externe telle que la capacité puisse être mesurée dans la plage de sensibilité optimale du pont de mesure. L'électrode interne doit s'étendre au moins aussi loin que les bords extérieurs des anneaux de garde.

23.4.2 *Tests at room temperature*

Specimens shall be prepared as in Sub-clause 23.2 and the volume resistivity measured in accordance with Sub-clause 23.3 at 23 ± 2 °C and $50 \pm 5\%$ relative humidity.

23.4.3 *Tests at elevated temperature*

Specimens shall be prepared as in Sub-clause 23.2. They shall then be placed in an oven and maintained at the temperature specified in Part 3 for 60 ± 5 min. The volume resistivity shall be measured in accordance with Sub-clause 23.3 while the specimen is still maintained at the specified temperature.

23.4.4 *Tests after subjection to damp heat conditions*

Specimens shall be prepared as in Sub-clause 23.2. They shall then be subjected to four days of damp-warm (40 °C/ 93% relative humidity) as specified in IEC Publication 212 and tested under those conditions.

23.5 *Result*

The result for each of the conditions specified is the central value of the five determinations, the highest and lowest values are also reported.

24. **Permittivity and dissipation factor**

24.1 *Number of test specimens*

One specimen shall be tested.

24.2 *Form of test specimen*

The specimen shall be a length of sleeving sufficient to accommodate the electrodes specified herein. Heat shrinkable sleeving shall be shrunk on to the mandrel forming the inner electrode according to the directions of the supplier. Before this is done the diameter of the mandrel d_1 shall be determined to the nearest 0.01 mm as the mean of ten measurements made at points uniformly distributed along the length and around the circumference of the mandrel.

24.3 *Electrodes*

The inner electrode shall be a metal mandrel which provides good contact with the bore and for heat shrinkable sleeving has a diameter equal to the maximum recovered diameter of the sleeving. The outer electrode and guard rings shall be bands of metal foil or suitable conducting paints. When metal foil is used, it shall be applied to the specimen using the smallest possible quantity of any low-loss grease or liquid. The guard rings shall be 25 mm wide and shall be applied to the sleeving at both ends of the outer electrode with a clearance of approximately 1.5 mm. The length of the outer electrode shall be such that the capacitance can be measured within the region of optimum sensitivity of the bridge. The inner electrode shall extend at least as far as the outer edges of the guard rings.

24.4 Mode opératoire

L'essai est effectué à la température de 23 ± 2 °C. On mesure le diamètre extérieur de l'éprouvette d_2 une fois enfilée sur le mandrin et juste avant de procéder à la mesure de la capacité. Ce diamètre sera la moyenne arithmétique de dix mesures prises à 0,01 mm près en des points uniformément répartis sur la longueur et sur la circonférence du mandrin.

La mesure de la permittivité est effectuée avec un instrument conforme aux prescriptions de la Publication 250 de la CEI: Méthodes recommandées pour la détermination de la permittivité et du facteur de dissipation des isolants électriques aux fréquences industrielles, audibles et radioélectriques (ondes métriques comprises), et à une fréquence voisine de 1 000 Hz. La sortie à basse tension est raccordée à l'électrode munie d'anneaux de garde.

La permittivité relative ϵ_r est calculée d'après la formule suivante:

$$\begin{aligned}\epsilon_r &= 18 C \ln(d_2/d_1)/(l + w) \\ &= 41,4 C \lg(d_2/d_1)/(l + w)\end{aligned}$$

où:

C = capacité mesurée, en picofarads

d_1 = diamètre du mandrin, en millimètres

d_2 = diamètre extérieur de l'éprouvette, en millimètres

l = longueur de l'électrode munie d'anneaux de garde, en millimètres

w = écartement, en millimètres, entre l'électrode et ses anneaux de garde

$\ln$ = logarithme naturel

$\lg$ = logarithme décimal ($\log_{10}$)

Le facteur de dissipation est déduit des lectures faites au pont de mesure conformément aux prescriptions de la Publication 250 de la CEI.

25. Résistance aux courants de cheminement

Ces essais sont effectués selon la méthode A de la Publication 587 de la CEI: Méthode d'essai pour évaluer la résistance au cheminement et à l'érosion des matériaux isolants électriques utilisés dans des conditions ambiantes sévères, sur des éprouvettes convenues entre fournisseur et utilisateur.

26. Essais de propagation de la flamme

Introduction

On expose ici deux méthodes (A et B) qui comportent de nombreux points communs. Les sévérités des essais sont différentes et leur application dépend des indications données dans la troisième partie suivant le type ou la qualité de gaine en cause.

26.1 Eprouvettes

Les essais portent sur trois éprouvettes.

Méthode A, uniquement pour gaine de diamètre intérieur inférieur ou égal à 10 mm

Gaines non thermorétractables: Une longueur d'environ 450 mm de gaine est glissée sur une tige rectiligne d'acier de 530 mm et centrée sur celle-ci.

Gaines thermorétractables: L'éprouvette de gaine est identique à la précédente, mais elle est rétreinte sur la tige d'acier qui a le même diamètre que le diamètre spécifié de rétreint de la gaine.

24.4 Procedure

The temperature of test shall be 23 ± 2 °C. The outer diameter of the specimen d_2 shall be determined after it has been applied to the mandrel and immediately before the capacitance is measured. It shall be determined to the nearest 0.01 mm as the arithmetic mean of ten measurements made at points uniformly distributed along its length and around its circumference.

The measurement of permittivity shall be made with a suitable instrument complying with IEC Publication 250: Recommended Methods for the Determination of the Permittivity and Dielectric Dissipation Factor of Electrical Insulating Materials at Power, Audio and Radio Frequencies Including Metre Wavelengths, and at a frequency of approximately 1 000 Hz. The low voltage lead shall be connected to the guarded electrode.

The relative permittivity ϵ_r shall be calculated according to the following formula:

$$\begin{aligned}\epsilon_r &= 18 C \ln(d_2/d_1)/(l + w) \\ &= 41.4 C \lg(d_2/d_1)/(l + w)\end{aligned}$$

where:

C = measured capacitance, in picofarads

d_1 = diameter of the mandrel, in millimetres

d_2 = outer diameter of the specimen, in millimetres

l = length of the guarded electrode, in millimetres

w = width of the gaps between the guarded electrode and the guard rings, in millimetres

$\ln$ = natural logarithm

$\lg$ = common (Briggsian) logarithm ($\log_{10}$)

The dissipation factor is derived from the bridge readings in accordance with IEC Publication 250.

25. Resistance to tracking

The test shall be carried out in accordance with Method A of IEC Publication 587: Test Method for Evaluating Resistance to Tracking and Erosion of Electrical Insulating Materials Used under Severe Ambient Conditions, using specimens as agreed upon between purchaser and supplier.

26. Flame propagation tests

Introduction

Two methods (A and B) with many common features are described. The tests are of different severity and it will be stated in Part 3 which should be applied to a particular type or grade of sleeving.

26.1 Test specimens

Three specimens shall be tested.

For Method A, applicable to sleeving up to and including 10 mm bore only

For non-heat shrinkable sleeving, a length of approximately 450 mm shall be centred on a 530 mm straight length of a steel rod which is a sliding fit in the sleeving.

For heat shrinkable sleeving, the specimen shall be as above, but the sleeving shall be recovered on to a steel rod which shall have the same diameter as the specified recovered diameter of the sleeving.

Pour les gaines dont le diamètre intérieur est supérieur à 10 mm, on envisage l'utilisation d'un tube à la place de la tige.

Méthode B

Un morceau d'environ 660 mm de gaine (rétreint dans le cas des gaines thermorétractables) est glissé sur une corde à piano de 0,25 mm de diamètre, longue de 900 mm. Pour éviter le tirage pendant la combustion, la gaine est fermée à l'extrémité supérieure.

26.2 *Source de chaleur*

26.2.1 *Brûleur à gaz*

Le brûleur doit avoir un diamètre intérieur nominal de 9 ± 1 mm. Avec du gaz naturel, un brûleur Bunsen classique peut être utilisé, le brûleur étant réglé pour obtenir une flamme d'environ 125 mm de long dont le cône bleu intérieur mesure environ 40 mm.

Pour utiliser du propane, on emploie le brûleur représenté sur la figure 10, page 76.

Il peut être pratique d'utiliser des brûleurs à veilleuse.

26.2.2 *Contrôle du fonctionnement du brûleur*

On contrôle le bon fonctionnement du brûleur comme suit: la base du brûleur étant horizontale, un fil de cuivre nu de $0,71 \pm 0,025$ mm de diamètre et long d'au moins 100 mm est inséré horizontalement dans la flamme à environ 10 mm au-dessus du cône bleu, de sorte que l'extrémité libre du fil se trouve à la verticale du bord du brûleur, du côté opposé à celui où le fil est fixé. La durée nécessaire à la fusion du fil ne doit pas être inférieure à 4 s ni supérieure à 6 s.

26.3 *Enceinte et aménagement interne*

L'essai est effectué sous une hotte d'évacuation ou dans une enceinte dans laquelle l'éprouvette est entourée sur trois côtés par une enveloppe métallique qui la protège des courants d'air.

La disposition de l'éprouvette et du brûleur dans l'enceinte est indiquée sur la figure 11, page 77, pour la méthode A et sur la figure 12, page 78, pour la méthode B.

L'éprouvette est fixée de sorte que son axe longitudinal soit vertical et au centre de l'enveloppe. Dans le cas de la méthode B, cela est réalisé en fixant l'éprouvette au milieu du support supérieur en pliant la gaine et en l'attachant (avec un trombone ou un collier), ce qui assure la fermeture de l'extrémité de l'éprouvette et évite ainsi le tirage de combustion au cours de l'essai. La partie inférieure du fil qui sort de l'ouverture de la gaine est arrêtée, par exemple sur une tige-support comme le montre la figure 12.

Un plan incliné dont la base du brûleur est solidaire est prévu pour faire basculer le brûleur de 20° par rapport à la verticale dans le plan de l'éprouvette. Le brûleur est fixé sur le plan incliné et l'ensemble est monté sur un pied réglable.

Le pied est disposé de sorte que l'axe longitudinal du brûleur soit dans le plan vertical où se trouve l'axe longitudinal de l'éprouvette, l'extrémité du brûleur étant dirigée vers l'arrière de l'enceinte. On règle le pied de manière à amener le point A à 40 mm du point B, ce dernier étant le point où l'extrémité du cône intérieur bleu de la flamme touche le centre de la partie avant de l'éprouvette. L'éprouvette est réglée en hauteur pour que le point B se trouve à plus de 75 mm du collier inférieur ou de tout autre support utilisé pour maintenir l'éprouvette en place.

Une couche d'environ 3 mm d'épaisseur de coton chirurgical non traité recouvre le fond inférieur de l'enceinte ainsi que le plan incliné et la base du brûleur. La surface supérieure de la couche de coton ne doit pas être à plus de 240 mm au-dessous du point B.

For sleeving over 10 mm bore, consideration is being given to the use of a tube instead of a rod.

For Method B

A length of approximately 660 mm (recovered in the case of heat shrinkable sleeving) shall be drawn on to a fine-steel music wire 0.25 mm in diameter and 900 mm in length. The sleeving shall be closed at the top end to prevent a chimney effect.

26.2 *Source of heat*

26.2.1 *Gas burner*

The burner shall have a nominal bore of 9 ± 1 mm. For natural gas, a conventional Bunsen burner may be used, the burner being regulated to give a flame approximately 125 mm long with an inner blue cone approximately 40 mm long.

If propane is used, the burner in Figure 10, page 76, shall be used.

It may be convenient for burners to use a small pilot flame.

26.2.2 *Check of burner operation*

The satisfactory operation of the burner shall be checked as follows, with the base of the burner being horizontal: a bare copper wire, 0.71 ± 0.025 mm in diameter, having a free length of not less than 100 mm shall be inserted horizontally in the flame about 10 mm above the top of the blue cone, so that the free end of the wire is vertically above the edge of the burner on the side remote from the supported end of the wire. The time required for the wire to melt shall be not more than 6 s and not less than 4 s.

26.3 *Cabinet and arrangements within it*

The test shall be conducted in an exhaust hood or cabinet with the specimen surrounded by a three-sided metal enclosure to protect it from draughts.

The arrangements of specimen and burner within the cabinet are shown in Figure 11, page 77, for Method A and in Figure 12, page 78, for Method B.

The specimen shall be secured with its longitudinal axis vertical in the centre of the enclosure. For Method B, this shall be achieved by securing the specimen to the middle of the upper support by kinking the sleeving and clamping (using a paper clip or clamp) to provide a closed end to the specimen thus preventing any chimney effects during the test. The lower end of the wire protruding from the open end of the sleeving shall be anchored, for example to a support rod as shown in Figure 12.

A wedge to which the base of the burner can be secured shall be provided for tilting the barrel 20° from the vertical in the same plane as the specimen. The burner shall be secured to the wedge and the assembly placed in an adjustable support jig.

The jig shall be placed with the longitudinal axis of the barrel in the vertical plane that contains the longitudinal axis of the specimen so that the barrel points to the rear of the enclosure. The jig shall also be adjusted to position the point A 40 mm from the point B, which is the point at which the tip of the blue inner cone touches the centre of the front of the specimen. The specimen shall be adjusted vertically to prevent point B from being any closer than 75 mm to the lower clamp or other support for the specimen.

A layer of untreated surgical cotton, approximately 3 mm thick, shall cover the floor of the enclosure including the wedge and the base of the burner. The upper surface of the cotton shall be no more than 240 mm below point B.

Une bande de papier kraft non renforcé (80 g/m^2 à 100 g/m^2) de 13 mm de large et d'environ 0,1 mm d'épaisseur avec une face gommée sert de repère indicateur. La gomme est juste assez humectée pour assurer l'adhérence voulue. La partie gommée étant placée contre l'éprouvette, la bande est enroulée autour de celle-ci une seule fois en formant un anneau dont l'extrémité inférieure est située à 250 mm au-dessus du point B. Les extrémités de la bande sont superposées exactement, puis coupées de manière à constituer un indicateur haut de 20 mm par rapport à l'éprouvette, dirigé vers l'arrière de l'enceinte et parallèle à ses côtés (voir figures 11 et 12, pages 77 et 78).

26.4 Mode opératoire

La flamme est appliquée pendant 15 s à l'éprouvette, écartée puis appliquée à nouveau cinq fois, chaque fois pendant 15 s, avec des intervalles de 15 s entre ces applications successives, à moins que l'inflammation ou l'incandescence de l'éprouvette dure plus de 15 s à la suite de la dernière application de la flamme, auquel cas celle-ci n'est plus réappliquée tant que cette inflammation ou cette incandescence n'a pas cessé d'elle-même.

26.5 Résultats

Les points suivants sont consignés au procès-verbal:

- 1) La durée maximale, en secondes, du temps d'inflammation ou d'incandescence de l'éprouvette après n'importe quel retrait de la flamme.
- 2) Le fait qu'éventuellement le dégagement de particules enflammées ou incandescentes ou encore de gouttelettes enflammées a mis le feu, à un moment quelconque, au coton recouvrant la base du brûleur, le plan incliné ou la surface inférieure de l'enceinte (la carbonisation sans inflammation du coton est négligée).
- 3) La combustion ou l'inflammation éventuelle de l'indicateur en papier kraft au cours de l'un des trois essais (la suie qui peut être enlevée avec un chiffon ou avec les doigts est négligée, comme les marques éventuelles de brunissement).

27. Inflammabilité — Essai à l'indice d'oxygène

Les essais sont effectués sur les éprouvettes décrites ci-après et selon les prescriptions du projet ISO/DIS 4589.

Des éprouvettes de 70 mm à 150 mm de longueur sont coupées dans la gaine avec des bords de coupe relativement adoucis.

Quand les gaines ont un diamètre intérieur plus grand que celui qui convient à l'appareil, on en découpe des bandes appropriées à cet appareil.

Les éprouvettes qui ne sont pas assez rigides pour se tenir d'elles-mêmes sont enfilées sur un fil de nichrome ou d'un autre matériau résistant à la chaleur dont le diamètre ne dépasse pas 0,25 mm, puis fixées de manière appropriée.

28. Transparence

Les éprouvettes d'environ 100 mm de longueur sont fendues longitudinalement. Après avoir été immergées dans de l'eau à $55 \pm 1^\circ \text{C}$ pendant $4 \pm 1/4 \text{ h}$, elles sont séchées et disposées sur un texte imprimé dont les caractères sont semblables à ceux du texte ci-dessous:

A c k l d e w g y m o

Pour être conformes, les gaines doivent pouvoir permettre de lire le texte imprimé ci-dessus par transparence.

A strip of unreinforced kraft paper (80 g/m² to 100 g/m²) that is 13 mm wide, approximately 0.1 mm thick and is gummed on one side, is to be used to make an indicator flag. The gum shall be moistened just sufficiently to obtain adhesion. With the gum toward the specimen, the strip shall be wrapped around the specimen once with its lower edge 250 mm above point B. The ends of the strip shall be pressed together evenly and trimmed to provide a flag that projects 20 mm from the specimen toward the rear of the enclosure with the flag parallel to the sides of the enclosure (see Figures 11 and 12, pages 77 and 78).

26.4 Procedure

The flame shall be applied to the specimen for 15 s, removed and reapplied at 15 s intervals for a total of five 15 s applications of the gas flame to the specimen with 15 s between applications unless flaming or glowing of the specimen persists longer than 15 s after the previous application of the gas flame, in which case the gas flame shall not be reapplied until the flaming or glowing of the specimen ceases of its own accord.

26.5 Result

The following shall be reported:

- 1) The maximum time, in seconds, that any specimen continues to flame or glow after any removal of the gas flame.
- 2) Whether emission of flaming or glowing particles or flaming drops at any time ignite the cotton on the burner, wedge, or floor of the enclosure (flameless charring of the cotton is to be ignored).
- 3) Whether the indicator flag is burned away or charred during any one of the three tests (soot that can be removed with a cloth or the fingers and brown scorching are to be ignored).

27. Flammability — Oxygen index test

The test shall be carried out in accordance with ISO/DIS 4589 and using the specimens detailed below.

Specimens 70 mm to 150 mm in length shall be cut from the sleeving: the cut edges shall be relatively smooth.

For sleeving of bore larger than can be accommodated in the apparatus, suitable strips which can be accommodated in the apparatus shall be used.

For specimens which are not self-supporting, a length of nichrome or other heat resisting wire, not more than 0.25 mm in diameter, shall be threaded through the sleeving and suitably supported.

28. Transparency

The test specimen shall be approximately 100 mm long and shall be split longitudinally. It shall be immersed in water at 55 ± 1 °C for $4 \pm 1/4$ h. At the end of this period, the test specimen shall be removed, dried and placed over printed text of type similar to that printed below:

A c k l d e w g y m 0

For compliance with this test, it should be possible to read the characters printed above through the specimen of sleeving.

29. Essais d'impuretés ioniques

Les valeurs de conductivité et du pH sont déterminées avec des extraits aqueux obtenus et mesurés selon les prescriptions de la Publication 589 de la CEI: Méthodes d'essai pour la détermination des impuretés ioniques dans les matériaux isolants électriques par extraction par des liquides.

30. Essai de tache à l'argent

Introduction

Pour ces essais, une ou plusieurs éprouvettes de gaine sont placées en contact avec une feuille d'argent et l'ensemble est soumis à une température de 70 °C pendant 30 min. L'opacité des taches éventuelles de la feuille d'argent est appréciée par comparaison avec une bande de film d'«opacité normalisée» qui fait partie du nécessaire d'essai à la tache.

30.1 *Nombre et forme des éprouvettes*

On coupe une ou plusieurs éprouvettes de manière à pouvoir soumettre à l'essai une surface annulaire fraîchement découpée. Les éprouvettes doivent être d'une longueur qui ne soit pas inférieure à l'épaisseur de la gaine tout en étant assez courtes pour qu'elles puissent tenir debout de manière stable.

30.2 *Nécessaire d'essai à la tache*

Il comprend un morceau rectangulaire de film photographique comportant une bande exposée à une densité définie appelée opacité normalisée. Cette bande a 3 mm de largeur et est équidistante des deux bords du film.

Ce nécessaire doit être conforme aux prescriptions ci-après quand on le mesure selon la Norme ISO 5.

Le support non exposé du film doit présenter une densité visuelle du type VI-b qui ne dépasse pas 0,050.

La différence de densité optique entre la zone d'opacité normalisée et la partie claire du support doit être de $0,015 \pm 0,005$.

30.3 *Mode opératoire*

La ou les éprouvettes sont disposées face fraîchement coupée vers le bas sur un morceau plus grand de feuille d'argent de qualité analytique qui a été entièrement nettoyée et polie au rouge d'Angleterre, puis séchée par frottement avec un tissu propre.

La feuille supportant l'éprouvette est placée dans une étuve à air et maintenue à la température de 70 ± 2 °C pendant 30 ± 2 min.

L'éprouvette une fois enlevée de la feuille, on recherche sur cette dernière les traces de taches éventuelles à l'œil nu. Les taches éventuelles sont examinées à travers la partie claire du nécessaire d'essai, près de l'opacité normalisée.

30.4 *Résultats*

La gaine est considérée comme ayant satisfait à l'essai si aucune partie de la tache n'est plus sombre que l'opacité normalisée.

29. Ionic impurities tests

Conductivity and pH values shall be determined on water extracts obtained and measured in accordance with IEC Publication 589: Methods of Test for the Determination of Ionic Impurities in Electrical Insulating Materials by Extraction with Liquids.

30. Silver staining test

Introduction

In this test, a specimen or specimens of sleeveings are placed in contact with silver foil and both are exposed to a temperature of 70 °C for 30 min. The darkness of any stain on the silver foil is then compared with that of a strip of film of the “standard shade” which is part of the “stain tester”.

30.1 *Number and form of test specimens*

One or more specimens shall be cut so as to expose a fresh annular surface. The length shall be not less than the wall thickness and short enough for the sleeving to be stable when standing vertically.

30.2 *Stain tester*

The stain tester consists of a rectangular piece of photographic film, with a strip exposed so that it darkens to a defined density known as the standard shade. This strip is 3 mm wide and equidistant from each side.

The stain tester shall fulfil the following requirements when measured in accordance with ISO Standard 5.

The clear photographic film background shall have a visual density, type VI-b, not greater than 0.050.

The difference in density between the standard shade and the clear photographic film background shall be 0.015 ± 0.005 .

30.3 *Procedure*

The test specimen(s) shall be placed with the freshly cut surface downward on a larger piece of analytical silver foil which has been thoroughly cleaned and polished with jeweller's rouge and water and rubbed dry with a clean cloth.

The foil shall be placed with the specimen resting on it, in a suitable air oven and maintained at 70 ± 2 °C for 30 ± 2 min.

The test specimen shall then be removed from the foil and the silver visually examined for staining. If any stain is observed, it shall be viewed through the clear part of the stain tester adjacent to the standard shade.

30.4 *Result*

The sleeving is deemed to have passed the test if no part of the stain is darker than the standard shade.

31. Résistance à la corrosion électrolytique

Les essais sont effectués conformément à l'une des méthodes figurant dans la Publication 426 de la CEI: Méthodes d'essais pour la détermination de la corrosion électrolytique en présence de matériaux isolants. La méthode à utiliser est spécifiée dans la troisième partie.

32. Résistance à la corrosion (méthode par traction et allongement)

L'essai est destiné à montrer les interactions entre le cuivre et la gaine.

32.1 Nombre et forme des éprouvettes

L'essai porte sur cinq éprouvettes de 150 mm de longueur enfilées sur des mandrins rectilignes de cuivre nu avec ajustement glissant. Le mandrin est normalement un tube de cuivre qui peut être remplacé par un conducteur de cuivre massif pour les éprouvettes dont le diamètre intérieur mesure 6 mm ou moins.

32.2 Mode opératoire

Disposée sur le mandrin, l'éprouvette est d'abord conditionnée pendant 24 h dans une atmosphère à la température de 23 ± 5 °C et dont l'humidité relative n'est pas inférieure à 90%. Elle est ensuite placée dans une étuve à circulation d'air pendant 168 ± 2 h à la température de 160 ± 3 °C, sauf spécification contraire de la troisième partie pour les gaines de type particulier. On laisse refroidir l'éprouvette sortie de l'étuve.

L'éprouvette est ensuite séparée du mandrin, en la fendant si besoin est. On recherche sur l'éprouvette comme sur le mandrin les traces éventuelles d'interaction chimique, adhérence de la gaine sur le mandrin ou piquage ou corrosion du mandrin. L'adhérence mécanique de la gaine sur le mandrin est négligée comme le noircissement du cuivre dû à l'oxydation normale.

L'éprouvette est ensuite soumise aux essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture qui font l'objet de l'article 19.

32.3 Résultats

Le procès-verbal doit comprendre les valeurs médiane, supérieure et inférieure obtenues aux essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture et indiquer la présence éventuelle d'interaction chimique tant sur l'éprouvette que sur le mandrin.

33. Présence d'agents volatils corrosifs (méthode du miroir de cuivre)

Ces essais déterminent l'effet produit sur le cuivre par les composés volatils de la gaine.

33.1 Appareillage

Tubes à essai de 13 mm × 300 mm.

Miroirs verre-cuivre de 6 mm de large par 25 mm de long, conservés sous dessiccateur approprié. La partie réfléchissante est constituée par une couche de cuivre déposée sous vide de manière que son épaisseur transmette $10 \pm 5\%$ d'un rayon lumineux incident perpendiculaire d'une longueur d'onde de 500 nm. N'utiliser les miroirs pour effectuer les essais que s'ils ne comportent aucune couche d'oxyde et que le cuivre n'est pas visiblement endommagé.

31. **Electrolytic corrosion resistance**

Tests shall be made in accordance with one of the methods given in IEC Publication 426: Test Methods for Determining Electrolytic Corrosion with Insulating Materials. The method to be used will be specified in Part 3.

32. **Corrosion resistance (tensile and elongation method)**

This test determines the mutual interaction between copper and sleeving.

32.1 *Number and form of test specimens*

Five specimens, each 150 mm long, shall be slid over straight clean bare copper mandrels which give a snug fit in the sleeveings. The mandrel shall normally be a copper tube but for specimens of bore diameter 6 mm or less, the mandrel may be a solid copper rod.

32.2 *Procedure*

The specimen, while still on the mandrel, shall first be conditioned for 24 h in an atmosphere of 23 ± 5 °C and not less than 90% relative humidity. It shall then be transferred to an air-circulating oven and heated at 160 ± 3 °C for 168 ± 2 h, unless otherwise specified in Part 3 for a particular type of sleeving. After removal from the oven, it shall be allowed to cool.

The specimen shall then be removed from the mandrel (by slitting if necessary) and both the mandrel and specimen examined for signs of chemical interaction, such as adhesion of the sleeving to the mandrel or pitting or corrosion of the mandrel. Mechanical adhesion of the sleeving to the mandrel or darkening of the copper due to normal air oxidation shall be ignored.

The specimen shall then be tested for tensile strength and elongation at break in accordance with Clause 19.

32.3 *Result*

The report shall include the central, highest and lowest values for both tensile strength and elongation and whether any specimen or mandrel showed signs of chemical interaction.

33. **Presence of corrosive volatiles (copper mirror method)**

This test determines the effect on copper of volatile constituents in sleeving.

33.1 *Apparatus*

Test tubes: 13 mm × 300 mm.

Copper-glass mirrors 6 mm wide by 25 mm long. Store them in a properly conditioned desiccator. The mirrors shall be of vacuum deposited copper, with a thickness equal to $10 \pm 5\%$ transmission of normal incident light of a wavelength of 500 nm. Use them for the test only if no oxide film is present and the copper is not visibly damaged.

Bouchons.

Feuille d'aluminium.

Fil de cuivre fin.

Un bain d'huile thermostaté à ± 2 °C près.

33.2 *Nombre et forme des éprouvettes*

Les gaines thermorétractables sont soumises à l'essai dans l'état totalement rétreint.

Chaque essai porte sur deux éprouvettes de gaine placées dans un tube à essai; on prend un troisième tube à essai comme témoin.

Pour les gaines dont le diamètre intérieur est inférieur à 3 mm, l'éprouvette est un morceau de 25 ± 1 mm de longueur.

Pour les gaines dont le diamètre intérieur mesure 3 mm ou plus, l'éprouvette est une bande mesurant $6 \text{ mm} \times 25 \pm 1 \text{ mm}$ découpée dans le sens longitudinal.

33.3 *Mode opératoire*

Placer chaque éprouvette dans un tube à essai, comme il est indiqué ci-dessus, en prenant un troisième tube à essai comme témoin.

Dans chaque tube à essai, suspendre un miroir de cuivre du type défini au paragraphe 33.1 au moyen de fils de cuivre fins fixés au bouchon, de manière que le bord inférieur du miroir soit situé à une distance du fond du tube comprise entre 150 mm et 180 mm. S'assurer que les miroirs sont bien verticaux. Sceller les tubes à essai en enveloppant les bouchons avec de la feuille d'aluminium.

Les 50 mm inférieurs des trois tubes à essai sont immergés dans le bain d'huile à la température et pendant la durée indiquées dans la troisième partie.

La partie du tube à essai où est placé le miroir est maintenue à une température inférieure à 60 °C.

Après refroidissement, on retire les miroirs pour les examiner en les plaçant sur un fond blanc sous un bon éclairage. Toute disparition du cuivre constituant le miroir est un signe de corrosion. On ne tient cependant pas compte des lacunes du cuivre qui ne dépassent pas 8% de la surface totale du miroir et qui peuvent provenir de projections liquides. La coloration de la couche de cuivre ou la réduction de son épaisseur ne sont pas des preuves de corrosion, et seule la zone de corrosion éventuelle est la partie où la disparition du cuivre a rendu le miroir transparent.

L'essai doit être répété si le miroir du tube témoin montre des traces de corrosion.

33.4 *Résultats*

Le résultat est la surface totale de corrosion des deux miroirs placés dans les tubes à essai qui contiennent les éprouvettes, exprimé en pourcentage de la surface totale cuivrée des deux miroirs.

Corks.

Aluminium foil.

Fine copper wire.

Oil bath capable of maintaining oil temperature to within ± 2 °C.

33.2 *Number and form of test specimens*

Heat shrinkable sleeving shall be tested in the fully recovered state.

One test shall be carried out using two specimens of sleeving, each inserted into a test tube with a third test tube being used as a control.

For sleeving of bore less than 3 mm, each specimen shall be a length of sleeving 25 ± 1 mm long.

For sleeving of bore 3 mm or greater, each specimen shall be a strip $6 \text{ mm} \times 25 \pm 1 \text{ mm}$ cut longitudinally.

33.3 *Procedure*

Place each specimen in a test tube as described above and use a third test tube as a control.

Suspend a copper mirror as defined in Sub-clause 33.1 with its lower edge 150 mm to 180 mm above the bottom of each test tube by means of fine copper wires attached to a cork and ensure that each mirror is vertical. Seal each test tube with the cork wrapped in aluminium foil.

Immerse the lower 50 mm of the three test tubes in an oil bath at the temperature and for the time specified in Part 3.

Keep the temperature of that part of each test tube containing the mirror at a temperature below 60 °C.

After cooling, remove the mirrors and examine each one by placing it against a white background in good light. Any removal of copper from the mirror will be a sign of corrosion. However, disregard any removal of copper from the bottom of the mirror, provided the area does not exceed 8% of the total area of the mirror, since drippings may cause this condition. Do not consider discolouration of the copper film or reduction of its thickness as corrosion. Consider only the area over which the removal of copper has made the mirror transparent as the corrosion area.

If the mirror in the control tube shows any sign of corrosion the test shall be repeated.

33.4 *Result*

The result is the total area of corrosion on the two mirrors in the tubes containing the specimens expressed as a percentage of the original combined coated area of the two mirrors.

34. Solidité des couleurs à la lumière

Généralités

L'éprouvette de gaine et l'étalon n° 5 de la laine teinte spécifié dans la Norme ISO 105/B sont exposés au rayonnement lumineux d'un arc au xénon ou à charbon sous enveloppe dans des conditions identiques telles que la température ambiante ne dépasse pas 40 °C, la teneur en humidité n'étant pas spécifiquement contrôlée.

34.1 *Eprouvette*

Morceau de gaine de longueur appropriée.

34.2 *Mode opératoire*

L'éprouvette et l'étalon sont exposés au rayonnement lumineux jusqu'à ce que la variation de couleur de la partie exposée de l'étalon n° 5, comparée à un étalon n° 5 non exposé, devienne égale au degré 4 de l'échelle de gris pour l'évaluation des dégradations de la Norme ISO 105/B.

Examiner fréquemment l'étalon n° 5 exposé pour s'assurer qu'on ne dépasse pas le degré d'affaiblissement prescrit.

L'éprouvette ainsi exposée est comparée avec la gamme de couleurs de référence de la Publication 304 de la CEI: Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences. La comparaison est effectuée sur fond blanc avec un bon éclairage septentrional.

34.3 *Résultats*

Pour satisfaire à l'essai, la couleur de l'éprouvette doit correspondre sans ambiguïté à sa couleur d'origine suivant la Publication 304 de la CEI.

35. Résistance à l'ozone

L'essai est effectué selon les prescriptions de la Norme ISO 1431/1 avec les exceptions suivantes:

35.1 *Nombre et longueur des éprouvettes*

L'essai porte sur une éprouvette ayant une longueur d'environ 25 mm.

35.2 *Mode opératoire*

L'éprouvette est enfilée sur un mandrin d'aluminium poli dont le diamètre élargit la gaine de la quantité spécifiée dans la troisième partie.

Ainsi montée, la gaine est exposée pendant la durée spécifiée dans la troisième partie à une atmosphère contenant 25 ± 5 ml/m³ d'ozone, à la température de 23 ± 2 °C.

Après retrait de l'atmosphère riche en ozone, on recherche la présence de craquelures sur l'éprouvette.

35.3 *Résultats*

Pour satisfaire à l'essai, la gaine ne doit présenter aucune craquelure visible à l'œil nu.

34. Colour fastness to light

General

The specimen sleeving and the dyed woollen fastness standard No. 5 specified in ISO Standard 105/B shall be exposed to the light from a xenon or enclosed carbon arc under identical conditions such that the ambient temperature does not exceed 40 °C, with no specific control of humidity.

34.1 *Test specimen*

A suitable length of sleeving.

34.2 *Procedure*

The specimen and the fastness standard shall be exposed to the light source until the change in colour of the exposed part of the fastness standard No. 5 compared with an unexposed standard No. 5 is equal to Grade 4 on the geometric grey scale of ISO Standard 105/B.

Examine the exposed fastness standard No. 5 frequently to ensure that the prescribed degree of fading is not exceeded.

The exposed specimen shall be compared with the colour in IEC Publication 304: Standard Colours for Insulation for Low-frequency Cables and Wires. Make this comparison in a good north light against a white background.

34.3 *Result*

To pass the test, the colour of the specimen shall be easily recognizable as the same colour it was originally, in accordance with IEC Publication 304.

35. Resistance to ozone

Make the test in accordance with ISO Standard 1431/1 but with the following changes:

35.1 *Number and length of test specimens*

One specimen approximately 25 mm in length shall be tested.

35.2 *Procedure*

The specimen shall be fitted onto a smooth aluminium mandrel that has a diameter to extend the sleeving by the amount specified in Part 3.

The mounted sleeving shall be exposed for the period specified in Part 3 to an atmosphere containing 25 ± 5 ml/m³ of ozone at a temperature of 23 ± 2 °C.

After removal from the ozone rich atmosphere, the sleeving shall be examined for cracks.

35.3 *Result*

To pass the test no cracks shall be visible with normal eyesight.

36. Résistance à certains fluides

Introduction

Il est nécessaire de définir les conditions ci-après:

- a) le fluide choisi;
- b) la température d'immersion;
- c) la durée d'immersion;
- d) la méthode d'estimation.

36.1 *Fluide choisi**

Quand ils ne sont pas spécifiés dans la troisième partie, les fluides choisis doivent faire l'objet d'un accord entre fournisseur et utilisateur. Les éprouvettes sont immergées dans un volume de fluide de 4 ml/cm² de surface totale de l'éprouvette.

36.2 *Méthode d'estimation*

- a) Tension de claquage comme dans l'article 21.
- b) Résistance à la traction ou allongement à la rupture comme dans l'article 19.
- c) Examen visuel.

36.3 *Nombre et forme des éprouvettes*

Le nombre d'éprouvettes dépend de la méthode d'estimation utilisée. Les éprouvettes sont choisies en fonction des prescriptions de l'article 19 ou de l'article 21. En cas d'examen visuel, on utilise trois éprouvettes mesurant chacune 25 mm de longueur.

36.4 *Mode opératoire*

Les éprouvettes sont immergées dans le fluide pendant 24 ± 1 h à la température de 23 ± 2 °C, à moins que d'autres températures ou durées ne soient spécifiées dans la troisième partie pour un matériau particulier ou qu'un accord différent n'ait été passé entre fournisseur et utilisateur.

Note. — Si l'estimation porte sur la résistance à la traction, il convient de déterminer la section avant l'immersion dans le fluide.

Les éprouvettes sont retirées du fluide, mises à égoutter et leur surface extérieure est essuyée sans appuyer. Elles sont ensuite soumises aux essais suivant l'une ou plusieurs des méthodes exposées au paragraphe 36.2 à température ambiante.

36.5 *Résultats*

Le résultat est celui qui est approprié à la méthode d'estimation retenue, tel qu'il est décrit dans l'article 19 ou dans l'article 21. Il peut être rapporté à une valeur prescrite fixe ou à un pourcentage de dégradation par rapport à des éprouvettes qui n'ont pas été soumises à l'immersion.

* Les précautions appropriées seront prises pour protéger le personnel des risques contre la santé ou des dangers d'incendie engendrés par l'utilisation de certains fluides.

36. Resistance to selected fluids

Introduction

It is necessary to define the following:

- a) choice of fluid
- b) temperature of immersion
- c) duration of immersion
- d) method of assessment

36.1 *Choice of fluid**

When not specified in Part 3 the fluids shall be agreed between purchaser and supplier and the quantity in which the specimens are immersed shall be 4 ml/cm² of total specimen surface.

36.2 *Methods of assessment*

- a) Breakdown voltage as in Clause 21.
- b) Tensile strength or elongation at break as in Clause 19.
- c) Visual examination.

36.3 *Number and form of test specimens*

The number of test specimens is dependent on the method of assessment. Specimens shall be selected in accordance with the requirements of Clause 19 or Clause 21 or if visual assessment is used then three specimens, each 25 mm long, shall be used.

36.4 *Procedure*

The specimens shall be immersed in the fluid at a temperature of 23 ± 2 °C for 24 ± 1 h, unless another temperature or duration is specified in Part 3 for the particular material or unless otherwise agreed between purchaser and supplier.

Note. — Where tensile strength is used for the assessment, the cross sectional area should be determined before immersion.

The specimens shall then be removed from the fluid, allowed to drain and their outsides wiped dry lightly. They shall then be tested by one or more of the methods given in Sub-clause 36.2 at ambient temperature.

36.5 *Result*

The result is that appropriate to the method of assessment chosen and shall be described as required by Clause 19 or Clause 21. The result may be related to a fixed requirement value or else to a percentage degradation, from results on specimens which have not been subjected to immersion.

* Adequate precautions shall be taken to protect personnel from any health or fire hazards resulting from the use of a particular fluid.

Si l'examen visuel est utilisé ou est prescrit en complément, toute tendance des éprouvettes à présenter des détériorations telles que cambrure, fusion, désagrégation, fendillement ou gonflement immédiatement après retrait hors du fluide doit être consignée au procès-verbal.

37. **Endurance thermique**

Ces essais sont effectués conformément aux prescriptions de la Publication 216 de la CEI: Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique des matériaux isolants électriques.

Le mode opératoire particulier est indiqué dans la troisième partie avec les points limites utilisés.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60684-2:1984

Withdrawn

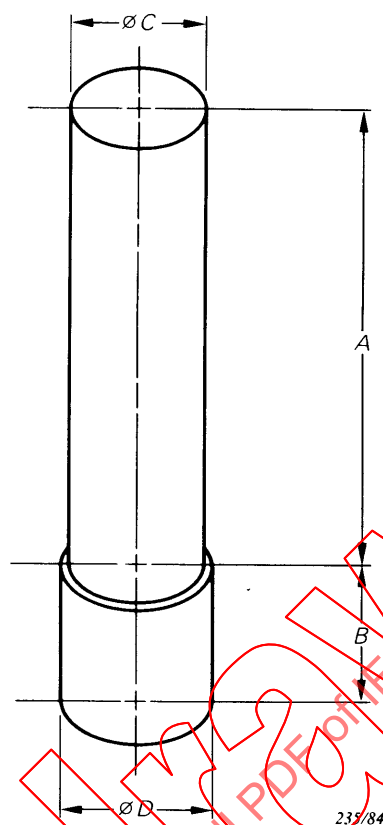
If visual assessment is being used or is required in addition, any tendency for the specimens to show deterioration such as swelling, tackiness, crumbling, splitting or blistering immediately after removal from the fluid shall be reported.

37. **Thermal endurance**

This test is to be made in accordance with IEC Publication 216: Guide for the Determination of Thermal Endurance Properties of Electrical Insulating Materials.

The particular test procedure and end points to be used are given in Part 3.

Withd 216
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60684-2:1984



$\varnothing C$	A	B	$\varnothing D$
0,5 à/to 2,99	20	12	8
3 à/to 3,99	20	12	8
4 à/to 6,99	20	12	10
7 à/to 10	30	12	12
10 à/to 15	30	15	15
15 à/to 17,99	60	18	18
18 à/to 20	60	18	20

Dimensions en millimètres
Dimensions in millimetres

Le diamètre C augmente par échelons
de 0,01 mm.
Diameter C increases in increments
of 0.01 mm.

FIG. 1. — Calibres échelonnés pour la mesure du diamètre intérieur des gaines textiles.
Weighted gauges for measuring bore of textile sleeving.