

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60684-2

Deuxième édition
Second edition
1997-07

Gaines isolantes souples –

**Partie 2:
Méthodes d'essai**

Flexible insulating sleeving –

**Part 2:
Methods of test**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60684-2: 1997

Validité de la présente publication

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

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

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

- la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 60878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027, de la CEI 60417, de la CEI 60617 et/ou de la CEI 60878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

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

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

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 publications:

- IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 60878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027, IEC 60417, IEC 60617 and/or IEC 60878, 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 the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60684-2

Deuxième édition
Second edition
1997-07

Gaines isolantes souples –

**Partie 2:
Méthodes d'essai**

Flexible insulating sleeving –

**Part 2:
Methods of test**

© IEC 1997 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XB

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Généralités	10
2 Conditions d'essai	14
3 Mesure du diamètre intérieur, de l'épaisseur et de la concentricité de la gaine	14
4 Densité	18
5 Résistance au fendillement après chauffage	20
6 Choc à la chaleur (résistance à la chaleur)	20
7 Résistance à la chaleur de soudage	22
8 Perte en masse au chauffage des gaines en tissu de verre non revêtu	22
9 Variation longitudinale	24
10 Déformation sous charge (résistance à la pression sous température élevée)	26
11 Stabilité thermique des gaines en PVC	28
12 Teneur en matières volatiles des gaines au silicone	28
13 Flexion après chauffage	30
14 Flexion à basse température	32
15 Température de fragilité	32
16 Stabilité dimensionnelle au stockage	32
17 Hydrolyse du revêtement	34
18 Souplesse	36
19 Résistance à la traction, contrainte à la traction à 100 % d'allongement, allongement à la rupture et module sécant à 2 % d'allongement	36
20 Essai de résistance à l'effilochage	44
21 Tension de claquage	46
22 Résistance d'isolement	52
23 Résistivité transversale	54
24 Permittivité et facteur de dissipation	58
25 Résistance aux courants de cheminement	60
26 Essais de propagation de la flamme	60
27 Indice d'oxygène	68
28 Transparence	68
29 Essai d'impuretés ioniques	68
30 Essai d'altération d'une feuille argentée	70
31 Résistance à la corrosion électrolytique	70
32 Résistance à la corrosion (traction et allongement)	72

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 General	11
2 Test conditions	15
3 Measurements of bore, wall thickness and concentricity	15
4 Density	19
5 Resistance to splitting after heating	21
6 Heat shock (resistance to heat)	21
7 Resistance to soldering heat	23
8 Loss in mass on heating of uncoated textile glass sleeving	23
9 Longitudinal change	25
10 Deformation under load (resistance to pressure at elevated temperature)	27
11 Thermal stability of PVC sleeving	29
12 Volatile content of silicone sleeving	29
13 Bending after heating	31
14 Bending at low temperature	33
15 Brittleness temperature	33
16 Dimensional stability on storage	33
17 Hydrolysis of coating	35
18 Flexibility	37
19 Tensile strength, tensile stress at 100 % elongation, elongation at break and secant modulus at 2 % elongation	37
20 Fraying resistance test	45
21 Breakdown voltage	47
22 Insulation resistance	53
23 Volume resistivity	55
24 Permittivity and dissipation factor	59
25 Resistance to tracking	61
26 Flame propagation tests	61
27 Oxygen index	69
28 Transparency	69
29 Ionic impurities test	69
30 Silver staining test	71
31 Electrolytic corrosion resistance	71
32 Corrosion resistance (tensile and elongation)	73

Articles	Pages
33 Corrosion du cuivre (présence de composants volatils corrosifs).....	72
34 Changement de couleur à la lumière	74
35 Résistance à l'ozone	76
36 Résistance aux fluides	76
37 Endurance thermique	80
38 Masse par unité de longueur	80
39 Vieillissement en température	80
40 Absorption d'eau	82
41 Rétreint partiel	82
42 Stabilité des couleurs en température.....	84
43 Indice de fumée.....	84
44 Indice de toxicité.....	94
45 Teneur en halogènes	104
46 Production de gaz acides	108
47 Allongement et déformation à chaud	108
48 Déformation en tension	110
49 Propagation des ruptures.....	112
Figures.....	114
Annexe A – Bibliographie	140

Withdrawing

Clause	Page
33 Copper corrosion (presence of corrosive volatiles).....	73
34 Colour fastness to light.....	75
35 Resistance to ozone.....	77
36 Resistance to selected fluids.....	77
37 Thermal endurance	81
38 Mass per unit length	81
39 Heat ageing	81
40 Water absorption.....	83
41 Restricted shrinkage	83
42 Colour stability to heat.....	85
43 Smoke index	85
44 Toxicity index.....	95
45 Halogen content	105
46 Acid gas generation.....	109
47 Hot elongation and hot set	109
48 Tension set.....	111
49 Tear propagation.....	113
Figures.....	115
Annex A – Bibliography	141

Withdrawing

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GAINES ISOLANTES SOUPLES – Partie 2: Méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60684-2 a été établie par le sous-comité 15C: Spécifications, du comité d'études 15 de la CEI: Matériaux isolants.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1984 et l'amendement 1 (1992). Cette édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
15C/657/FDIS	15C/790/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Le contenu du corrigendum du mois de Décembre 1997 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FLEXIBLE INSULATING SLEEVING –
Part 2: Methods of test**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60684-2 has been prepared by subcommittee 15C: Specifications, of IEC technical committee 15: Insulating materials.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1984 and amendment 1 (1992). This edition constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
15C/657/FDIS	15C/790/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

Annex A is for information only.

The contents of the corrigendum of December 1997 have been included in this copy.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale fait partie d'une série traitant des gaines isolantes souples. Cette série comporte trois parties.

Partie 1: Définitions et prescriptions générales (CEI 60684-1)

Partie 2: Méthode d'essai (CEI 60684-2)

Partie 3: Spécifications particulières aux types particulières de gaines (CEI 60684-3)

Withdrawn

INTRODUCTION

This International Standard is one of a series which deals with flexible insulating sleeving. The series consists of three parts:

Part 1: Definitions and general requirements (IEC 60684-1)

Part 2: Methods of test (IEC 60684-2)

Part 3: Specification requirements for individual types of sleeving (IEC 60684-3)

Withdrawn

GAINES ISOLANTES SOUPLES – Partie 2: Méthodes d'essai

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60684 donne les méthodes d'essai pour les gaines isolantes souples, y compris les gaines thermorétractables, initialement conçues pour isoler les conducteurs électriques et les connexions des appareils électriques, même si elles peuvent être utilisées pour d'autres usages.

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 pour d'autres applications spécialisées. S'il y a lieu, il sera nécessaire de compléter les méthodes d'essai spécifiées dans cette partie par des essais appropriés d'imprégnation ou de compatibilité en fonction des cas particuliers.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60684. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60684 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60068-2-20: 1979, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai T: Soudure*

CEI 60093: 1980, *Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides*

CEI 60212: 1971, *Conditions normales à observer avant et pendant les essais de matériaux isolants électriques solides*

CEI 60216, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques*

CEI 60216-4-1: 1990, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Partie 4: Etudes de vieillissement – Section 1: Etuves à une seule chambre*

CEI 60243-1: 1988, *Méthodes d'essai pour la détermination de la rigidité diélectrique des matériaux isolants solides – Partie 1: Mesure aux fréquences industrielles*

CEI 60250: 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)*

FLEXIBLE INSULATING SLEEVING –

Part 2: Methods of test

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60684 gives methods of test for flexible insulating sleeving, including heat-shrinkable sleeving, intended primarily for insulating electrical conductors and connections of electrical apparatus, although they may be used for other purposes.

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 methods in this part will need to be supplemented by appropriate impregnation or compatibility tests to suit the individual circumstances.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60684. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60684 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60068-2-20: 1979, *Environmental testing – Part 2: Tests, Test T: Soldering*

IEC 60093: 1980, *Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials*

IEC 60212: 1971, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials*

IEC 60216, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

IEC 60216-4-1: 1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 4: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens*

IEC 60243-1, 1988, *Methods of tests for electric strength of solid insulating materials – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60250: 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*

CEI 60426: 1973, *Méthodes recommandées pour la détermination de la corrosion électrolytique en présence de matériaux isolants*

CEI 60587: 1984, *Méthodes d'essai pour évaluer la résistance au cheminement et à l'érosion des matériaux isolants électriques utilisés dans des conditions ambiantes sévères*

CEI 60589: 1977, *Méthodes d'essai pour la détermination des impuretés ioniques dans les matériaux isolants électriques par extraction par des liquides*

CEI 60684-3, *Gaines isolantes souples – Partie 3: Spécifications particulières aux types particuliers de gaines*

CEI 60695-6-30: 1996, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 6: Guide et méthodes d'essai pour l'évaluation des dangers d'obscurcissement de la vision par la fumée provenant de produits électrotechniques impliqués dans des feux – Section 30: Méthode statique, à petite échelle – Détermination de l'opacité des fumées*

CEI 60754-1: 1994, *Essai des gaz émis lors de la combustion des câbles électriques – Partie 1: Détermination de la quantité de gaz acides halogéné émis lors de la combustion d'un matériau polymérisé prélevé sur un câble*

CEI 60754-2: 1991, *Essai des gaz émis lors de la combustion des câbles électriques – Partie 2: Détermination de l'acidité des gaz émis lors de la combustion d'un matériau prélevé sur un câble par mesure du pH et de la conductivité*

ISO 5-1: 1984, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 1: Termes, symboles et notations*

ISO 5-2: 1991, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 2: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par transmission*

ISO 5-3: 1995, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 3: Conditions spectrales*

ISO 5-4: 1995, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 4: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par réflexion*

ISO 37: 1994, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination des caractéristiques de contrainte – déformation en traction*

ISO 62: 1980, *Plastiques – Détermination de l'absorption d'eau*

ISO 105: *Textiles – Essais de solidité des teintures*

ISO 105-A02: 1993, *Textiles – Essais de solidité des teintures – Partie A02: Echelle de gris pour l'évaluation des dégradations*

ISO 105-B01: 1994, *Textiles – Essais de solidité des teintures*

ISO 182-1: 1990, *Plastiques – Détermination de la tendance des compositions à base d'homopolymères et copolymères du chlorure de vinyle à dégager du chlorure d'hydrogène et éventuellement d'autres produits acides à températures élevées – Partie 1: Méthode au rouge Congo*

ISO 182-2: 1990, *Plastiques – Détermination de la tendance des compositions à base d'homopolymères et copolymères du chlorure de vinyle à dégager du chlorure d'hydrogène et éventuellement d'autres produits acides à températures élevées – Partie 2: Méthode au pH*

IEC 60426: 1973, *Test methods for determining electrolytic corrosion with insulating materials*

IEC 60587: 1984, *Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions*

IEC 60589: 1977, *Methods of test for the determination of ionic impurities in electrical insulating materials by extraction with liquids*

IEC 60684-3, *Flexible insulating sleeving – Part 3: Specification requirements for individual types of sleeving*

IEC 60695-6-30: 1996, *Fire hazard testing – Part 6: Guidance and test methods for the assessment of obscuration hazard of vision caused by smoke opacity from electrotechnical products involved in fires – Section 30: Small scale static method. Determination of smoke opacity*

IEC 60754-1: 1994, *Tests on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the amount of halogen acid gas evolved during the combustion of polymeric materials taken from cables*

IEC 60754-2: 1991, *Tests on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of degree of acidity of gases evolved during the combustion of materials taken from electric cables by measuring pH and conductivity*

ISO 5-1: 1984, *Photography – Density measurements – Part 1: Terms, symbols and notations*

ISO 5-2: 1991, *Photography – Density measurements – Part 2: Geometric conditions for transmission density*

ISO 5-3: 1995, *Photography – Density measurements – Part 3: Spectral conditions*

ISO 5-4: 1995, *Photography – Density measurements – Part 4: Geometric conditions for reflection density*

ISO 37: 1994, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of tensile stress-strain properties*

ISO 62: 1980, *Plastic – Determination of water absorption*

ISO 105: *Textiles – Tests for colour fastness*

ISO105-A02: 1993, *Textiles – Tests for colour fastness – Part A02: Grey scale for assessing change in colour*

ISO 105-B01: 1994, *Textiles – Tests for colour fastness – Part B01: Colour fastness to light: Daylight*

ISO 182-1: 1990, *Plastics – Determination of the tendency of compounds and products based on vinyl chloride homopolymers and copolymers to evolve hydrogen chloride and any other acidic products at elevated temperature – Part 1: Congo red method*

ISO 182-2: 1990, *Plastics – Determination of the tendency of compounds and products based on vinyl chloride homopolymers and copolymers to evolve hydrogen chloride and any other acidic products at elevated temperature – Part 2: pH method*

ISO 974: 1980, *Plastiques – Détermination de la température de fragilité au choc*

ISO 1431-1: 1989, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Résistance au craquelage par l'ozone – Partie 1: Essai sous allongement statique*

ISO 2921: 1982, *Caoutchouc vulcanisé – Détermination des caractéristiques à basse température – Méthode température – retrait (essai TR)*

ISO 3261: 1975, *Essais au feu – Vocabulaire*

ISO 4589-2-2: 1994, *Plastiques – Détermination de l'inflammabilité – Partie 2: Indice d'oxygène (IO) à température ambiante*

ISO 4589-3: 1996, *Plastiques – Détermination du comportement au feu au moyen de l'indice d'oxygène – Partie 3: Essai à haute température*

2 Conditions d'essai

2.1 Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués dans les conditions normales, selon la CEI 60212; c'est-à-dire à une température comprise entre 15 °C et 35 °C et avec une humidité relative ambiante.

En cas de désaccord, les essais doivent être réalisés à une température de 23 °C ± 2 K et avec une humidité relative de (50 ± 5) %.

2.2 Quand le chauffage à température élevée est spécifié, l'échantillon doit demeurer pendant la durée prescrite dans une étuve uniformément chauffée, satisfaisant à la CEI 60216-4-1.

2.3 Si un essai à basse température est spécifié, les feuilles de spécifications de la CEI 60684-3 peuvent prescrire qu'il soit réalisé à une température de $-t$ °C ou moins. Dans de tels cas, l'opérateur peut réaliser l'essai à la température spécifiée ou à une température inférieure appropriée. Cependant, si l'échantillon ne satisfait pas aux exigences pour une température inférieure à celle spécifiée, l'essai doit être répété à la température spécifiée, avec une tolérance de ±3 K, comme cela est indiqué dans la CEI 60212. Si l'échantillon satisfait à l'essai, on doit alors considérer qu'il a satisfait aux exigences.

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

NOTE – Dans cette norme, les expressions anglaises «bore» et «internal diameter» sont traduites par la même expression française «diamètre intérieur».

3.1 Diamètre intérieur

3.1.1 Nombre d'échantillons

On doit essayer trois échantillons.

3.1.2 Méthode générale

Des calibres cylindriques ou coniques d'un diamètre approprié doivent être utilisés pour établir que le diamètre intérieur se situe entre les valeurs maximales et minimales spécifiées. Le calibre doit entrer dans le diamètre intérieur sans entraîner l'élargissement de la gaine. On peut utiliser un lubrifiant pulvérulent pour mesurer certains types de gaine.

3.1.3 Diamètre intérieur relâché des gaines extensibles tissées

Choisir un mandrin d'acier de 250 mm de longueur ayant le même diamètre que le diamètre minimal relâché spécifié de la gaine.

ISO 974: 1980, *Plastics – Determination of the brittleness temperature by impact*

ISO 1431-1: 1989, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Resistance to ozone cracking – Part 1: Static strain test*

ISO 2921: 1982, *Rubber, vulcanized – Determination of low temperature characteristics – Temperature-retraction procedure (TR test)*

ISO 3261: 1975, *Fire tests – Vocabulary*

ISO 4589-2-2: 1994, *Plastics – Determination of flammability – Part 2: Oxygen index (OI) at room temperature*

ISO 4589-3: 1996, *Plastics – Determination of burning behaviour by oxygen index – Part 3: Elevated-temperature test*

2 Test conditions

2.1 Unless otherwise specified, all tests shall be made under standard ambient conditions according to IEC 60212; i.e., at a temperature between 15 °C and 35 °C and at ambient relative humidity.

In cases of dispute, the tests shall be carried out at a temperature of 23 °C ± 2 K and at (50 ± 5) % relative humidity.

2.2 When heating at elevated temperature is specified for a test procedure, the specimen shall be maintained for the prescribed period in a uniformly heated oven complying with IEC 60216-4-1.

2.3 Where a test at low temperature is specified, the specification sheets of IEC 60684-3 may require it to be carried out at $-t$ °C or lower. In such cases the operator may carry out the test at the specified temperature or any lower temperature which is convenient. If, however, at a temperature below that specified the specimen fails to meet the requirements, the test shall be repeated at the specified temperature, subject to a tolerance of ± 3 K as specified in IEC 60212. If the specimen then passes, it shall be considered to have met the requirements.

3 Measurements of bore, wall thickness and concentricity

NOTE – Within this standard, the terms "bore" and "internal diameter" are interchangeable.

3.1 Bore

3.1.1 Number of test specimens

Three specimens shall be tested.

3.1.2 General method

Plug or taper gauges of appropriate diameter shall be used to establish that the bore lies between the maximum and minimum specified values. The gauge shall enter the bore without causing expansion of the sleeving. A lubricant in powder form will assist when some types of sleeving are being measured.

3.1.3 Relaxed bore of expandable braided sleeving

Select a 250 mm long steel mandrel of the same diameter as the specified minimum relaxed bore of the sleeving.

Insérer complètement le mandrin dans la gaine de façon que la gaine dépasse de 50 mm, au-delà de l'extrémité du mandrin.

A l'extrémité opposée, enrouler un fil autour de la gaine juste après l'extrémité du mandrin afin d'éviter que le mandrin ne s'enfonce plus loin dans la gaine.

Appliquer fermement la gaine sur le mandrin en partant de l'extrémité engagée vers l'extrémité coupée et faire tourner la gaine de façon qu'elle enveloppe le bout du mandrin. Fixer l'enveloppement réalisé avec un fil.

Tracer de manière centrée des lignes repères distantes de 200 mm sur la gaine, en utilisant un moyen de marquage qui ne détériore pas la gaine, par exemple un fluide correcteur d'imprimerie.

Relâcher l'extrémité coupée et permettre à la gaine de se détendre.

Mesurer la distance entre les lignes repères, en millimètres.

Si cette mesure est de 195 mm ou plus, la gaine a alors atteint son diamètre intérieur maximal relâché.

Si cette mesure est inférieure à 195 mm, répéter l'opération avec des mandrins progressivement plus larges jusqu'à ce que la mesure soit supérieure ou égale à 195 mm.

3.1.4 *Diamètre intérieur expansé des gaines extensibles tissées*

Choisir un calibre cylindrique de même diamètre que le diamètre intérieur minimal expansé spécifié.

Fixer la gaine à 50 mm en dessous de l'extrémité coupée.

Fendre l'extrémité coupée de la gaine sur 10 mm et insérer le calibre cylindrique.

Essayer de pousser le calibre cylindrique plus loin en direction de la partie de gaine intacte qui a été fixée.

Si, sans exercer une force excessive, le calibre cylindrique pénètre plus profondément, la gaine a atteint le diamètre intérieur minimal expansé.

Si, sans exercer une force excessive, le calibre ne peut pénétrer plus profondément, répéter l'opération avec des mandrins progressivement plus petits.

3.1.5 *Résultats*

Noter toutes les valeurs mesurées comme résultat.

3.2 *Épaisseur de parois des gaines en textile*

3.2.1 *Nombre d'échantillons*

On doit essayer trois échantillons.

Insert the mandrel completely into the sleeving so that 50 mm of sleeving projects beyond the mandrel at the cut end.

At the opposite end, wrap wire around the sleeving just beyond the end of the mandrel to prevent the mandrel penetrating further into the sleeving.

Smooth the sleeving firmly onto the mandrel from the secured end towards the cut end and twist the sleeving so that it traps the end of the mandrel. Secure by wrapping with wire.

Mark 200 mm gauge lines centrally on the sleeving using a marking medium which does not degrade the sleeving, e.g., typewriter correction fluid.

Release the cut end and allow sleeving to relax.

Measure the distance between gauge lines in millimetres.

If this measurement is 195 mm or greater then the sleeving is of the maximum relaxed bore diameter.

If this measurement is less than 195 mm, repeat the determination with progressively larger mandrels until the measurement is equal to or larger than 195 mm.

3.1.4 *Expanded bore of expandable braided sleeving*

Select a plug gauge of the same diameter as the specified minimum expanded bore.

Grip the sleeving 50 mm below the cut end.

Open the cut end of the sleeving for 10 mm and insert the plug gauge.

Attempt to push the plug gauge further into the undisturbed gripped sleeving.

If the plug gauge enters further without undue force, the sleeving is of the minimum expanded bore.

If the plug gauge does not enter further without undue force, repeat the determination with progressively smaller mandrels.

3.1.5 *Result*

Report all measured values as the result.

3.2 *Wall thickness for textile sleeving*

3.2.1 *Number of test specimens*

Three specimens shall be tested.

3.2.2 Procédure

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 le micromètre doit être juste suffisante pour plaquer la gaine sur le calibre ou le mandrin sur lequel elle est enfilée. L'épaisseur de la paroi doit être calculée en prenant la demi-différence entre la cote hors tout et le diamètre du calibre ou du mandrin.

3.2.3 Résultats

Noter toutes les valeurs mesurées concernant l'épaisseur de paroi, comme résultat.

3.3 Epaisseur de paroi minimale/maximale et concentricité des gaines extrudées

3.3.1 Nombre d'échantillons

On doit essayer trois échantillons.

3.3.2 Epaisseur de paroi

Cette norme ne donne aucune méthode obligatoire pour effectuer ces mesures. A l'aide d'un nombre adéquat d'essais, situer les points sur la paroi qui correspondent aux épaisseurs minimale et maximale des parois.

NOTE – Les méthodes de mesure suivantes ont été jugées appropriées: projecteur optique de profil, comparateur optique, micromètre approprié. En cas de litige, utiliser une des méthodes optiques.

3.3.3 Concentricité

Calculer la concentricité de chaque échantillon de la gaine en utilisant l'équation suivante.

$$\text{concentricité (\%)} = \frac{\text{épaisseur minimale de paroi}}{\text{épaisseur maximale de paroi}} \times 100$$

3.3.4 Résultats

Noter toutes les valeurs mesurées concernant l'épaisseur de paroi minimale et maximale, ainsi que celles relatives à la concentricité comme résultat.

4 Densité

4.1 Nombre d'échantillons

On doit essayer au moins trois échantillons.

4.2 Procédure

Pour déterminer la densité, on peut utiliser toute méthode pouvant garantir une précision de 0,01 g/cm³.

NOTE – Pour les échantillons de faible diamètre intérieur, il convient de les couper dans le sens longitudinal et de les ouvrir de façon à éviter d'emprisonner des bulles d'air pendant les mesures.

3.2.2 Procedure

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. The wall thickness shall be calculated by halving the difference between the overall dimension and the plug gauge or mandrel diameter.

3.2.3 Result

Report all measured values for wall thickness as the result.

3.3 Minimum/maximum wall thickness and concentricity for extruded sleeving

3.3.1 Number of test specimens

Three specimens shall be tested.

3.3.2 Wall thickness

This standard does not give mandatory methods for making this measurement. By means of a suitable number of tests, locate the points on the wall corresponding to the minimum and maximum wall thickness.

NOTE – The following methods of measurement have proved suitable: optical profile projector, optical comparator, a suitable micrometer. In the event of a dispute, use one of the optical methods.

3.3.3 Concentricity

Calculate the concentricity of each specimen of the sleeving by use of the following equation:

$$\text{concentricity (\%)} = \frac{\text{minimum wall thickness}}{\text{maximum wall thickness}} \times 100$$

3.3.4 Result

Report all values for minimum and maximum wall thickness and concentricity as the result.

4 Density

4.1 Number of test specimens

At least three specimens shall be tested.

4.2 Procedure

Any method for the determination of the density may be used which can ensure an accuracy of 0,01 g/cm³.

NOTE – Small bore sleeving specimens should be cut longitudinally and opened out to avoid air entrapment during the determination.

4.3 Résultats

Identifier la méthode choisie pour effectuer l'opération et noter toutes les valeurs mesurées correspondant à la densité; le résultat est la moyenne obtenue, sauf spécification contraire dans les feuilles de spécifications de la CEI 60684-3.

5 Résistance au fendillement après chauffage

5.1 Nombre d'échantillons

On doit essayer trois échantillons.

5.2 Forme des échantillons

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

NOTE – Si des difficultés pratiques ne permettent pas de découper un anneau correct, la hauteur peut être augmentée jusqu'à 2,5 mm, mais pas plus.

5.3 Procédure

Les échantillons doivent être essayés sur un mandrin chanfreiné ayant un angle d'inclinaison de $(15 \pm 1)^\circ$. Les échantillons doivent être maintenus pendant (168 ± 2) h à une température de $70^\circ\text{C} \pm 2\text{ K}$, sauf si une autre température est spécifiée dans la CEI 60684-3, puis refroidis librement à $23^\circ\text{C} \pm 5\text{ K}$. Ils doivent alors être roulés sur le mandrin de manière à les étirer de la valeur du pourcentage du diamètre intérieur nominal spécifié dans la CEI 60684-3. On doit laisser les échantillons dans cette position pendant (24 ± 1) h à la température de $23^\circ\text{C} \pm 5\text{ K}$, puis on les examine pour rechercher des traces éventuelles de fendillement.

5.4 Résultats

Noter s'il y a la moindre trace de fendillement.

6 Choc à la chaleur (résistance à la chaleur)

6.1 Nombre d'échantillons

On doit essayer cinq échantillons.

6.2 Forme des échantillons

Si la résistance à la traction ou l'allongement à la rupture doivent être mesurés, on doit préparer des longueurs de 75 mm de gaine, ou des échantillons conformes à l'article 19.

6.3 Procédure

Les échantillons doivent être suspendus verticalement dans une étuve pendant $4\text{ h} \pm 10\text{ min}$, à la température spécifiée dans la CEI 60684-3.

On doit retirer les échantillons et les refroidir à la température ambiante. On doit alors les examiner pour déceler toute trace de coulure, de fendillement ou d'écoulement. En outre, si cela est spécifié dans la CEI 60684-3, on doit faire l'essai de résistance à la traction et/ou d'allongement à la rupture.

4.3 Result

Identify the method selected for the determination and report all measured values for density; the result is the mean unless specified otherwise in the specification sheets of IEC 60684-3.

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.

NOTE – Where practical difficulties do not permit a square section ring to be cut, the length may be increased to not more than 2,5 mm.

5.3 Procedure

The specimens shall be tested using a tapered mandrel which has an inclined angle of $(15 \pm 1)^\circ$. The specimens shall be maintained for a period of (168 ± 2) h at a temperature of $70^\circ\text{C} \pm 2\text{ K}$ unless another temperature is specified in IEC 60684-3, and then allowed to cool to $23^\circ\text{C} \pm 5\text{ K}$. They shall then be rolled up the mandrel so that they are extended by an amount equal to the percentage of nominal bore specified in IEC 60684-3. The specimens shall be kept in that position and at a temperature of $23^\circ\text{C} \pm 5\text{ K}$ for (24 ± 1) h and then examined for splitting.

5.4 Result

Report whether there is any splitting.

6 Heat shock (resistance to heat)

6.1 Number of test specimens

Five specimens shall be tested.

6.2 Form of test specimens

Lengths of approximately 75 mm of sleeving, or specimens in accordance with clause 19 shall be prepared where tensile strength or elongation at break are to be measured.

6.3 Procedure

The specimens shall be suspended vertically in an oven for $4\text{ h} \pm 10\text{ min}$ at the temperature specified in IEC 60684-3.

The specimens shall be removed and allowed to cool to room temperature. They shall then be examined for any signs of dripping, cracking or flowing. In addition, when so specified in IEC 60684-3, the specimens shall be tested for tensile strength and/or elongation at break.

6.4 Résultats

Noter tous les résultats obtenus par contrôle visuel. Noter toutes les valeurs mesurées concernant la résistance à la traction et/ou l'allongement à la rupture. Le résultat est la valeur centrale, sauf spécification contraire dans les feuilles de spécifications de la CEI 60684-3.

7 Résistance à la chaleur de soudage

7.1 Nombre d'échantillons

On doit essayer trois échantillons.

7.2 Forme des échantillons

On doit utiliser une longueur de gaine de 60 mm et approximativement 150 mm de fil de cuivre étamé dont le diamètre permette un ajustement glissant de la gaine.

Le fil doit être 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 doit être 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 1). 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 doit être coupée à l'extrémité de la gaine. Pas moins de 5 min après avoir recourbé le fil, on doit appliquer 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'éthanol (alcool éthylique) ou de 2-propanol (isopropanol). (Uniquement une colophane non activée, d'acidité supérieure ou égale à 155 mg KOH/g doit être utilisée. L'annexe C de la CEI 60068-2-20 donne une spécification complète.)

7.3 Procédure

L'essai doit commencer dans les 60 min qui suivent l'application du flux, la gaine étant à la température de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ K}$. Le fil doit être maintenu par sa partie horizontale et à 25 mm au moins du coude. La partie verticale doit être immergée au centre du bain de soudure fondue, sur 6 mm de profondeur; il est utile de marquer le fil préalablement. Le fil doit être maintenu dans cette position pendant (15 ± 1) s ou pendant la durée spécifiée dans la CEI 60684-3. Les dimensions minimales du bain de soudure doivent être de 25 mm de diamètre et 12 mm de profondeur et il doit être maintenu à $260\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ K}$ pendant l'essai. Pour subir l'essai de manière satisfaisante, aucun échantillon ne doit se fendre ni s'élargir de manière considérable, une légère fusion étant admise (voir figure 2).

7.4 Résultats

Noter s'il y a des traces de fendillement, d'élargissement ou de fusion excessive.

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

8.1 Nombre et masse des échantillons

On doit essayer trois échantillons, ayant chacun une longueur suffisante pour avoir une masse de (5 ± 1) g.

6.4 Result

Report all results from the visual examination. Report all measured values for tensile strength and/or elongation at break. The result is the central value unless otherwise specified in the specification sheets of IEC 60684-3.

7 Resistance to soldering heat

7.1 Number of test specimens

Three specimens shall be tested.

7.2 Form of test specimen

60 mm lengths 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 1). 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 mass of colophony in 75 % by mass of 2-propanol (isopropanol) or of ethanol (ethyl alcohol), shall be applied to the lower 6 mm of the protruding part of the wire. (Only non-activated colophony shall be used, the acid value of which is not less than 155 mg KOH/g. A full specification is given in appendix C of IEC 60684-2:20.)

7.3 Procedure

With the sleeving at a temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ K}$, the test shall be started within 60 min of the application of the flux. The wire is supported on its horizontal part 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 $(15 \pm 1)\text{ s}$ or as specified in IEC 60684-3. 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 $260\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ during the test. To pass the test, no specimen shall split or widen considerably, slight melting being permissible (see figure 2).

7.4 Result

Report whether there is any splitting, widening or excessive melting.

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 $(5 \pm 1)\text{ g}$.

8.2 Procédure

Les échantillons doivent être conditionnés par chauffage à $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ pendant 1 h, puis mis à refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur. Ensuite, ils doivent être pesés à 0,0002 g près (m_1), puis chauffés dans une étuve ventilée à $600\text{ °C} \pm 10\text{ K}$ pendant 60 min à 75 min. Les échantillons doivent être à nouveau pesés (m_2) après être revenus à la température ambiante sous dessiccateur.

8.3 Calcul

Le pourcentage de perte en masse de chaque échantillon doit être calculé avec la formule:

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

8.4 Résultats

Noter toutes les valeurs mesurées concernant le pourcentage de perte en masse. Le résultat est la valeur centrale, sauf spécification contraire dans les feuilles de spécifications de la CEI 60684-3.

9 Variation longitudinale

9.1 Nombre d'échantillons

On doit essayer trois échantillons.

9.2 Forme des échantillons

Chaque échantillon est constitué par une longueur de 150 mm environ de gaine, coupée proprement et marquée de deux repères, ces repères étant réalisés à l'aide d'un marqueur non destructif du matériau, nominalement distants l'un de l'autre de 100 mm et situés approximativement au centre de l'échantillon. La distance (L_1) entre les repères doit être mesurée avec une précision de 0,5 mm.

9.3 Procédure

Les échantillons doivent être placés horizontalement sur un matériau qui leur permet de se rétablir librement. Ainsi maintenus, ils doivent demeurer dans l'étuve à la température et pendant la durée spécifiée dans la CEI 60684-3.

La gaine doit être ramenée à la température ambiante et la longueur (L_2) entre les repères de nouveau mesurée avec une précision de 0,5 mm.

9.4 Calcul

Calculer la variation longitudinale (LC) à partir de la formule:

$$LC = \frac{L_2 - L_1}{L_1} 100$$

où

L_1 est la longueur d'origine;

L_2 est la longueur après retrait sans contrainte.

8.2 Procedure

The specimens shall be conditioned by heating at $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ 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 $600\text{ °C} \pm 10\text{ K}$ for 60 min to 75 min. After cooling to room temperature in a desiccator, the specimens shall be re-weighed (m_2).

8.3 Calculation

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

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

8.4 Result

Report all calculated values for the percentage loss in mass. The result is the central value unless otherwise specified in the specification sheets of IEC 60684-3.

9 Longitudinal change

9.1 Number of test specimens

Three specimens shall be tested.

9.2 Form of test specimen

Each specimen of sleeving approximately 150 mm long is cut cleanly and marked with two gauge marks, nominally 100 mm apart and approximately centrally placed on the specimen, using a marking medium that is not detrimental to the material. The distance between gauge marks shall be measured to an accuracy of 0,5 mm (L_1).

9.3 Procedure

The specimens shall be supported horizontally on a medium on which they can recover freely. The supported specimens shall be maintained in an oven for the time and at the temperature specified in IEC 60684-3.

The sleeving shall be allowed to cool to room temperature and the distance between the gauge marks re-measured to an accuracy of 0,5 mm (L_2).

9.4 Calculation

Calculate the longitudinal change (LC) from the formula:

$$LC = \frac{L_2 - L_1}{L_1} 100$$

where

L_1 is the original length;

L_2 is the length after unrestricted shrinkage.

9.5 Résultats

Noter toutes les valeurs relatives à la variation longitudinale, comme résultat.

10 Déformation sous charge (résistance à la pression sous température élevée)

10.1 Nombre d'échantillons

On doit essayer trois échantillons.

Les essais ne doivent pas être effectués moins de 16 h après l'extrusion de la gaine.

10.2 Forme des échantillons

Chaque échantillon doit être constitué en fendant la gaine dans sa longueur et en découpant ensuite une portion mesurant environ 10 mm × 5 mm (ou la circonférence totale de la gaine si elle est inférieure à 5 mm), de sorte que le grand axe de l'échantillon soit parallèle à la longueur de la gaine.

10.3 Appareillage

L'appareillage utilisé se compose d'un instrument permettant les mesures à $\pm 0,01$ mm près muni d'une lame d'empreinte rectangulaire de $(0,70 \pm 0,01)$ mm appliquant une force de $(1,2 \pm 0,05)$ N à l'échantillon, sauf spécification contraire à la CEI 60684-3. L'échantillon est placé sur un mandrin métallique de $(6,00 \pm 0,1)$ mm de diamètre maintenu par un bloc en V. Les caractéristiques essentielles de ce montage sont indiquées à la figure 3.

Le montage doit être placé dans une étuve, maintenue à $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ K}$ pendant la durée du chauffage, sauf si la CEI 60684-3 spécifie une autre température. Pour réduire les vibrations, on doit utiliser un four à convection monté sur des pieds antivibratoires adaptés.

10.4 Procédure

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

Avant d'effectuer l'essai, l'ensemble comprenant le mandrin sans l'échantillon doit être placé pendant au moins 2 h dans l'étuve portée à $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ K}$ sauf si une autre température est spécifiée dans la CEI 60684-3.

La lame d'empreinte doit être relevée, l'échantillon placé sur le mandrin, son grand axe parallèle à celui-ci, puis la lame d'empreinte placée doucement sur la surface de l'échantillon.

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

L'ensemble muni de l'échantillon doit demeurer dans l'étuve pendant (60 ± 5) min à la température spécifiée.

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

9.5 Result

Report all values for longitudinal change as the result.

10 Deformation under load (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

Each 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 $\pm 0,01$ mm with a rectangular indenter blade with an edge $(0,70 \pm 0,01)$ mm which applies a load to the specimen of $(1,2 \pm 0,05)$ N, unless otherwise specified in IEC 60684-3. The specimen is placed on a metal mandrel $(6,00 \pm 0,1)$ mm in diameter which is supported on a V block. The essential features of this arrangement are shown in figure 3.

The assembly shall be placed in an oven maintained at $110\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ during the heating period, unless another temperature is specified in IEC 60684-3. 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 3.2, except that the plug gauge and the sleeving sample therein shall be replaced by the test specimen resting on the mandrel. The wall thickness shall be the measured difference between the overall dimensions and the mandrel diameter.

The assembly with mandrel but without the test specimen shall be conditioned for at least 2 h before the test in the oven at $110\text{ °C} \pm 2\text{ K}$, unless another temperature is specified in IEC 60684-3.

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.

NOTE – With small bore sleeveings 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.

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.

La différence entre deux valeurs quelconques des trois mesures effectuées avec la lame reposant sur le mandrin ne doit pas dépasser 0,02 mm.

10.5 Résultats

L'écrasement de l'échantillon doit être la variation de l'épaisseur exprimée en pourcentage par rapport à l'épaisseur initiale.

Le pourcentage d'écrasement doit être la valeur centrale des trois mesures, les deux autres valeurs étant également consignées.

11 Stabilité thermique des gaines en PVC

11.1 Principe

La méthode revient à déterminer la durée de dégagement du chlorure d'hydrogène émis par chauffage du chlorure de polyvinyle (PVC), des copolymères apparentés et des composés dont ils sont la base.

Le dégagement de chlorure d'hydrogène est mis en évidence à l'aide de papier au rouge Congo (ISO 182-1) ou par la variation du pH d'une solution de chlorure de potassium placée dans une cellule de mesure (ISO 182-2).

11.2 Forme des échantillons

11.2.1 Méthode ISO 182-1

Les échantillons doivent pouvoir remplir deux des 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.

11.2.2 Méthode ISO 182-2

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

11.3 Procédure

L'essai doit être effectué selon la méthode ISO 182-1 ou la méthode ISO 182-2. La feuille de spécifications correspondante de la CEI 60684-3 spécifiera quelle méthode est à utiliser ainsi que la température de l'essai et, dans le cas de la méthode ISO 182-2, 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 échantillons

L'essai doit porter sur trois échantillons ayant chacun une longueur suffisante pour avoir une masse de (10 ± 1) g.

12.2 Mode opératoire

Les échantillons doivent être pesés à 0,001 g près (m_1), puis chauffés dans une étuve à $200 \text{ °C} \pm 3 \text{ K}$ pendant (24 ± 1) h. Une bonne méthode consiste à suspendre les échantillons à un fil isolé thermiquement du bâti métallique de l'étuve.

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.

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 PVC sleeving

11.1 *Principle*

This method determines the time taken for hydrogen chloride to be evolved from polyvinyl chloride (PVC), 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 (ISO 182-1) or by the change in pH of a potassium chloride solution contained in a measuring cell (ISO 182-2).

11.2 *Form of test specimen*

11.2.1 *ISO 182-1 method*

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.

11.2.2 *ISO 182-2 method*

To prepare specimens, cut pieces of sleeving approximately 5 mm² to 6 mm² in size and place approximately 1,0 g into each test tube.

11.3 *Procedure*

The test shall be carried out in accordance with either ISO 182-1 or ISO 182-2. The relevant specification sheet IEC 60684-3 will specify which test is to be used, the test temperature and, in the case of ISO 182-2, 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 sufficient length to provide (10 ± 1) g.

12.2 *Procedure*

The specimens shall be weighed to the nearest 0,001 g (m_1) and then heated in an oven at $200\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ 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 échantillons doivent être repesés (m_2) après refroidissement dans un dessiccateur.

12.3 Calcul

La perte de masse, exprimée en pourcentage, de chaque échantillon, doit être calculée par la formule:

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

12.4 Résultats

Noter toutes les valeurs du pourcentage du contenu volatile. Le résultat est la valeur centrale des trois mesures, sauf spécification contraire dans les feuilles de spécifications de la CEI 60684-3.

13 Flexion après chauffage

13.1 Nombre d'échantillons

L'essai doit porter sur trois échantillons d'une longueur suffisante pour être bobinés sur un mandrin d'un diamètre spécifié dans la partie CEI 60684-3 pour le type de gaine essayé.

13.2 Forme des échantillons

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

Si le diamètre intérieur nominal est supérieur à 2 mm mais ne dépasse pas 15 mm (ou toute autre valeur spécifiée dans la CEI 60684-3 pour les types de gaine particuliers), l'échantillon doit être rempli 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 d'autres valeurs spécifiées dans la CEI 60684-3 pour les types de gaine particuliers), l'échantillon doit consister en une bande de gaine de 6 mm de large découpée parallèlement à l'axe longitudinal de la gaine.

13.3 Procédure

Préparé comme indiqué en 13.2, l'échantillon doit être suspendu pendant (48 ± 1) h dans une étuve, maintenue à la température spécifiée dans la CEI 60684-3. Il doit ensuite être retiré de l'étuve et on doit le laisser revenir à la température ambiante.

L'échantillon doit être alors enroulé sans à-coups en une spire complète et jointive sur un mandrin dont le diamètre est donné dans la CEI 60684-3. Pour les bandes découpées, on doit placer la surface intérieure en contact avec le mandrin. La durée du bobinage de la spire ne doit pas dépasser 5 s. L'échantillon doit être maintenu dans cette position pendant 5 s.

On doit alors rechercher à l'oeil nu, sur l'échantillon toujours enroulé sur le mandrin, les traces de fendillement, de décollement du revêtement, ou de séparation des couches.

La CEI 60684-3 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 Calculation

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

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

12.4 Result

Report all values for percentage volatile content. The result is the central value of the three determinations unless otherwise specified in the specification sheets of IEC 60684-3.

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 IEC 60684-3 for the sleeving under test.

13.2 Form of test specimen

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

When the nominal bore exceeds 2 mm but does not exceed 15 mm (or other value as specified in IEC 60684-3 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 IEC 60684-3 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, prepared as described in 13.2, shall be suspended for (48 ± 1) h in an oven maintained at the temperature specified in IEC 60684-3. 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 IEC 60684-3. 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 s.

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

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 IEC 60684-3.

13.4 Résultats

Noter l'existence éventuelle de craquelure, de décollement du revêtement ou de séparation des couches.

14 Flexion à basse température

14.1 Nombre et forme des échantillons

Le nombre et la forme des échantillons doivent être conformes aux prescriptions de l'article 13, à l'exception près que si le diamètre intérieur nominal dépasse 6 mm (au lieu de 15 mm), l'échantillon devra alors se composer d'une bande de gaine large de 6 mm découpée parallèlement à son axe longitudinal. En variante, et sur prescription de la CEI 60684-3, l'essai des gaines d'un diamètre intérieur nominal inférieur ou égal à 6 mm doit se faire sans remplissage.

14.2 Procédure

Préparé suivant les indications du 14.1, l'échantillon est suspendu pendant $4\text{ h} \pm 10\text{ min}$ dans une enceinte maintenue à la température spécifiée dans la CEI 60684-3. Tandis qu'elle est encore à cette température, l'échantillon doit être enroulé sans à-coups en une spire jointive complète sur un mandrin porté à la même température et dont le diamètre est spécifié dans la CEI 60684-3. 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'échantillon doit ensuite être ramené à la température ambiante.

On doit alors rechercher à l'oeil nu, sur l'échantillon toujours enroulé sur le mandrin, les traces de fendillement, de décollement du revêtement ou de séparation des couches.

14.3 Résultats

Noter l'existence éventuelle de craquelure, de décollement du revêtement ou de séparation de couches.

15 Température de fragilité

L'essai est effectué selon l'ISO 974 sur des échantillons préparés comme suit:

Pour les gaines d'un diamètre intérieur nominal inférieur ou égal à 4 mm, l'échantillon doit être constitué par un morceau de gaine de 40 mm de longueur. Pour les diamètres intérieurs supérieurs à 4 mm, l'échantillon doit mesurer 6 mm de largeur sur 40 mm de longueur, la plus grande cote étant prise parallèlement à l'axe longitudinal. Les bandes servant d'échantillons doivent être 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 échantillons

L'essai doit porter sur trois échantillons ayant chacun une longueur d'environ 100 mm.

13.4 *Result*

Report whether there is any cracking, detachment of coating or delamination.

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 6 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 IEC 60684-3, specimens of nominal bore up to and including 6 mm shall be tested unfilled.

14.2 *Procedure*

The specimen, prepared as described in 14.1 shall be suspended for $4\text{ h} \pm 10\text{ min}$ in a chamber maintained at the temperature specified in IEC 60684-3 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 a diameter specified in IEC 60684-3. 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 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 coating or delamination.

14.3 *Result*

Report whether there is any cracking, detachment of coating or delamination.

15 **Brittleness temperature**

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

For sleeving of nominal bore up to 4 mm diameter, the specimen shall be cut in full section 40 mm long. For sleeving of bore larger than 4 mm, the specimen 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 Procédure

Le diamètre intérieur de la gaine doit être mesuré dans l'état élargi de livraison. La gaine doit être ensuite placée pendant (336 ± 2) h dans une étuve ventilée, maintenue à $40\text{ °C} \pm 3\text{ K}$, sauf spécification contraire dans les feuilles correspondantes de CEI 60684-3. La gaine doit alors être retirée de l'étuve pour revenir à la température ambiante et son diamètre intérieur expansé remesuré.

A l'issue de ces mesures et en utilisant la durée et la température spécifiées pour la gaine à essayer dans la CEI 60684-3, on doit laisser la gaine se rétablir complètement. La gaine doit être alors refroidie jusqu'à la température ambiante et le diamètre intérieur recouvré mesuré de nouveau.

16.3 Résultats

Noter, en tant que résultats, toutes les valeurs trouvées pour chacun des trois ensembles de mesures: diamètre intérieur expansé avant et après stockage à température élevée et diamètre intérieur totalement recouvré après stockage à température élevée.

17 Hydrolyse du revêtement

17.1 Nombre d'échantillons

L'essai doit porter sur trois échantillons.

17.2 Forme des échantillons

Chaque échantillon de gaine doit être coupé en longueurs de 40 mm à 50 mm, puis enveloppé dans du papier filtre pour former un bouchon qui doit être poussé pour entrer dans un tube à essai de verre borosilicaté mesurant $125\text{ mm} \times 12\text{ mm}$. Si les dimensions de la gaine l'exigent, les échantillons peuvent être fendus dans leur longueur de manière à pouvoir être enroulés avant de les faire entrer dans le tube à essai.

NOTE – Il est essentiel d'utiliser un tube 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.

17.3 Procédure

L'échantillon doit être poussé au fond du tube à essai où l'on ajoute environ 2 ml d'eau distillée. Un petit morceau de fil de cuivre d'environ 0,6 mm de diamètre doit être ensuite introduit dans le tube, son extrémité proche de l'échantillon étant recourbé 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 une fois scellé. La partie recourbée du fil doit, après retournement du tube, se trouver au-dessus de l'eau et constituer une butée empêchant l'échantillon de tomber dans l'eau.

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

Le tube à essai doit alors être tenu verticalement, l'extrémité scellée vers le bas, et maintenu à $100\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ pendant (72 ± 1) h.

17.4 Résultats

Noter tout écoulement du revêtement, toute adhérence entre gaine et papier comme entre morceaux de gaine, ainsi que toute décoloration du papier.

16.2 Procedure

The bore 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 $40\text{ °C} \pm 3\text{ K}$ unless otherwise specified in the relevant sheet of IEC 60684-3. It shall then be removed from the oven, allowed to cool to ambient temperature and the expanded bore re-measured.

Following this measurement, the sleeving shall be allowed to fully recover, using the time and temperature specified in IEC 60684-3 for the sleeving being evaluated. The sleeving shall then be cooled to ambient temperature and the recovered bore re-measured.

16.3 Result

Report, as the result, all measured values for each of the three sets of measurements: expanded bore before and after storage at elevated temperature, and fully recovered bore after storage at elevated temperature.

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.

NOTE – 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.

17.3 Procedure

The sleeving shall be pushed to the bottom of the test tube and approximately 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.

The test tube shall then be held vertically, with the sealed end downwards, and maintained at $100\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ for (72 ± 1) h.

17.4 Result

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

18 Souplesse

18.1 Nombre et longueur des échantillons

L'essai doit porter sur trois échantillons ayant chacun une longueur d'environ 150 mm.

18.2 Conditionnement

Les échantillons doivent être laissés à eux-mêmes sur une surface plane pendant environ 24 h à la température ambiante de $23\text{ °C} \pm 5\text{ K}$. Par la suite, il convient de manipuler les échantillons aussi peu que possible pour éviter d'accroître leur température.

18.3 Appareillage

On doit utiliser un appareil du type représenté à la figure 4.

Un morceau de fil à coudre, passé dans la gaine, doit être fixé au mandrin. L'échantillon doit lui-même être fixé au mandrin par une pince à vis comme l'indique la figure 4.

NOTE – Un fil à coudre en polyéthylène téréphtalate convient, mais, pour les gaines de 0,5 mm de diamètre intérieur, il peut être nécessaire d'exercer une aspiration ou d'employer une aiguille pour faire passer le fil dans la gaine.

Le mandrin doit pouvoir tourner sur 270° . La masse, spécifiée dans la CEI 60684-3 pour le type particulier de gaine essayée et en fonction de son diamètre intérieur, doit être attachée au fil précité.

Le fil qui sort au bas de la gaine doit passer le long d'une échelle de déviation graduée en millimètres. On doit 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 doit être effectué à $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$, température de la gaine et de l'appareil.

18.5 Procédure

On doit faire pivoter 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 doit être fixée quand le mandrin est dans cette position. On doit faire immédiatement pivoter le mandrin lentement de 270° de manière qu'il se trouve dans la position représentée à la figure 4, en 10 s environ. La déviation doit être notée (30 ± 5) s après la fin de la rotation. S'il existe une courbure, l'essai doit être 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.

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

18.6 Résultats

Noter toutes les valeurs mesurées pour la déviation. Le résultat est la valeur centrale, sauf spécification contraire dans les feuilles de spécifications de la partie CEI 60684-3.

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

Les feuilles de spécifications de la CEI 60684-3 peuvent exiger certains des essais suivants en fonction du type de gaine. Dans certains cas, plusieurs de ces essais suivants peuvent être effectués pendant une même opération:

18 Flexibility

18.1 Number and length of test specimens

Three specimens shall be tested, each approximately 150 mm long.

18.2 Conditioning

The test specimen shall be left loose on a flat surface in an ambient temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ 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 4 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 4.

NOTE – 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.

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 IEC 60684-3 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 plumb line 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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$.

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 4 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.

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

18.6 Result

Report all measured values for deflection; the result is the central value unless otherwise specified in the specification sheets of IEC 60684-3.

19 Tensile strength, tensile stress at 100 % elongation, elongation at break and secant modulus at 2 % elongation

Specification sheets in IEC 60684-3 may stipulate some of the following tests according to the type of sleeving. In some cases, more than one of the following tests can be carried out in the same operation:

- 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'échantillons en haltères;
- résistance à la traction des gaines en tissu de verre non revêtu;
- module sécant à 2 % d'allongement;
- résistance à la traction à 100 % d'allongement;
- résistance à la traction à 100 % d'allongement et à température élevée.

NOTE – Il convient d'utiliser des mâchoires appropriées pour tous ces essais et il convient que les échantillons soient protégés contre les détériorations causées 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'échantillons*

L'essai doit porter sur cinq échantillons.

19.1.2 *Forme des échantillons*

L'échantillon doit être constitué par une longueur suffisante de gaine pour permettre d'en prendre 50 mm entre les mâchoires de la machine d'essai, elle doit être marquée de deux repères parallèles distants de 25 mm au moins, 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 dans la CEI 60684-3, l'échantillon doit être maintenu à la température ambiante de $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ pendant l'heure qui précède immédiatement l'essai, ou pendant une durée plus longue qui permet à l'échantillon d'atteindre cette température.

19.1.4 *Température d'essai*

L'essai doit être effectué à la température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$.

19.1.5 *Procédure*

La surface de la section de l'échantillon doit être calculée à partir des mesures de l'épaisseur de la gaine et de son diamètre intérieur, effectuées selon les prescriptions de l'article 3. Pour les gaines extrudées, l'épaisseur de paroi doit être de:

$$\frac{\text{épaisseur de paroi minimale} + \text{épaisseur de paroi maximale}}{2}$$

L'échantillon doit être monté sur la machine d'essai de traction dans l'alignement de l'axe du sens de traction. Les mâchoires doivent être éloignées à une vitesse constante dont la valeur est spécifiée dans la CEI 60684-3 pour chaque matériau particulier. La plage de travail de la machine d'essai doit être 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, d'un compas ou d'un extensomètre.

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'échantillon se rompt hors de la plage comprise entre les repères, on ne doit pas tenir compte du résultat et l'on procède à un nouvel essai sur un autre échantillon.

- tensile strength and elongation at break of full section sleeving;
- tensile strength and elongation at break of dumb-bell specimens;
- tensile strength of uncoated glass textile sleeving;
- secant modulus at 2 % elongation;
- tensile stress at 100 % elongation;
- tensile stress at 100 % elongation and at elevated temperature.

NOTE – In all these tests appropriate jaws should be used. Specimens should be protected to avoid damage caused by 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.

19.1.2 *Form of test specimen*

The test specimen shall be a length of sleeving sufficient to allow 50 mm between the jaws of the testing machine and shall be marked with two parallel reference lines at least 25 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 IEC 60684-3, the test specimen shall be kept at an ambient temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$ for 1 h immediately before testing, or for a longer time to enable the specimen to reach a temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$.

19.1.4 *Test temperature*

The test shall be made at a temperature of $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$.

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. For extruded sleeving the wall thickness shall be:

$$\frac{\text{minimum wall thickness} + \text{maximum wall thickness}}{2}$$

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 IEC 60684-3 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, callipers or 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 Calculs

La résistance à la traction doit être calculée à partir de la force maximale et de la surface de la section initiale; le résultat est exprimé en mégapascals (MPa):

$$\text{résistance à la traction (MPa)} = \frac{F_{\max.}}{A}$$

où

$F_{\max}$ est la force maximale (N);

A est la surface de la section initiale (mm²).

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

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

où

L est la distance mesurée entre les repères sur l'échantillon allongée à la rupture;

L_0 est la distance initiale entre les repères.

19.1.7 Résultats

Noter toutes les valeurs calculées. Le résultat pour chaque propriété est la valeur centrale, sauf spécification contraire dans les feuilles de spécifications de la CEI 60684-3.

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

Ces essais doivent être effectués comme en 19.1 avec les exceptions suivantes.

19.2.1 Les échantillons doivent être découpés dans les dimensions et les tolérances indiquées à la figure 5, en prenant leur grand axe dans le sens longitudinal de la gaine. Celle-ci doit être fendue dans le sens de sa longueur et aplatie sur un matériau légèrement élastique présentant une surface douce (par exemple cuir, caoutchouc ou carton de bonne qualité) qui repose sur une base plane rigide. L'échantillon doit être découpé dans la gaine aplatie, d'un seul coup de presse équipée d'un emporte-pièce de forme et de dimensions appropriées.

NOTE – Le profil indiqué en figure 5 est celui du type 2 de l'ISO 37.

19.2.2 La largeur et l'épaisseur de la partie centrale à bords parallèles de l'échantillon doivent être mesurées en au moins trois endroits à 0,01 mm près, entre les repères. La surface moyenne de la section doit être 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 des gaines en tissu de verre non revêtu

Cet essai doit être effectué exactement comme en 19.1 avec les modifications suivantes.

19.3.1 La séparation initiale des mâchoires doit être de (100 ± 10) mm et leur vitesse d'éloignement de (25 ± 5) mm/min.

19.1.6 Calculations

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

$$\text{tensile strength (MPa)} = \frac{F_{\max.}}{A}$$

where

$F_{\max.}$ is the maximum load (N);

A is the original cross-sectional area (mm²).

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

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

where

L is the measured distance between the two marks on the stretched specimen at break;

L_0 is the original distance between the marks.

19.1.7 Result

Report all calculated values. The result for each property is the central value unless otherwise specified in the specification sheets of IEC 60684-3.

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

The test shall be carried out as in 19.1 but with the following changes.

19.2.1 Specimens shall be cut to the dimensions and tolerances given in figure 5, with the major axis 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.

NOTE – The profile given in figure 5 is that of type 2 of ISO 37.

19.2.2 The width and thickness of the central parallel portion of the specimen shall be measured between the gauge marks to the nearest 0,01 mm at a minimum of three points. The average cross-sectional area is then determined.

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

19.3 Tensile strength of uncoated glass textile sleeving

The test shall be carried out as in 19.1 but with the following changes.

19.3.1 The initial jaw separation shall be (100 ± 10) mm and the rate of separation of jaws shall be (25 ± 5) mm/min.

L'élongation à la rupture ne doit pas être mesurée et les repères ne sont pas nécessaires.

19.3.2 La surface moyenne de la section doit être calculée à partir du double de l'épaisseur mesurée selon les prescriptions de 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.

Mesurer la largeur de ce ruban. Celle-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

19.4.1 Nombre et forme des échantillons

Trois essais doivent être effectués sur des longueurs de section de gaine complète ou sur des bandes coupées parallèlement à l'axe longitudinal de la gaine. Si l'on utilise des bandes, elles doivent avoir un rapport largeur sur épaisseur d'au moins 8:1. La surface de la section est déterminée conformément au 19.2.2.

19.4.2 Procédure

- Le module sécant doit être calculé à partir d'une mesure de la force de traction nécessaire pour entraîner un allongement de 2 % de la distance entre les mâchoires ou les repères.
- Selon la méthode de mesure choisie, la longueur de l'échantillon entre les mâchoires ou entre les repères ne doit pas être inférieure à 100 mm ni supérieure à 250 mm.
- L'allongement peut être mesuré au moyen d'un extensomètre ou de la séparation des mâchoires; l'allongement doit être mesuré à 2 % près.
- La vitesse d'allongement doit être de $(0,1 \pm 0,03)$ mm/min par millimètre de distance entre mâchoires (par exemple 25 mm/min pour une distance entre les mâchoires de 250 mm).
- Il peut être nécessaire d'appliquer une force de traction initiale (F) pour raidir l'échantillon. Cette force ne doit pas dépasser 3 % de la valeur finale.
- La force doit croître jusqu'à ce que l'allongement entre les mâchoires ou entre les repères atteigne 2 %. La force (F_1) nécessaire pour produire cet allongement doit être consignée.

19.4.3 Calcul

Le module sécant de l'échantillon considérée doit se calculer comme suit.

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

où

- A est la surface moyenne de la section initiale de l'échantillon (mm²) (déterminée comme spécifié en 19.2.2);
- F_1 est la force nécessaire pour obtenir l'allongement de 2 % (N);
- F est la force appliquée initialement pour raidir l'échantillon (N).