

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Live working – Electrical insulating sleeves

Travaux sous tension – Protège-bras isolants électriques





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 60984

Edition 2.0 2014-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Live working – Electrical insulating sleeves

Travaux sous tension – Protège-bras isolants électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 13.260; 29.240.20; 29.260.99

ISBN 978-2-8322-1782-5

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	8
4 Requirements	9
4.1 General.....	9
4.2 Classification	9
4.3 Physical requirements.....	10
4.3.1 Composition	10
4.3.2 Shape.....	10
4.3.3 Dimensions.....	11
4.3.4 Thickness	12
4.3.5 Workmanship and finish.....	12
4.4 Mechanical, climatic and environmental requirements.....	12
4.5 Electrical requirements	13
4.6 Marking.....	13
4.7 Packaging.....	13
4.8 Instructions for use	14
5 Tests	14
5.1 General.....	14
5.2 Visual and dimensional inspection	14
5.2.1 General	14
5.2.2 Classification	14
5.2.3 Composition	14
5.2.4 Shape.....	14
5.2.5 Dimensions.....	15
5.2.6 Thickness	15
5.2.7 Workmanship and finish.....	16
5.3 Marking.....	16
5.3.1 Visual and dimensional inspection	16
5.3.2 Durability of marking.....	16
5.4 Packaging and instructions for use.....	17
5.5 Mechanical tests	17
5.5.1 General	17
5.5.2 Tensile strength and elongation at break	17
5.5.3 Resistance to mechanical puncture	18
5.5.4 Tension set.....	20
5.6 Dielectric tests	21
5.6.1 Type test	21
5.6.2 Alternative tests in case of sleeves having completed the production phase	23
5.7 Ageing tests.....	24
5.8 Thermal tests.....	24
5.8.1 Low temperature test.....	24
5.8.2 Flame retardancy test.....	25

5.9	Tests on sleeves with special properties	26
5.9.1	Category A – Acid resistance	26
5.9.2	Category H – Oil resistance	26
5.9.3	Category Z – Ozone resistance	26
5.9.4	Category C – Extremely low temperature resistance	27
6	Conformity assessment of sleeves having completed the production phase	27
7	Modifications	27
Annex A	(informative) In-service recommendations	28
A.1	General	28
A.2	Storage prior to issue and between use	28
A.3	Examination before use	28
A.4	Temperature	28
A.5	Precautions in use	28
A.6	Periodic inspection and electrical retesting	29
A.6.1	General	29
A.6.2	Electrical retesting – Additional mounting methods for the sleeves	29
Annex B	(normative) Suitable for live working; double triangle (IEC 60417-5216:2002-10)	33
Annex C	(normative) Chronological order for type tests	34
C.1	General	34
C.2	Group size requirements	36
C.2.1	Group 1	36
C.2.2	Group 2	36
C.2.3	Group 3	36
C.2.4	Group 4 – Additional test for sleeves of category A	36
C.2.5	Group 5 – Additional test for sleeves of category H	36
C.2.6	Group 6 – Additional test for sleeves of category Z	36
Annex D	(informative) Guidelines for the selection of the class of sleeve in relation to a.c. nominal voltage of a system	37
Annex E	(informative) Recommendations for d.c. electrical tests and voltage use	38
E.1	General	38
E.2	DC dielectric tests	38
E.2.1	Test equipment	38
E.2.2	Test procedure	38
E.3	Recommended maximum use voltage in d.c. installations	39
Annex F	(normative) Liquid for tests on sleeves of category H – Oil resistance	40
F.1	Particularities of liquid 102	40
F.2	Characteristics of oil no. 1	40
Annex G	(normative) Classification of defects and tests to be allocated	41
Annex H	(informative) Rationale for the classification of defects	42
Bibliography		43
Figure 1	– Style A: straight taper sleeve	10
Figure 2	– Style B, curved elbow sleeve	11
Figure 3	– Dial-micrometer for measuring sleeve thickness	16
Figure 4	– Dumb-bell test piece for mechanical tests (plan view)	17
Figure 5	– Test plates and needle for resistance to mechanical puncture	19

Figure 6 – Water electrodes, straight mounting	22
Figure 7 – Set-up for low and extremely low temperature folding tests	24
Figure 8 – Flame retardancy test set-up	25
Figure A.1 – Water electrodes, inverted mounting	30
Figure A.2 – Water electrodes, sling mounting	31
Figure A.3 – Dry electrodes, straight mounting	32
Table 1 – Special properties	9
Table 2 – Dimensions*	11
Table 3 – Maximum sleeve thickness	12
Table 4 – Sampling plan	18
Table 5 – Clearance between electrodes	21
Table 6 – Test voltage	23
Table C.1 – General type test procedure.....	35
Table D.1 – Designation of maximum use a.c. voltage	37
Table E.1 – Clearance between electrodes	38
Table E.2 – DC test voltage	39
Table E.3 – Maximum use voltage	39
Table F.1 – Characteristics of oil no. 1.....	40
Table G.1 – Classification of defects and associated requirements and tests	41
Table H.1 – Justification for the type of defect	42

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**LIVE WORKING –
ELECTRICAL INSULATING SLEEVES****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60984 has been prepared by IEC technical committee 78: Live working.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1990 and its Amendment 1 published in 2002. It constitutes a technical revision.

The major changes are:

- removal of the requirement for an area to mark the date of inspection;
- only the straight mounting method with water electrodes is specified for the dielectric type test;
- the d.c. electric tests are no longer included in the normative part of the document, but a d.c. test is suggested at the production level where a d.c. use of sleeves is expected, as presented in a new informative Annex E;
- preparation of the elements of evaluation of defects, and general application of IEC 61318:2007;

- the normative Annex E on sampling procedure has been deleted (not applicable according to IEC 61318:2007);
- the informative Annex F on acceptance and complementary tests has been deleted (consideration now included in IEC 61318:2007);
- in the new normative Annex F, updating of the characteristics of the liquid specified for tests on sleeves of category H, according to the latest edition of ISO 1817;
- introduction of a new normative Annex G on classification of defects;
- introduction of a new informative Annex H on the rationale for the classification of defects;
- review of the annex on in-service recommendations;
- for periodic electrical retesting, recommended voltage limit of the dielectric test methods to 10 kV except in case of the test method with water electrodes and straight mounting;

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

FDIS	Report on voting
78/1042/FDIS	78/1055/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.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

Terms defined in Clause 3 are given in italic print throughout this standard.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

This document has been prepared according to the requirements of IEC 61477 where applicable.

The product covered by this standard may have an impact on the environment during some or all stages of its life cycle. These impacts can range from slight to significant, be of short-term or long-term, and occur at the global, regional or local level.

Except for a disposal statement in the Instructions for use, this standard does not include requirements and test provisions for the manufacturers of the product, or recommendations to the users of the product for environmental improvement. However, all parties intervening in its design, manufacture, packaging, distribution, use, maintenance, repair, reuse, recovery and disposal are invited to take account of environmental considerations.

LIVE WORKING – ELECTRICAL INSULATING SLEEVES

1 Scope

This International Standard is applicable to *electrical insulating sleeves* for the protection of workers from accidental contact with live electrical conductors, apparatus or circuits.

The products designed and manufactured according to this standard contribute to the safety of the users provided they are used by skilled persons, in accordance with safe methods of work and the instructions for use.

Unless otherwise stated, in this standard the term “sleeve” is used for “*electrical insulating sleeve*”.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

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

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 61318:2007, *Live working – Conformity assessment applicable to tools, devices and equipment*

IEC 61477, *Live working – Minimum requirements for the utilization of tools, devices and equipment*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61318 as well as the following apply.

3.1

elastomer

macromolecular material which returns rapidly to its initial dimensions and shape after substantial deformation by a weak stress and release of the stress

Note 1 to entry: The definition applies under room temperature test conditions.

[SOURCE: ISO 472: 2013, 2.327]

3.2

electrical insulating sleeve

sleeve made of *elastomer* used in conjunction with an electrical insulating glove to extend protection against electric shock to the upper arm

Note 1 to entry: *Electrical insulating sleeves* are designed to protect the worker against inadvertent contacts with live parts.

Note 2 to entry: The length of the sleeve does not provide protection up to the armpit

[SOURCE: IEC 60743:2013, 8.1.4, modified – The definition is in line with the composition requirements of the standard for the type of insulating material. The note 2 to entry has been added to clarify the type of protection offered.]

3.3

formally trained and qualified person

competent person possessing the appropriate practical and theoretical knowledge and having adequate skill and experience to enable the person to perform the required periodic testing, interpret the resultant information and from that information determine that the *electrical insulating sleeve* is safe to use, and report the importance of any defect found or suspected in relation to the safety and continued use of the *electrical insulating sleeve*

3.4

nominal voltage of a system

suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21]

4 Requirements

4.1 General

The following requirements have been prepared in order that the products covered by this standard are designed and manufactured to contribute to the safety of the users, provided they are used by persons skilled for live working, in accordance with safe method of work and the instructions for use.

4.2 Classification

The sleeves covered by this standard shall be designated as follows:

- by class as class 0, class 1, class 2, class 3 and class 4;
- by style as style A (Straight taper) and style B (Curved elbow);
- by special properties, by the addition of a suffix to the class of the sleeve as shown in Table 1:

Table 1 – Special properties

Category	Resistant to
A	Acid
H	Oil
Z	Ozone
S ^a	Oil and ozone
C	Extremely low temperature
^a Category S combines the characteristics of Categories H and Z.	

Guidance as to temperature range at which sleeves can be used is given in Annex A.

4.3 Physical requirements

4.3.1 Composition

The sleeves shall be manufactured of *elastomer* and produced by a seamless process. The holes provided in sleeves, for the purposes of strap or harness attachments, shall have non-metallic reinforcement. The holes shall fit the fixing device of the sleeve harness and should be nominally 8 mm in diameter.

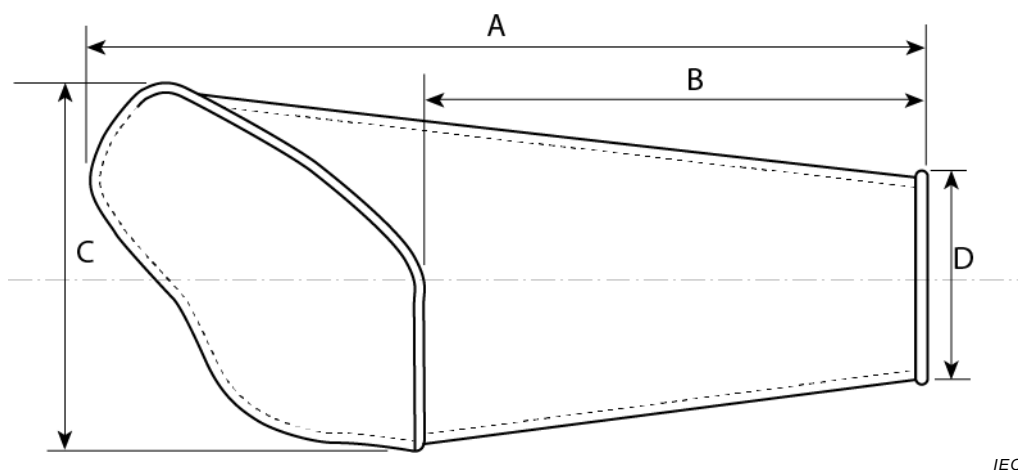
The cuff and the large opening shall have reinforced edges.

4.3.2 Shape

The shape of the straight taper sleeve (style A) is indicated in Figure 1.

The shape of the curved elbow sleeve (style B) is indicated in Figure 2.

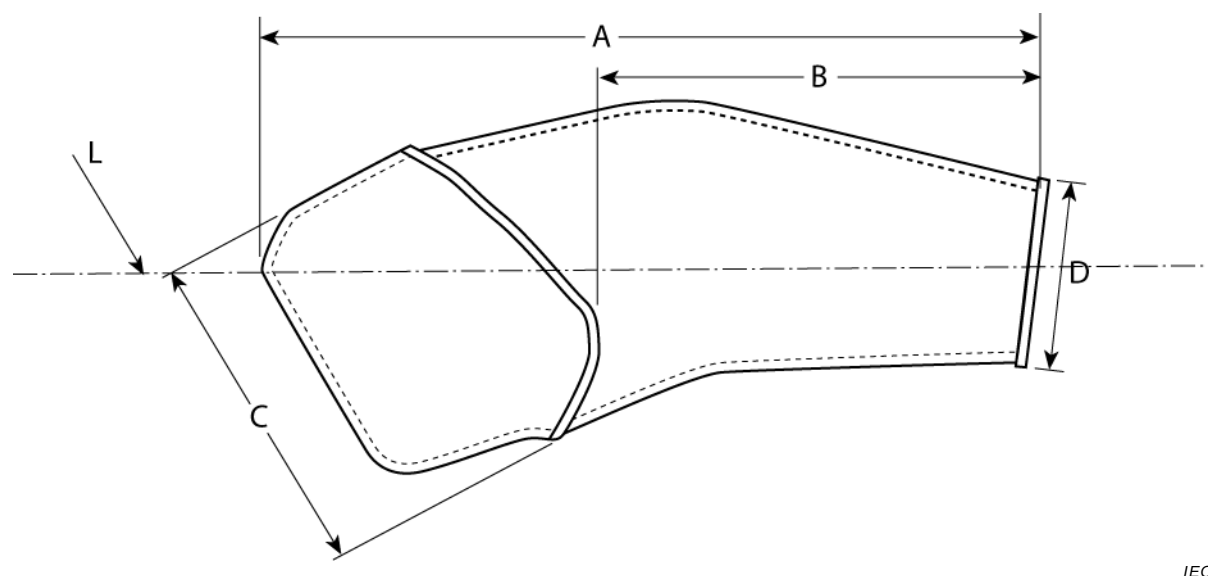
The taper of sleeves should be uniform.



Key

- A overall length
- B underarm length
- C opening width
- D cuff width

Figure 1 – Style A: straight taper sleeve



IEC

Key

- A overall length L orientation line
 B underarm length
 C opening width
 D cuff width

Figure 2 – Style B, curved elbow sleeve**4.3.3 Dimensions**

Table 2 gives the standard dimensions and tolerances of sleeves. The dimensions are also shown in Figures 1 and 2.

NOTE Additional dimensions may be available following agreement between manufacturer and client.

Table 2 – Dimensions*

Style	Size	Dimensions mm			
		A	B	C	D
Style A (Figure 1) (straight taper)	Small	630	370	270	140
	Medium	670	410	290	140
	Large	720	450	330	175
	Extra large	760	500	340	175
Style B (Figure 2) (curved elbow)	Small	630	370	290	145
	Medium	670	410	310	145
	Large	710	420	330	175
	Extra large	750	460	330	180
Tolerances shall be as follows: Dimension A: ± 15 mm; Dimension B: ± 15 mm; Dimension C: ± 15 mm; Dimension D: ± 5 mm.					

4.3.4 Thickness

The minimum thickness shall be determined only by the ability to pass the dielectric tests defined in 5.6.

The maximum thickness of the sleeve on the flat surface (not ribbed area, if present) of a sleeve shall be as given in Table 3 in order to obtain appropriate flexibility.

Table 3 – Maximum sleeve thickness

Class	Thickness mm
0	1,00
1	1,50
2	2,50
3	2,90
4	3,60

Sleeves of categories A, H, and Z may require additional thickness which shall not exceed 0,6 mm.

4.3.5 Workmanship and finish

Sleeves shall be free on both inner and outer surfaces from harmful physical irregularities that can be detected by thorough test and inspection.

Harmful physical irregularities shall be defined as any feature that disrupt the uniform, smooth surface contour, such as pinholes, cracks, blisters, cuts, conductive embedded foreign matter, creases, pinch marks, voids (entrapped air), prominent ripples and prominent mould marks.

Non-harmful physical irregularities shall be defined as surface irregularities present on the inner and outer surfaces of the sleeve due to imperfections on forms or molds and inherent difficulties in the manufacturing process. These irregularities may appear as mould marks that look like cuts even though they are actually a raised ridge of material, indentations, protuberances, embedded foreign matter, or colour splashes that are acceptable provided that:

- the depression is not larger than 1,6 mm in diameter, has rounded edges and no visible break in the surface, and cannot be seen on the opposite side when stretched over the thumb;
- there are not more than five depressions as described in a) anywhere on the sleeve and any two are separated by at least 15 mm;
- the indentations, protuberance or mould marks tend to blend into a smooth slope upon stretching of the material;
- the small projections or protuberances represent only a small amount of excess material that cannot be readily removed with the finger and these projections do not appreciably affect the stretching of the material.

4.4 Mechanical, climatic and environmental requirements

Sleeves shall withstand the mechanical, climatic and environmental stresses specified in this standard.

Sleeves with one or more special categories (see Table 1) shall support any related stresses.

4.5 Electrical requirements

Sleeves shall be capable of withstanding the corresponding electrical stresses according to its electrical class.

4.6 Marking

Each sleeve which is claimed to comply with the requirements of this standard shall bear a label and/or marking giving the following information:

- symbol IEC 60417-5216:2002-10 – Suitable for live working; double triangle (see Annex B);

NOTE The exact ratio of the height of the figure to the base of the triangle is 1,43. For the purpose of convenience, this ratio can be between the values of 1,4 and 1,5.

- number of the relevant IEC standard immediately adjacent to the symbol (IEC 60984);
- name, trade mark, or identification of the manufacturer;
- category if applicable;
- size;
- class;
- "right" or "left";
- month and year of manufacture.

To minimize problems of marking and identification, the following standard abbreviations may be used:

small (S), medium (M), large (LG), extra large (XLG).

Class 0, Class 1, Class 2, Class 3 and Class 4, right or left shall not be abbreviated.

Marking shall be clearly visible and legible to a person with normal or corrected vision without additional magnification.

The marking or label shall not impair the quality of the sleeve. It shall be durable and shall remain visible after being subjected to a durability test (see 5.3.2).

Any additional marking or label shall be subject to agreement between the manufacturer and the customer.

When a colour code is used for the symbol (double triangle), it shall correspond to the following:

- class 0 – red;
- class 1 – white;
- class 2 – yellow;
- class 3 – green;
- class 4 – orange.

4.7 Packaging

Each pair of sleeves shall be packaged in an individual container or package of sufficient strength to so far as is reasonably practicable, properly protect the sleeves from damage when transported, handled and stored in accordance with the manufacturers instructions.

The outside of the container or package shall be marked with the name of the manufacturer or supplier, classification, category, size, length, and style.

The type of packaging suitable for transport shall be defined by the manufacturer.

4.8 Instructions for use

The manufacturer shall provide written instructions for use with each packaging of sleeves covered by this standard.

The instructions for use shall include as a minimum, information such as storage, handling, disposal, repair and periodic testing and reference to the standard with its date of publication. Additional information may be provided.

These instructions shall be prepared in accordance with the general provisions of IEC 61477.

5 Tests

5.1 General

The present standard provides testing provisions to demonstrate compliance of the product to the requirements of Clause 4. These testing provisions are primarily intended to be used as type test for validation of the design input. Where relevant, alternative means (calculation, examination, tests, etc.), are specified within the test clauses for the purpose of sleeves having completed the production phase.

The allocation of the sleeves into various testing groups, the quantity required and the order in which the type tests are carried out are given in Annex C.

Sleeves shall pass all type tests.

Sleeves which have been subjected to type tests shall not be reused.

Unless otherwise specified, sleeves for type test shall be preconditioned for a period of $2 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ at a temperature of $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $50 \% \pm 5 \%$ relative humidity.

Where relevant, testing equipments shall comply with IEC 60060-1. Measuring systems shall comply with IEC 60060-2 unless otherwise specified.

NOTE It is essential that the tests are done by a competent test facility.

5.2 Visual and dimensional inspection

5.2.1 General

Visual inspection shall be carried out by a person with normal or corrected vision without additional magnification, under normal lighting conditions.

5.2.2 Classification

It shall be checked by visual inspection that the requirements of 4.2 are fulfilled.

5.2.3 Composition

It shall be checked by visual inspection that the requirements of 4.3.1 are fulfilled.

5.2.4 Shape

The shape of the sleeve shall be verified by visual inspection (see 4.3.2).

5.2.5 Dimensions

5.2.5.1 Straight taper sleeves

Dimensions of straight taper sleeves, as illustrated in Figure 1, shall be determined with the sleeve in a flat condition (that is, with one side firmly and uniformly pressed against the other). A convenient device for measuring is a board with a centre line upon which the sleeve is placed on.

- Dimension A – The overall length shall be measured from the outside edge of the cuff to the upper end of the large opening, parallel to the centre line.
- Dimension B – The underarm length shall be measured from the outside edge of the cuff to the lower end of the large opening along the centre line.
- Dimension C – The large opening width shall be measured as the maximum width at the large opening minus twice the sleeve thickness.
- Dimension D – The cuff width shall be measured as the outside width above the reinforcing edge at the cuff, minus twice the sleeve thickness.

The test shall be considered as passed if the requirements of 4.3.3 are fulfilled.

5.2.5.2 Curved elbow sleeves

Dimensions of curved elbow sleeves, as illustrated in Figure 2, shall be determined with the sleeve in a flat condition (that is, with one side firmly and uniformly pressed against the other). The sleeve shall be oriented along a line from the midpoint of the cuff through the centre of the uppermost button hole.

- Dimension A – The overall length shall be measured from the outside edge at the midpoint of the cuff to the upper end of the large opening, parallel to the orientation line.
- Dimension B – The underarm length shall be measured from the outside edge at the midpoint of the cuff to the lowest point of the large opening, parallel to the orientation line.
- Dimension C – The large opening width shall be measured as the maximum width at the large opening minus twice the sleeve thickness.
- Dimension D – The cuff width shall be measured as the outside width above the reinforcing edge at the cuff, minus twice the sleeve thickness.

The test shall be considered as passed if the requirements of 4.3.3 are fulfilled.

5.2.6 Thickness

Thickness measurements shall be made at eight or more points uniformly distributed over the total area of the sleeve.

Measurements shall be made with a micrometer (see Figure 3). The micrometer shall be graduated to within 0,02 mm, have an anvil of 6 mm in diameter, and a presser foot 3,17 mm $\pm$ 0,25 mm in diameter. The presser foot shall exert a total force of 0,83 N $\pm$ 0,03 N. Sufficient support shall be given the sleeve so that it will present an unstressed flat surface between the anvil faces of the micrometer.

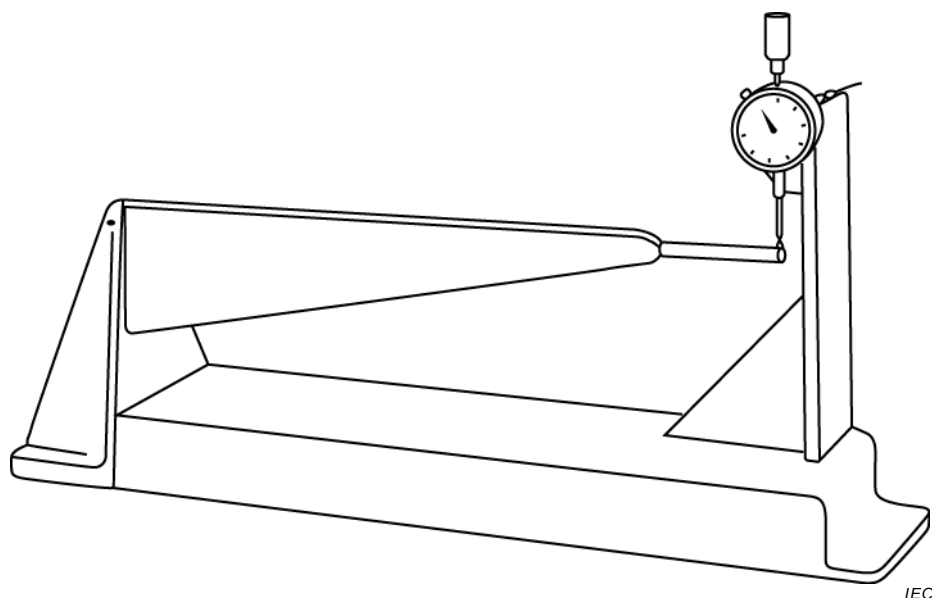


Figure 3 – Dial-micrometer for measuring sleeve thickness

The test shall be considered as passed if the requirements of 4.3.4 are fulfilled.

5.2.7 Workmanship and finish

The workmanship and finish shall be verified by visual inspection and, when found necessary, by dimensional inspection. The test shall be considered as passed if the requirements of 4.3.5 are satisfied.

5.3 Marking

5.3.1 Visual and dimensional inspection

Compliance with the requirements of 4.6 shall be verified by visual and dimensional inspection.

5.3.2 Durability of marking

The durability of marking shall be checked by rubbing vigorously for 15 s with a piece of lint-free cloth soaked in soapy water and then rubbing it for a further 15 s with a piece of lint-free cloth soaked in isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$).

It is the employer's duty to ensure that any relevant legislation and any specific safety instructions regarding the use of isopropanol are fully observed.

The test shall be considered as passed if the items of marking remain legible and the letters do not smear.

Marking produced by an engraving or moulding process shall be deemed to comply without a test for durability.

5.4 Packaging and instructions for use

The packaging and complete supply of the information required in 4.7 and 4.8 shall be verified by visual inspection.

5.5 Mechanical tests

5.5.1 General

All mechanical tests shall be performed on test pieces which have been conditioned in accordance with ISO 23529.

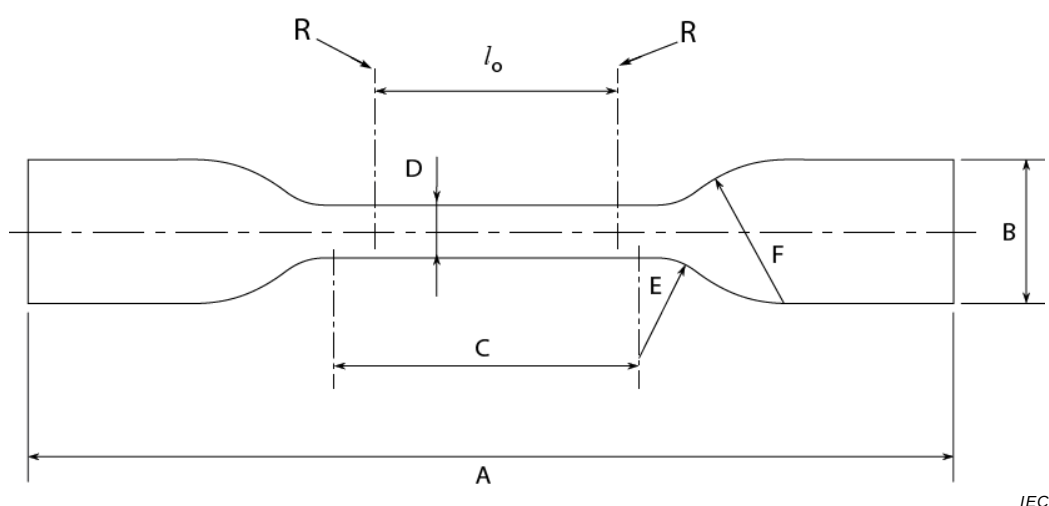
NOTE The properties of vulcanized elastomeric materials change continuously with time, these changes being particularly rapid in the period immediately following vulcanization.

5.5.2 Tensile strength and elongation at break

5.5.2.1 Type test

Four dumb-bell test pieces each having the outline shown in Figure 4 shall be cut from the sleeve under test, one from the outer and one from the inner part of the sleeve at each end.

Reference lines, 20 mm apart (l_o), shall be marked on these test pieces, symmetrically placed on the narrow part of the dumb-bell (see Figure 4).



Key	Dimensions mm
A	75
B	$12,5 \pm 1,0$
C	25 ± 1
D	$4 \pm 0,1$
E	$8 \pm 0,5$
F	$12,5 \pm 1$
l_o	20
R	Reference line

Figure 4 – Dumb-bell test piece for mechanical tests (plan view)

The test pieces shall be tested in a tensile testing machine which shall be power driven at a sufficient speed to maintain the rate of traverse of the driven grip substantially constant up to

the maximum force capacity of the machine. The rate of traverse shall be 500 mm/min $\pm$ 50 mm/min

The tensile strength shall be calculated by dividing the force at break by the initial area of the cross section under test. The machine should be equipped to give a continuous indication of the force applied to the test piece and a graduated scale to measure the elongation. After the test piece has been broken, the machine should give a permanent indication of the maximum force and where possible the maximum elongation.

The test shall be considered as passed if the average of the four test pieces is not less than 14 MPa.

The elongation at break shall be calculated by subtracting the initial distance between the reference lines on the test piece from the distance between the lines at breaking point and expressing the result as a percentage of the initial distance.

The test shall be considered as passed if the average of the four test pieces is not less than 600 %.

5.5.2.2 Alternative tests in case of sleeves having completed the production phase

At the production stage, it is not possible to perform the test of 5.5.2.1 which is destructive.

Nevertheless, the manufacturer shall prove that he has followed the same documented manufacturing procedure as per the type-tested sleeve.

The manufacturer shall document components that could affect tensile strength and elongation at break performance.

Moreover, a sampling test in accordance with 5.5.2.1 shall be performed with the sampling plan specified in Table 4. When lot size is less than sampling size, the lot manufactured shall be great enough to provide the required sample, e.g. a lot of 2 will require a minimum lot size of 3.

Table 4 – Sampling plan

Lot Unit = 1 sleeve	Sample size	Number of defects for acceptance	Number of defects for rejection
2 to 90	3	0	1
91 to 3 200	13	1	2
3 201 to 35 000	20	2	3

5.5.3 Resistance to mechanical puncture

5.5.3.1 Type test

Two circular test pieces 50 mm in diameter shall be cut from the sleeve and each shall be clamped between two flat 50 mm diameter test plates. The top plate shall have a circular opening 6 mm in diameter and the bottom plate a 25 mm diameter circular opening. The edges of both openings shall be rounded to a radius of 0,8 mm (see Figure 5).

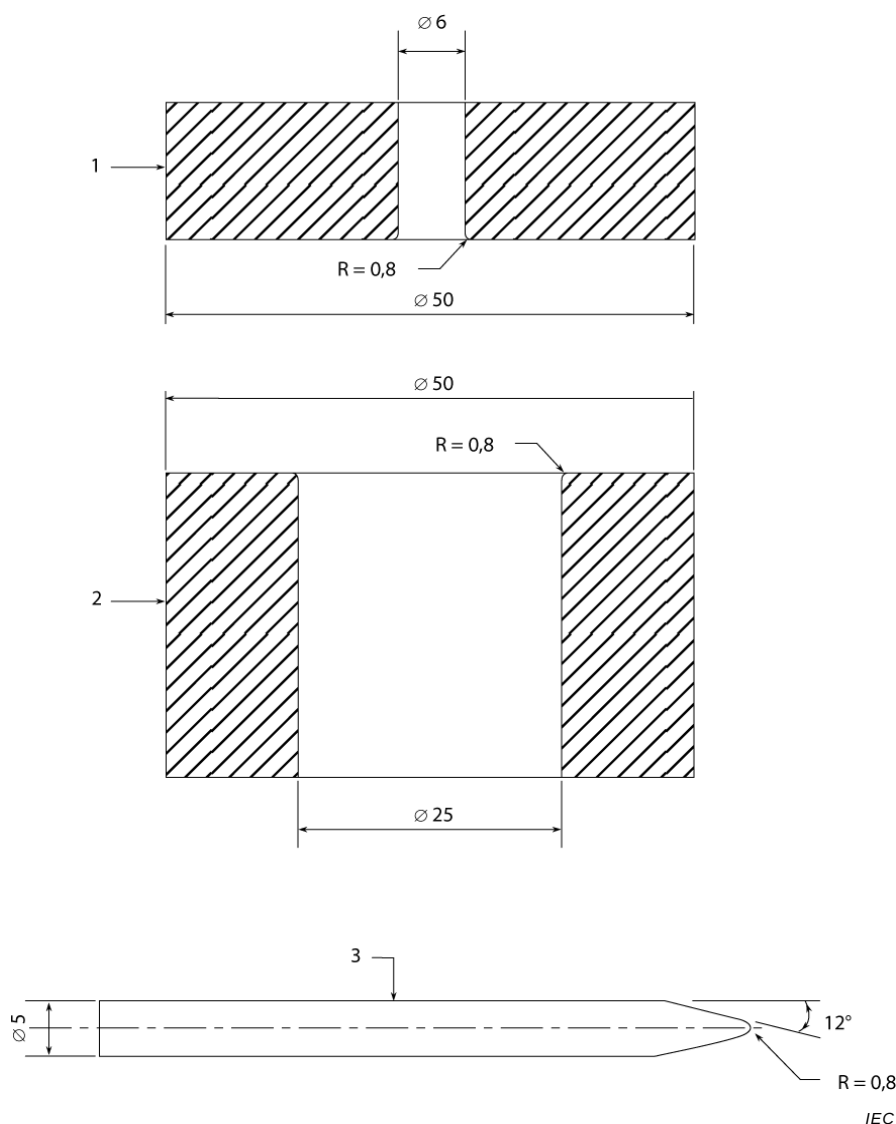
A needle shall be produced from 5 mm diameter metal rod and one end shall be machined to produce a taper with an included angle of 12° and with the tip rounded to a radius of 0,8 mm (see Figure 5). The needle shall be clean at time of use.

The needle shall be positioned perpendicularly above the test piece (clamped between the plates) and shall be driven into and through the test piece. The rate of traverse shall be 500 mm/min $\pm$ 50 mm/min. The force required to puncture the test piece shall be measured.

The puncture resistance shall be calculated by dividing the puncturing force by the thickness of the test piece.

The test shall be considered as passed if each mechanical puncture resistance is greater than 18 N/mm.

Dimensions in millimetres except for angles



Key

- 1 top plate
- 2 bottom plate
- 3 needle

Figure 5 – Test plates and needle for resistance to mechanical puncture

5.5.3.2 Alternative tests in case of sleeves having completed the production phase

At the production stage, it is not possible to perform the test of 5.5.3.1 which is destructive.

Nevertheless, the manufacturer shall prove that he has followed the same documented manufacturing procedure as per the type-tested sleeve.

The manufacturer shall document components that could affect puncture resistance performance.

Moreover, a sampling test in accordance with 5.5.3.1 shall be performed with the sampling plan specified in Table 4.

5.5.4 Tension set

5.5.4.1 Type test

Three test pieces, having the outline shown in Figure 4 shall be cut from each sleeve under test, one from each side near the wrist end and one from near the underarm end. The test pieces shall be fitted in a straining device consisting of a metal rod or other suitable guide fitted with a pair of holders, one fixed and one movable for the ends of the test piece.

The measurement of the unstrained reference length (shown as l_0 in Figure 4) shall be checked to the nearest 0,1 mm and the test-piece shall be placed in the holder. The test piece shall be extended at a speed of between 2 mm/s and 10 mm/s to a $400 \% \pm 10 \%$ elongation and held for 10 min. After this time, the strain shall be released at a speed of between 2 mm/s and 10 mm/s, and then the test piece shall be removed from the holders and laid free on a flat surface. After a 10 min recovery time, the reference length shall be measured again.

The tension set is calculated as a percentage of the initial strain as follows:

$$Tension\ set = 100 \frac{l_1 - l_0}{l_s - l_0}$$

where

l_0 is the original unstrained reference length;

l_s is the strained reference length;

l_1 is the reference length after recovery.

The test shall be considered as passed if the tension set does not exceed 15 %.

5.5.4.2 Alternative tests in case of sleeves having completed the production phase

At the production stage, it is not possible to perform the test of 5.5.4.1 which is destructive.

Nevertheless, the manufacturer shall prove that he has followed the same documented manufacturing procedure as per the type-tested sleeve.

The manufacturer shall document components that could affect the tension set performance.

Moreover, a sampling test in accordance with 5.5.4.1 shall be performed with the sampling plan specified in Table 4.

5.6 Dielectric tests

5.6.1 Type test

5.6.1.1 General

Dielectric testing shall be carried out using an a.c. power source in accordance with the requirements given in IEC 60060-1 and at a temperature of $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and 45 % to 75 % relative humidity (see IEC 60212, "standard ambient").

For type test, the sleeves shall be conditioned for moisture absorption by immersion in water for a period of $16\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$. The immersion shall be carried out without trapping air. Following the conditioning, the sleeves shall be dried for $0,2\text{ h} \pm 0,1\text{ h}$ at $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The apparatus shall consist of an air oven in which there is a circulation of air providing between 3 to 10 changes per hour. The incoming air shall be at $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

The a.c. dielectric tests shall be conducted within 1 h after completion of conditioning.

The peak (crest) or rms value of the a.c. voltage shall be measured with an error of not more than 3 %.

All dielectric tests shall be performed on sleeves right side out. The clearance between electrodes shall be as specified in Table 5.

Table 5 – Clearance between electrodes

Class of sleeves	Clearance mm
0	80
1	80
2	130
3	180
4	260
NOTE 1 Clearance is the shortest electrical path from electrode to electrode around the open edge of the sleeve. Permissible tolerance is $\pm 25\text{ mm}$.	
NOTE 2 In those cases where atmospheric conditions make the specified clearances impractical, the clearance may be increased by a maximum of 50 mm.	

5.6.1.2 Water electrodes, straight mounting

One method of mounting sleeves is specified, with the mounting position and electrodes as described as follows. Water electrodes should be free of air bubbles and air pockets, particularly in contact with the sleeves.

Water shall be tap water having a specific resistivity less than or equal to $100\text{ }\Omega\cdot\text{m}$.

A layer of dielectric liquid having a high dielectric strength, with a specific gravity greater than 1,0 and insoluble in water, shall be placed in the test tank to a depth of approximately 100 mm. The tank shall then be filled with water to the desired level. The sleeve shall be immersed with the cuff first, into the water until the cuff is approximately 50 mm below the interface between the two liquids, as shown in Figure 6. The dielectric liquid separates and insulates the inside water electrode from the outside water electrode.

This mounting may be used for all voltages, although it may be necessary to increase the immersion depth in the dielectric liquid at the higher voltages. Precaution should be taken not to immerse the cuff of the sleeve too close to the bottom of the tank to avoid flashover.

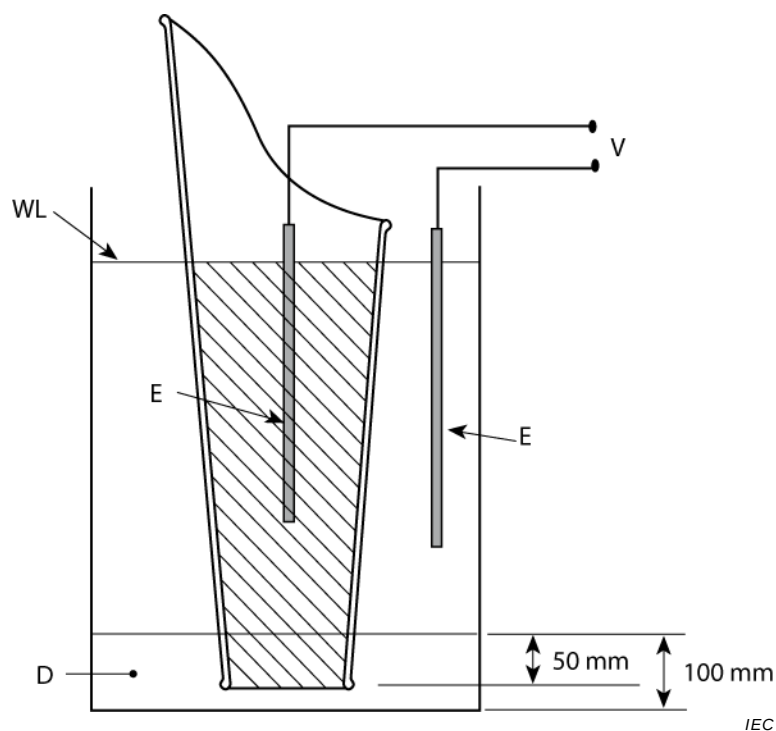
Prolonged contact of the sleeve with the dielectric liquid should be avoided as the sleeves may swell. Tested sleeves should be washed to remove the dielectric liquid. Repeated testing may result in loss of dielectric strength due to mixing with water, so separation time or other means may be needed.

When testing sleeves, care should be taken to avoid foldback out of the dielectric liquid in order to maintain the required immersion in this liquid.

Sleeves should be washed and thoroughly rinsed before testing to eliminate the possibility of electrical flashover or failure at the interface with the dielectric liquid.

Some dielectric liquids are toxic; therefore, the manufacturer's recommendations should be followed. It is the duty of an employer to ensure the relevant legislation and safety requirements for the use of the selected chemical are complied with in their entirety.

NOTE Two satisfactory dielectric liquids are methoxy-nonafluorobutane ($C_4F_9OCH_3$) and 2,3-dihydrodecafluoropentane ($C_5H_2F_{10}$).



Key

- D dielectric liquid
- E electrodes (chain or sliding rod) to connect water to the two poles of the voltage source
- V connection to the voltage source
- WL water level

Figure 6 – Water electrodes, straight mounting

5.6.1.3 Test equipment

The test equipment shall be capable of supplying an essentially stepless and continuously variable voltage to the sleeve under test. Motor-driven regulating equipment is convenient and tends to provide uniform rate of rise to the test voltage. The test apparatus shall be protected

by an automatic circuit-breaking device designed to open promptly on the current produced by failure of a sleeve under test. This circuit-breaking device shall be designed to protect the test equipment under any conditions of short circuit.

To eliminate damaging ozone and possible flashover along the cuff, there shall be a sufficient flow of air into and around the sleeve and an exhaust system to adequately remove ozone from the test machine. Consistent ozone checking during the test procedure should be carried out to ascertain the adequacy of the exhaust system.

5.6.1.4 Failure indicators

Sleeve failure indicators or accessory circuits shall be designed to give positive indication of failure.

5.6.1.5 Voltage dielectric test procedure

Each sleeve shall be submitted to a voltage test as specified in Table 6 using electrodes as specified in 5.6.1.2. The a.c. voltage shall be initially applied at a low value and gradually increased at a constant rate of approximately 1 000 V/s until the specified test voltage level is reached or failure occurs. The test period shall be equal to 3 min, considered to start at the instant the specified voltage is reached. Unless an electrical failure occurred during the period test, the applied voltage should be reduced at least to half value before opening the test circuit.

Table 6 – Test voltage

Class of sleeves ^{a b}	AC kV rms
0	5
1	10
2	20
3	30
4	40
^a Refer to Annex D for the selection of the class of the sleeves in a.c.	
^b Refer to Annex E for the selection of the class of the sleeves in d.c. and for recommendations for testing.	

5.6.2 Alternative tests in case of sleeves having completed the production phase

At the production level, it is not possible to perform the test of 5.6.1 which makes the sleeve not usable (due to humidity conditioning combined with test duration).

Nevertheless, the manufacturer shall prove that he has followed the same documented manufacturing procedure as per the type-tested sleeve.

The manufacturer shall document components that could affect dielectric performance.

Moreover, the following tests shall be performed:

- 1) a sampling test in accordance with 5.6.1 with the sampling plan specified in Table 4,
- 2) a routine test where the remaining sleeves of the batch are tested according to 5.6.1 but they are not submitted to a conditioning for moisture absorption and the time duration is limited to 1 min continuous test.

5.7 Ageing tests

Seven dumb-bell test pieces shall be cut as shown in Figure 4.

The test pieces shall be placed in an air oven for 168 h at $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and less than 20 % relative humidity (see IEC 60212, “dry hot” atmosphere).

The apparatus shall consist of an air oven as defined in 5.6.1.1.

There shall be no copper or copper alloy parts inside the ageing chamber. Provision shall be made for suspending the test pieces so that there is a minimum separation of 10 mm between the test pieces and of 50 mm between the test pieces and the inner surfaces of the oven.

When the heating period is completed, the test pieces shall be removed from the oven and allowed to cool for not less than 16 h. At the end of this period, tensile strength and elongation at break tests shall be carried out on four test pieces in accordance with 5.5.2.1 and tension set tests carried out on three test pieces in accordance with 5.5.4.1.

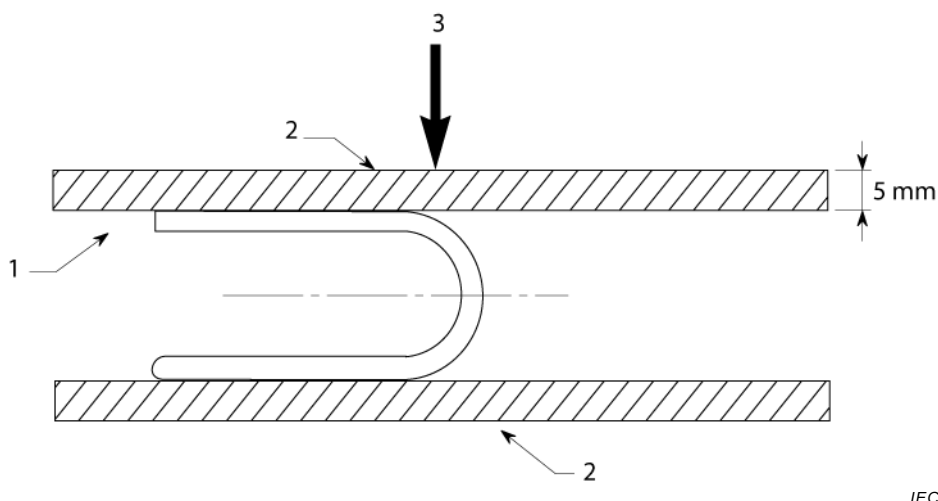
The test shall be considered as passed if the tensile strength and elongation at break is not less than 80 % of the values obtained for un-aged sleeves, and the tension set does not exceed 15 %.

5.8 Thermal tests

5.8.1 Low temperature test

The sleeve shall be placed in a chamber for 1 h at a temperature of $-25 \pm 3\text{ °C}$. Two polyethylene plates $200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ depth shall be conditioned at the same temperature and for the same time.

Within 1 min after removal from the chamber, the sleeve shall be folded at the mid-point and placed between the two polyethylene plates and subjected to a force of 100 N for 30 s as shown in Figure 7.



Key

- 1 sleeve
- 2 polyethylene plate
- 3 force of 100 N

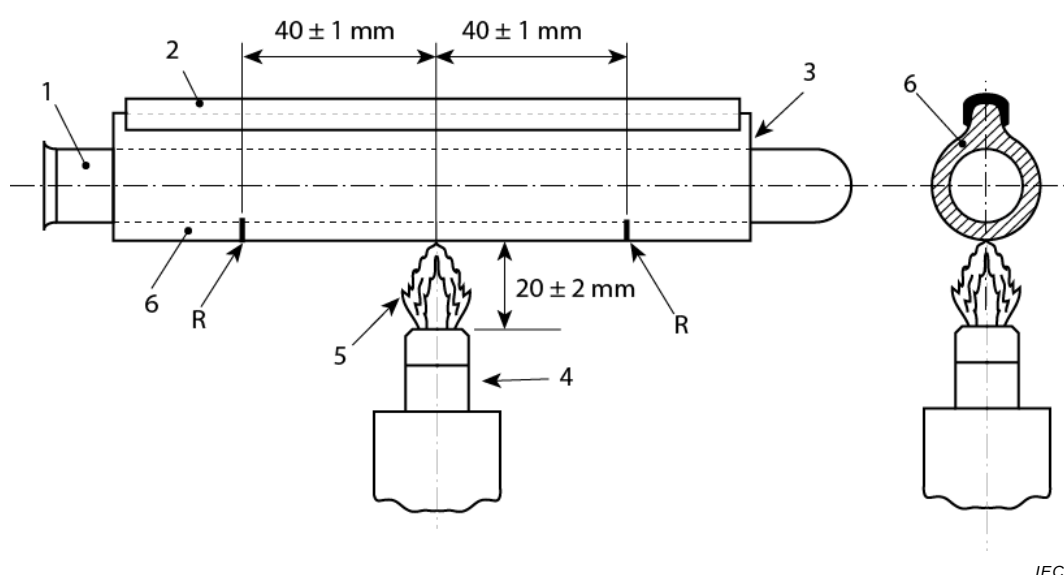
Figure 7 – Set-up for low and extremely low temperature folding tests

The test shall be considered as passed if no tear, break or crack is visible on the sleeve. The sleeve shall also pass the dielectric test, but without being subjected to moisture conditioning.

5.8.2 Flame retardancy test

Three test pieces $150\text{ mm} \times 65\text{ mm}$ shall be cut from the sleeve at least 100 mm from an edge. The test pieces shall be wrapped on a reagent glass test-tube with a diameter of 20 mm , one at a time. The lips shall be so clamped that the test piece is tightly wrapped around the test tube.

The test shall be carried out in a draught-free room. The test tube shall be mounted horizontally. The lips of the test piece shall be vertical on the upper side of the test tube (see Figure 8). For the purpose of the test, a small burner shall be arranged in a vertical position below the test piece, its axis being in the middle of the test piece.



Key

- | | | | |
|---|-------------------------|---|----------------|
| 1 | reagent glass test tube | 5 | flame |
| 2 | clamp | 6 | test piece |
| 3 | lip of test piece | R | reference line |
| 4 | burner | | |

Figure 8 – Flame retardancy test set-up

The gas supply shall be technical grade methane gas, with a suitable regulator and meter to produce a uniform gas flow.

If natural gas is used as an alternative to methane, its heat content should be approximately 37 MJ/m^3 , which has been found to provide similar results.

The nozzle of the burner shall have a diameter of $9,5\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$ in order to produce a $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ high blue flame.

Reference lines shall be located around the test piece at $40\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ in both directions from the intersection of the burner flame axis and the axis of the reagent glass test tube.

The burner is placed away from the test piece, ignited and adjusted in the vertical position to produce a blue flame $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ high. The flame is obtained by adjusting the gas supply and the air ports of the burner until a $20\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ yellow-tipped blue flame is produced and

then the air supply is increased until the yellow tip disappears. The height of the flame is measured again and corrected if necessary.

The burner shall then be placed in the test position as shown in Figure 8.

The flame shall be applied to the test piece for 10 s. After this period, the testing flame shall be withdrawn. It should be ensured that no air draught interferes with the test.

The propagation of the flame on the test piece shall be observed for 55 s after the withdrawal of the testing flame.

The test shall be considered as passed if the flame does not reach either the reference line during the observation period.

5.9 Tests on sleeves with special properties

5.9.1 Category A – Acid resistance

The sleeves of category A shall be conditioned by immersing in 32° Baumé sulphuric acid solution at a temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for $8\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$. Only the outer surface of the sleeves shall be exposed to the solution. Following acid conditioning, the sleeve shall be rinsed in water and dried for $2\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ at approximately 70 °C .

The time elapsed between end of drying and start of testing shall be $45\text{ min} \pm 5\text{ min}$.

The test shall be considered as passed if after immersion in a sulphuric acid solution, sleeves successfully pass the following tests:

- dielectric test but without moisture conditioning;
- tensile strength and elongation at break: the values obtained shall not be less than 75 % of the values obtained on sleeves that have not been exposed to acid.

5.9.2 Category H – Oil resistance

The sleeves of category H shall be conditioned in air for not less than $3\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ at $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and $50\% \pm 5\%$ relative humidity, then they shall be conditioned by immersion in liquid 102 (see Annex F) at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ for $24\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$. Only the outer surface of the sleeves shall be exposed to the liquid.

Following conditioning, the sleeve shall be dried using a lint-free clean absorbent cloth.

The time elapsed between removal from liquid and start of testing shall be $45\text{ min} \pm 15\text{ min}$.

The test shall be considered as passed if after immersion in liquid, sleeves successfully pass the following tests:

- dielectric test but without moisture conditioning;
- tensile strength and elongation at break: the values obtained shall not be less than 50 % of the values obtained on sleeves that have not been exposed to liquid.

5.9.3 Category Z – Ozone resistance

The sleeves of category Z shall be conditioned in an oven for $3\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ at a temperature of $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, and an ozone concentration of $1\text{ mg/m}^3 \pm 0,01\text{ mg/m}^3$ ($0,5 \times 10^{-6} \pm 0,05 \times 10^{-6}$ by volume) at standard atmospheric pressure of 1 013 mbar (101,3 kPa).

The sleeves shall then be stored at a room temperature of $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, and $50\% \pm 5\%$ relative humidity for $48\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ and then examined for ozone damage.

The tests shall be considered as passed if after conditioning, the sleeves exhibit no cracks under visual inspection. Each sleeve shall pass the dielectric test, but without being subjected to moisture conditioning.

5.9.4 Category C – Extremely low temperature resistance

The sleeve of category C shall be placed in a chamber for $24\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ at a temperature of $-40\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Two polyethylene plates $200\text{ mm} \times 200\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ depth shall be conditioned at the same temperature and for the same time.

Within 1 min after removal from the chamber, the sleeve shall be folded at the mid-point and placed between the two polyethylene plates and subjected to a force of 100 N for 30 s as shown in Figure 7.

The test shall be considered as passed if no tear, break or crack is visible on the sleeve after being subjected to an extremely cold temperature test.

The sleeve shall also pass the dielectric test, but without being subjected to moisture conditioning.

6 Conformity assessment of sleeves having completed the production phase

For leading the conformity assessment during the production phase IEC 61318 shall be used in conjunction with the present standard.

Annex G, developed from a risk analysis on the performance of the sleeves, provides the classification of defects and identifies the associated tests applicable in case of production follow-up.

7 Modifications

Any modification that affects the electrical or mechanical properties of the sleeves shall require the type tests to be repeated, in whole or in part (if the degree of modification so justifies), as well as a change in sleeve reference literature.

Annex A (informative)

In-service recommendations

A.1 General

The following is for guidance only for the maintenance, inspection, retesting and use of sleeves after purchase.

A.2 Storage prior to issue and between use

It is recommended that:

- sleeves be stored in their container or package, well away from steam pipes, radiators or other sources of artificial heat. It is desirable that the ambient temperature be between 10 °C and 35 °C;
- care should be taken not to compress or fold the sleeves;
- the sleeves should not be exposed to direct sunlight, artificial light, or other sources of ozone.

A.3 Examination before use

Each time before use, each sleeve should be turned inside-out to permit visual inspection, both inside and outside.

If either of a pair of sleeves is thought to be unsafe, the pair should not be used and should be returned for testing. Damage includes, but is not limited to, pinholes, punctures, cracks, cuts, chemical bloom, embedded foreign matter, hard spots.

Additional information on visual inspection is under consideration (see for example ASTM F1236).

A.4 Temperature

Standard sleeves should be used in areas having ambient temperatures between –25 °C and +55 °C, and category C sleeves should be used in ambient temperatures between –40 °C and +55 °C.

A.5 Precautions in use

Sleeves should not be exposed unnecessarily to heat or light or allowed to come into contact with any substance that could affect its integrity such as oil, grease or any other petroleum-based substances, aliphatic solvents, turpentine, white spirit or strong acid.

Sleeves which have been in contact with oil, grease or other harmful substances should be cleaned as soon as possible after completion of the task. Sleeves should be cleaned in accordance with the manufacturer's instructions or other means which is proven to be non harmful to the sleeve.

Sleeves which become wet in use, or by washing, should be dried thoroughly, but not in a manner that will cause the temperature of the sleeves to exceed 65 °C.

A.6 Periodic inspection and electrical retesting

A.6.1 General

It is essential that tests are done by a competent test facility. Only *formally trained and qualified persons* should perform periodic inspection and electrical re-testing.

No sleeves should be issued for service unless it has been retested in the previous twelve months.

No sleeves to be used unless they have been tested within a maximum period of twelve months after issued for service.

The date of manufacture is the original test date.

Sleeves should first be cleaned before any inspection takes place. Considerations should be given in the cleaning process to the management of blood borne pathogens.

The tests consist of a visual inspection and then a dielectric test in accordance with 5.6.2. Additional mounting methods and test electrodes are suggested in A.6.2.

The date of periodic retesting associated with a sleeve (by a marking or by other means) should be the date of current or next required inspection and dielectric test.

It is important that such marking does not affect the dielectric properties of the product. Any markings applied after manufacturing should not interfere with or replace the original markings.

Useful information is also included in ASTM F496.

A.6.2 Electrical retesting – Additional mounting methods for the sleeves

A.6.2.1 General

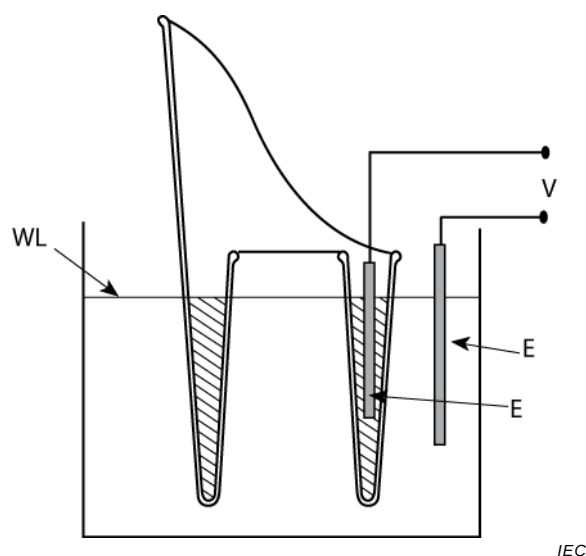
Three additional methods of mounting sleeves are provided, with the mounting positions and electrodes employed as described as follows. They are limited to 10 kV test voltage. Only the mounting method of 5.6.1.2 is applicable at higher voltage.

Water electrodes should be free of air bubbles and air pockets, particularly in contact with the sleeves. Other electrodes should fit sleeves as snugly as possible and without distortion. Areas not in contact with the electrodes should be dry.

Where water is specified in a dielectric test, it should be tap water having a specific resistivity less than or equal to 100 $\Omega \cdot m$.

A.6.2.2 Water electrodes, inverted mounting

The cuff is inverted and pulled through to the large opening to form an annular trough as shown in cross section in Figure A.1. The sleeve is immersed in water and the trough filled with water until the levels both inside and outside the trough are the same. Particular care should be taken to avoid any sharp folds in the sleeve, which may cause premature dielectric breakdown at these points.



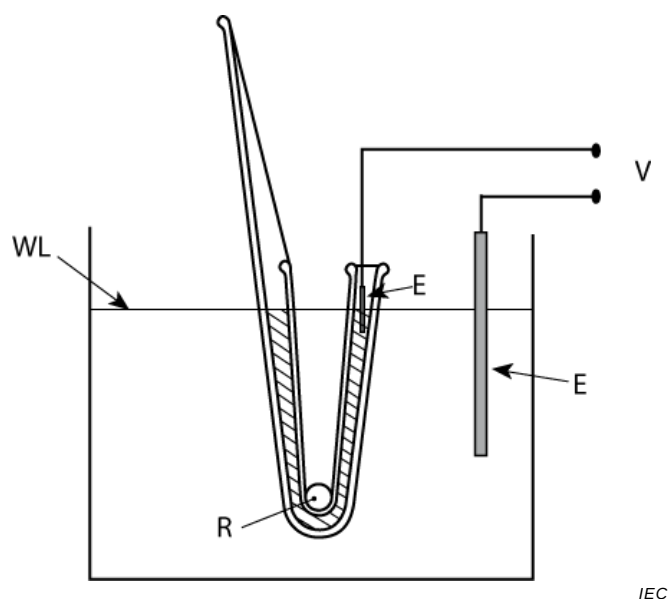
Key

- E electrodes (chain or sliding rod) to connect water to the two poles of the voltage source
- V connection to the voltage source
- WL water level

Figure A.1 – Water electrodes, inverted mounting

A.6.2.3 Water electrodes, sling mounted

A tube or rod of non-conductive material having a specific gravity heavier than water and a diameter larger or equal to 40 mm is placed across the sleeve at about the midpoint between the cuff and the lower edge of the large opening. The sleeve is immersed in water with the tube or rod in place and filled with water until the water levels are the same both inside and outside the sleeve and the cuff and the lower edge of the large opening are equidistant above the water line as shown in Figure A.2.

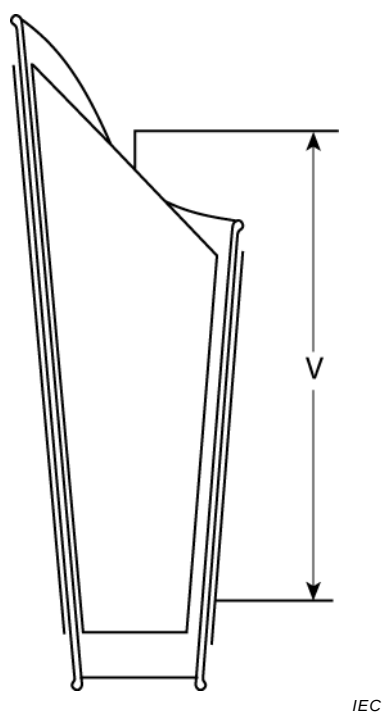
**Key**

- R tube or rod
- E electrodes (chain or sliding rod) to connect water to the two poles of the voltage source
- V connection to the voltage source
- WL water level

Figure A.2 – Water electrodes, sling mounting**A.6.2.4 Dry electrodes, straight mounting**

The electrodes consist of two electrically conductive plates or shapes, constructed to conform closely to the inside and outside of the sleeve. Any edges on these shapes are so rounded as to eliminate sharp nicks and protuberances. The sleeve is drawn snugly and without stretching over the inner electrode and the outer electrode placed around it and adjusted to a snug fit as shown in Figure A.3. For versatility in testing sleeves of different sizes, the electrodes can be longer than those indicated in which case masking of the edges with non-conductive material will permit the testing of shorter sleeves.

Because of potential ozone generation, this mounting is not recommended for a.c. testing of non-ozone resistant sleeves.



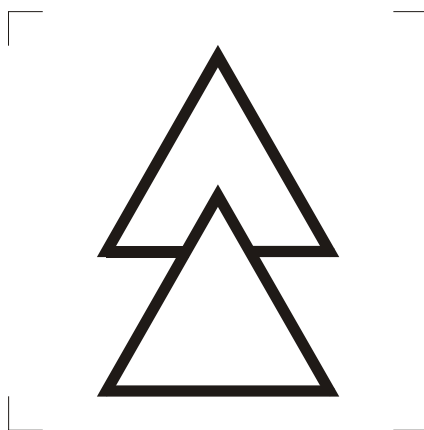
Key

V connection to the voltage source

Figure A.3 – Dry electrodes, straight mounting

Annex B
(normative)

Suitable for live working; double triangle
(IEC 60417-5216:2002-10)



Annex C (normative)

Chronological order for type tests

C.1 General

The numbers given in the different test groups of Table C.1 indicate the order in which the type tests shall be made. Within a group, type tests with the same sequential number can be performed in the more convenient order.

Table C.1 indicates the sequential order for performing the general tests as well as the alternative test for category C or the additional tests for categories A, H and Z. For sleeves of category S or of any other combination of categories, the requirements for tests and the sequential order are obtained by combining the relevant provisions.

Sleeves which have been subjected to type tests shall not be re-used.

Table C.1 – General type test procedure

Type of test	Subclause		Test groups					
	Test	Requirement	Test group 1	Test group 2	Test group 3	Test group 4 A	Test group 5 H	Test group 6 Z
Visual inspection and measurements:	Classification	4.2	1					
	Composition	4.3.1	1					
	Shape	4.3.2	1					
	Dimensions	4.3.3	1					
	Thickness	4.3.4	1	1	1	1	1	1
	Workmanship and finish	4.3.5	1					
	Marking	4.6	1					
	Packaging	4.7	1					
	Instructions for use	4.8	1					
Mechanical tests:		4.4						
	Tensile strength and elongation at break	5.5.2.1	2					
	Puncture resistance	5.5.3.1	2					
	Tension set	5.5.4.1	2					
AC dielectric test	5.6.1	4.5		2				
Ageing	5.7	4.4	2					
Thermal tests:		4.4						
	Flame retardancy	5.8.2	2					
	Low temperature	5.8.1			2 ^a			
Special properties:		4.4				2	2	2
	Cat. A – Acid resistance	5.9.1						
	Cat. H – Oil resistance	5.9.2						
	Cat. Z – Ozone resistance	5.9.3						
	Cat. C – Extremely low temperature resistance	5.9.4			2 ^a			
Size of each test group (the unit is the sleeve)			3	3	3	3	3	2
^a Values specified are different in the case of sleeves of category C.								

C.2 Group size requirements

C.2.1 Group 1

Group 1 requires three suitable sleeves which are first used for the visual inspection and measurements.

From the three sleeves, the necessary test pieces will be cut for the mechanical tests, the flame retardancy and the ageing test, after the visual inspection and measurements will have been performed.

- Tensile strength and elongation at break – Four test pieces
- Resistance to mechanical puncture – Two test pieces
- Tension set – Three test pieces
- Flame retardancy – Three test pieces
- Ageing tests – Seven test pieces

C.2.2 Group 2

Group 2 requires three sleeves to be given first the thickness measurement. The a.c. dielectric test is then performed.

C.2.3 Group 3

Group 3 requires three sleeves to be given the thickness measurement and then either a regular low temperature test or the extremely low temperature test of category C. Following the temperature tests, the sleeves are given a dielectric test but without being subjected to moisture conditioning.

C.2.4 Group 4 – Additional test for sleeves of category A

Group 4 requires three sleeves to be given the thickness measurement and then to be submitted to the acid exposure. Following exposure, one sleeve provides test pieces for the mechanical tests and two sleeves are submitted to the dielectric tests but without being subjected to moisture conditioning.

C.2.5 Group 5 – Additional test for sleeves of category H

Group 5 requires three sleeves to be given the thickness measurement and then to be submitted to the oil exposure. Following exposure, one sleeve provides test pieces for mechanical tests and two sleeves are submitted to the dielectric tests but without being subjected to moisture conditioning.

C.2.6 Group 6 – Additional test for sleeves of category Z

Group 6 requires two sleeves to be given the thickness measurement and then to be submitted to the ozone exposure. Following exposure, sleeves are visually inspected and are submitted to the dielectric tests but without being subjected to moisture conditioning.

Annex D (informative)

Guidelines for the selection of the class of sleeve in relation to a.c. nominal voltage of a system

The maximum use voltage recommended for each class of sleeve is designated in Table D.1.

Table D.1 – Designation of maximum use a.c. voltage

Class	AC V rms
0	1 000
1	7 500
2	17 000
3	26 500
4	36 000

Maximum use voltage is the rms voltage rating of the protective equipment that designates the maximum nominal voltage of the energized system that may be safely worked. On multiphase circuits, the nominal voltage is equal to the phase-to-phase voltage. On single phase circuits, the nominal voltage is equal to the phase-to-earth voltage.

Annex E (informative)

Recommendations for d.c. electrical tests and voltage use

E.1 General

Annex E recommends additional tests in case of sleeves having completed the production phase and for expected use in d.c. installations. It also recommends d.c. maximum use voltage.

E.2 DC dielectric tests

E.2.1 Test equipment

The test equipment used in the proof test shall be capable of supplying an essentially stepless and continuously variable voltage to the sleeve under test. Motor-driven regulating equipment is convenient and tends to provide uniform rate of rise to the test voltage. The test apparatus shall be protected by an automatic circuit-breaking device designed to open promptly on the current produced by failure of a sleeve under test. This circuit-breaking device shall be designed to protect the test equipment under any conditions of short circuit.

E.2.2 Test procedure

The dielectric test shall be carried out using a d.c. power source in accordance with the requirements given in IEC 60060-1. The d.c. test voltage measurement shall be done in accordance with IEC 60060-2.

Dielectric tests shall be performed on sleeves right side out. One method of mounting sleeves is provided. Electrode to electrode clearances shall be as specified in Table E.1.

Table E.1 – Clearance between electrodes

Class	Clearance mm
0	80
1	100
2	150
3	200
4	260
NOTE 1 Clearance is the shortest electrical path from electrode to electrode around the open edge of the sleeve. Permissible tolerance is ± 25 mm.	
NOTE 2 In those cases where atmospheric conditions make the specified clearances impractical, the clearance may be increased by a maximum of 50 mm.	

Each sleeve shall be given a voltage test as specified in Table E.2 using electrodes as specified in 5.6.1.2. The d.c. test voltage shall be initially applied at a low value and gradually increased at a constant rate of approximately 3 000 V/s until the specified test voltage level is reached or failure occurs. The test period shall be equal to 1 min, considered to start at the instant the specified voltage is reached. Unless an electrical failure occurred during the period test, the applied voltage should be reduced at least to half value before opening the test circuit.

The test is considered as passed if there is no puncture or flashover.

Table E.2 – DC test voltage

Class	Test voltage Average kV
0	20
1	40
2	50
3	60
4	70

E.3 Recommended maximum use voltage in d.c. installations

The maximum use voltage recommended for each class of sleeves is designated in Table E.3.

Table E.3 – Maximum use voltage

Class	DC V
0	1 500
1	11 250
2	25 500
3	39 750
4	54 000

The maximum use voltage is the d.c. voltage rating of the protective equipment that designates the maximum nominal voltage of the energized system that may be safely worked.

Annex F (normative)

Liquid for tests on sleeves of category H – Oil resistance

F.1 Particularities of liquid 102

Liquid 102 is intended to simulate certain high-pressure hydraulic oils.

It is a blend comprising 95 % (by mass) of oil no. 1 and 5 % (by mass) of a hydrocarbon-compound oil additive containing 29,5 % (by mass) to 33 % (by mass) of sulfur, 1,5 % to 2 % (by mass) of phosphorus and 0,7 % (by mass) of nitrogen. A suitable additive is commercially available.

F.2 Characteristics of oil no. 1

Oil no.1 (IRM 901) shall have the characteristics shown in Table F.1. Generally it is of the mineral oil type, and a low volume increase oil.

To ensure uniformity, the source of this oil shall also be specified as a closely controlled blend of mineral oils consisting of a solvent-extracted, chemically treated, dewaxed, paraffinic residuum and natural oil. Oil no. 1 shall not contain any additive, except that a trace (approximately 0,1 %) of a pour-point depressant may be added.

Table F.1 – Characteristics of oil no. 1

Property	Oil no. 1
Aniline point (°C) ^a	124 ± 1
Kinematic viscosity (m ² /s) (× 10 ⁻⁶) ^b	18,12 to 20,34
Flash point (°C minimum) ^c	243
^a See ISO 2977. ^b Measured at 99 °C. ^c Measured by Cleveland open cup method (see ISO 2592).	

See ISO 1817 and ASTM D5964 for supplementary information.

Annex G (normative)

Classification of defects and tests to be allocated

Annex G was developed to address the level of defects of manufactured sleeves (critical, major or minor) in a consistent manner (see IEC 61318). For each requirement identified in Table G.1, both the type of defect and the associated test are specified. Annex H defines the rationale for the classification of defects.

Table G.1 – Classification of defects and associated requirements and tests

Requirements		Type of defects			Tests
		Critical	Major	Minor	
4.3.1	Fit of the holes to the attachment		X		5.2.3
4.3.3	Correct dimensioning – Tolerances not within the specified limits			X	5.2.5
4.3.4	Maximum thickness			X	5.2.6
4.3.5	Workmanship and finish	X ^a	X ^a	X ^a	5.2.7
4.4	Mechanical				
	Tensile strength and elongation at break	X			5.5.2.2
	Resistance to mechanical puncture	X			5.5.3.2
	Tension set		X		5.5.4.2
4.6	Marking				
	– absence of marking		X		5.3.1
	– incorrect marking	X			5.3.1
	– durability of marking			X	5.3.2
4.7	Packaging			X	5.4
4.8	Instructions for use (availability)		X		
4.4	Ageing		X		5.7
4.5	Dielectric	X			5.6.2
4.4	Thermal				
	Flame retardancy			X	5.8.2
	Low temperature			X	5.8.1
4.4	Special properties				
	Acid resistance		X		5.9.1
	Oil resistance		X		5.9.3
	Ozone resistant		X		5.9.3
	Extremely low temperature		X		5.9.4
^a The classification of defect is related to the type of irregularities. The dielectric test of 5.6.2 will cover all cases.					

Annex H (informative)

Rationale for the classification of defects

Annex H provides the rationale for the classification of defects specified in Annex G. For brand new sleeves, Table H.1 presents the justification for the type of defect associated with a lack of compliance with each of the requirements included in the standard.

This analysis takes into consideration that the sleeves are used by skilled persons and in accordance with safe methods of work.

Table H.1 – Justification for the type of defect

Requirement	Justification for the associated defect specified in Annex G
Critical defects	
Workmanship and finish	Some irregularities detected by a visual inspection may be an electrical hazard for the worker
Incorrect marking	Wrong information is provided – it may be an hazard for the user
Dielectric	Lack of dielectric properties makes the sleeve an electrical hazard for the worker
Mechanical – Tensile strength and elongation at break – Puncture resistance	Low mechanical properties make the sleeve an electrical hazard for the worker
Major defects	
Fit of the holes to the attachment	Sleeves cannot be used without harness
Mechanical – Tension set	Defects is likely to be detected by the user – the worker will stop using the sleeve
Workmanship and finish	Some irregularities detected by a visual inspection make the sleeve unsuitable for use
Absence of marking	Without marking, the worker will not use the sleeve
Durability of marking	With illegible marking, the worker will not use the sleeve
Ageing	Premature ageing will make the sleeve unusable
Instructions for use (availability)	Without information the skilled worker will not use the sleeve
Special properties	Deterioration doesn't happen immediately and defects are likely to be detected by the user during the visual inspection – the worker will stop using the sleeve
Minor defects	
Correct dimensioning – Tolerances not within the specified limits	Sleeves can be used
Maximum thickness	Discomfort to the worker – the sleeve can be used
Workmanship and finish	Some irregularities detected by a visual inspection do not affect performance – the sleeve can be used
Packaging	After passing a visual inspection, the sleeve can be used
Flame retardancy	Does not impact the electrical and mechanical properties of the sleeve – the sleeve can be used
Performance under low temperature	Does not impact the electrical and mechanical properties of the sleeve – the sleeve can be used
Durability of marking	As long as the worker can read the marking, the sleeve can be used

Bibliography

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-601:1985, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050-604, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60743:2013, *Live working – Terminology for tools, devices and equipment*

ISO 472:2013, *Plastics – Vocabulary*

ISO 1817:2011, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of the effect of liquids*

ISO 2592, *Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*

ISO 2977, *Petroleum products and hydrocarbon solvents – Determination of aniline point and mixed aniline point*

ISO 23529, *Rubber – General procedures for preparing and conditioning test pieces for physical test methods*

ASTM D5964, *Standard Practice for Rubber IRM 901, IRM 902, and IRM 903 Replacement Oils for ASTM No. 1, ASTM No. 2, and ASTM No. 3 Oils*

ASTM F496, *Standard specification for in-service care of insulating gloves and sleeves*

ASTM F1236, *Standard Guide for visual inspection of electrical protective rubber products*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	47
INTRODUCTION.....	49
1 Domaine d'application	50
2 Références normatives	50
3 Termes et définitions	50
4 Exigences.....	51
4.1 Généralités	51
4.2 Classification	51
4.3 Exigences physiques	52
4.3.1 Composition	52
4.3.2 Forme.....	52
4.3.3 Dimensions.....	53
4.3.4 Epaisseur	54
4.3.5 Façon et finition	54
4.4 Exigences mécaniques, climatiques et environnementales.....	54
4.5 Exigences électriques	55
4.6 Marquage	55
4.7 Emballage.....	56
4.8 Instructions d'emploi	56
5 Essais	56
5.1 Généralités	56
5.2 Contrôle visuel et dimensionnel	56
5.2.1 Généralités	56
5.2.2 Classification	57
5.2.3 Composition	57
5.2.4 Forme.....	57
5.2.5 Dimensions.....	57
5.2.6 Epaisseur	57
5.2.7 Façon et finition	58
5.3 Marquage	58
5.3.1 Contrôle visuel et dimensionnel	58
5.3.2 Durabilité du marquage	58
5.4 Emballage et instructions d'emploi.....	59
5.5 Essais mécaniques	59
5.5.1 Généralités.....	59
5.5.2 Résistance à la traction et allongement à la rupture.....	59
5.5.3 Résistance mécanique à la perforation	60
5.5.4 Déformation rémanente	63
5.6 Essais diélectriques	63
5.6.1 Essai de type.....	63
5.6.2 Essais alternatifs pour les protège-bras issus de la production	67
5.7 Essais de vieillissement	67
5.8 Essais thermiques.....	68
5.8.1 Essai à basse température	68
5.8.2 Essai de non-propagation de la flamme	68
5.9 Essais sur les protège-bras avec des propriétés spéciales.....	70

5.9.1	Catégorie A – Résistance à l'acide	70
5.9.2	Catégorie H – Résistance à l'huile	70
5.9.3	Catégorie Z – Résistance à l'ozone	70
5.9.4	Catégorie C – Résistance aux températures extrêmement basses	71
6	Evaluation de la conformité des protège-bras issus de la production	71
7	Modifications	71
Annexe A (informative) Recommandations pour l'utilisation		72
A.1	Généralités	72
A.2	Stockage avant la mise en service et entre deux utilisations	72
A.3	Examen avant utilisation	72
A.4	Température	72
A.5	Précautions d'utilisation	72
A.6	Inspection périodique et essais électriques	73
A.6.1	Généralités	73
A.6.2	Essais électriques – Méthodes additionnelles de montage pour les protège-bras	73
Annexe B (normative) Approprié aux travaux sous tension; double triangle (IEC 60417-5216:2002-10).....		77
Annexe C (normative) Ordre chronologique des essais de type.....		78
C.1	Généralités	78
C.2	Exigences pour la taille des groupes.....	81
C.2.1	Groupe 1	81
C.2.2	Groupe 2	81
C.2.3	Groupe 3	81
C.2.4	Groupe 4 – Essais additionnels pour protège-bras de catégorie A	81
C.2.5	Groupe 5 – Essais additionnels pour protège-bras de catégorie H	81
C.2.6	Groupe 6 – Essais additionnels pour protège-bras de catégorie Z	81
Annexe D (informative) Guide pour le choix des classes de protège-bras en fonction de la tension alternative nominale d'un réseau.....		82
Annexe E (informative) Recommandations pour les essais électriques en courant continu et pour la tension d'utilisation.....		83
E.1	Généralités	83
E.2	Essais diélectriques CC	83
E.2.1	Appareillage d'essai	83
E.2.2	Procédure d'essai.....	83
E.3	Tension maximale d'utilisation recommandée pour des installations à courant continu	84
Annexe F (normative) Liquide pour essais de protège-bras de catégorie H – Résistance à l'huile.....		85
F.1	Particularités du liquide 102	85
F.2	Caractéristiques de l'huile n° 1	85
Annexe G (normative) Classification des défauts et essais associés		86
Annexe H (informative) Raisonnement ayant conduit à la classification des défauts.....		87
Bibliographie.....		89
Figure 1 – Style A, protège-bras de forme droite.....		52
Figure 2 – Style B, protège-bras de forme coudée		53
Figure 3 – Micromètre à cadran pour mesurer l'épaisseur du protège-bras		58

Figure 4 – Epreuve en forme d'haltère pour les essais mécaniques (vue en plan)	59
Figure 5 – Disques d'essai et aiguille pour l'essai de résistance mécanique à la perforation	62
Figure 6 – Electrodes liquides, montage droit	66
Figure 7 – Montage pour les essais de résistance au pliage à basse et très basse température	68
Figure 8 – Montage pour l'essai de non-propagation de la flamme	69
Figure A.1 – Electrodes liquides, montage inversé	74
Figure A.2 – Electrodes liquides, montage en bretelles	75
Figure A.3 – Electrodes sèches, montage droit	76
Tableau 1 – Propriétés spéciales	51
Tableau 2 – Dimensions*	53
Tableau 3 – Epaisseur maximale du protège-bras	54
Tableau 4 – Plan d'échantillonnage	60
Tableau 5 – Distance d'isolement entre les électrodes	64
Tableau 6 – Tension d'essai	67
Tableau C.1 – Procédure générale d'essai de type	79
Tableau D.1 – Tension alternative maximale d'utilisation	82
Tableau E.1 – Distance d'isolement entre électrodes	83
Tableau E.2 – Tension d'essai CC	84
Tableau E.3 – Tension maximale d'utilisation	84
Tableau F.1 – Caractéristiques de l'huile n° 1	85
Tableau G.1 – Classification des défauts et exigences et essais associés	86
Tableau H.1 – Justification pour le type de défaut	87

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**TRAVAUX SOUS TENSION –
PROTÈGE-BRAS ISOLANTS ÉLECTRIQUES****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60984 a été établie par le comité d'études 78 de l'IEC: Travaux sous tension.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1990 et son Amendement 1 publié en 2002. Elle constitue une révision technique.

Les modifications majeures sont:

- le retrait de l'exigence pour une bande permettant l'inscription de la date de vérification;
- la spécification unique de la méthode de montage droit des protège-bras avec électrodes liquides pour l'essai de type diélectrique;
- la disparition de la partie normative du document des essais électriques en courant continu, mais l'introduction d'une nouvelle Annexe E informative, où il est recommandé de réaliser, pour les protège-bras issus de la production, un essai d'épreuve en courant continu, lorsqu'une utilisation des protège-bras est prévue en courant continu;

- la préparation des éléments d'évaluation des défauts et de l'application générale de l'IEC 61318:2007;
- la disparition de l'Annexe E normative traitant de la procédure d'échantillonnage (n'est plus applicable, en accord avec l'IEC 61318:2007);
- la disparition de l'Annexe F informative sur les essais de réception et complémentaires (éléments maintenant inclus dans l'IEC 61318:2007);
- dans la nouvelle Annexe F normative, la mise à jour des caractéristiques du liquide spécifié pour la réalisation des essais des protège-bras de catégorie H, selon la dernière édition de l'ISO 1817;
- l'introduction d'une nouvelle Annexe G normative traitant de la classification des défauts;
- l'introduction d'une nouvelle Annexe H informative présentant le raisonnement ayant conduit à la classification des défauts;
- la revue de l'annexe traitant des recommandations en service;
- en ce qui a trait aux essais électriques périodiques, une limite recommandée de la tension d'essai diélectrique de 10 kV, sauf dans le cas de la méthode avec montage droit et électrodes liquides;

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
78/1042/FDIS	78/1055/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Les termes définis à l'Article 3 sont écrit en italique dans toute la présente norme.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Ce document a été rédigé en conformité avec les exigences de l'IEC 61477 lorsque cela s'appliquait.

Pendant certaines ou pendant toutes les étapes de son cycle de vie, le produit couvert par la présente norme peut avoir un impact sur l'environnement. Ces impacts peuvent être de légers à importants, de court ou de long terme, et se produire à un niveau local, régional ou global.

Sauf pour une exigence relative à un énoncé de mise au rebut à inclure dans les Instructions d'emploi, la présente norme ne contient pas d'exigences et de dispositions d'essai s'adressant au fabricant, ou de recommandations aux utilisateurs du produit ayant pour but d'améliorer l'environnement. Cependant, tous les intervenants à sa conception, sa fabrication, son emballage, sa distribution, son utilisation, son entretien, sa réparation, sa réutilisation, sa récupération et sa mise au rebut sont invités à prendre en compte les éléments environnementaux.

TRAVAUX SOUS TENSION – PROTÈGE-BRAS ISOLANTS ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux *protège-bras isolants électriques* destinés à protéger les travailleurs contre les contacts accidentels avec des conducteurs, des appareils ou des circuits sous tension.

Les produits conçus et fabriqués conformément à la présente norme contribuent à la sécurité des utilisateurs, pourvu qu'ils soient utilisés par des personnes qualifiées, conformément à des méthodes de travail sûres et aux instructions d'emploi.

Sauf indication contraire, dans la présente norme le terme «protège-bras» est utilisé pour «*protège-bras isolant électrique*».

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60060-2, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

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

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

IEC 61318:2007, *Travaux sous tension – Evaluation de la conformité applicable à l'outillage, au matériel et aux dispositifs*

IEC 61477, *Travaux sous tension – Exigences minimales pour l'utilisation des outils, dispositifs et équipements*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 61318 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 élastomère

matière macromoléculaire qui retourne rapidement à sa forme et à ses dimensions initiales après cessation d'une contrainte faible ayant produit une déformation importante

Note 1 à l'article: La définition s'applique pour des conditions d'essai à la température ambiante.

[SOURCE: ISO 472:2013, 2.327]

3.2

protège-bras isolant électrique

protège-bras réalisé en *élastomère*, utilisé avec un gant isolant électrique pour étendre la protection contre le choc électrique jusqu'au bras

Note 1 à l'article: Les *protège-bras isolants électriques* sont conçus pour protéger le travailleur contre des contacts involontaires avec les parties sous tension.

Note 2 à l'article: La longueur du protège-bras n'offre pas de protection jusqu'aux aisselles.]

[SOURCE: IEC 60743:2013, 8.1.4, modifiée – La définition est cohérente avec les exigences de composition de la norme pour le type de matériau isolant. La note 2 à l'article a été ajoutée pour clarifier le type de protection offert.]

3.3

personne dûment formée et qualifiée

personne ayant les connaissances théoriques et pratiques, les compétences et l'expérience adéquates pour lui permettre de réaliser les essais périodiques, d'analyser les résultats et de déterminer si le *protège-bras isolant électrique* est conforme aux exigences, et capable de rapporter l'importance de tout défaut en ce qui a trait à la sécurité et au maintien en service du *protège-bras isolant électrique*

3.4

tension nominale d'un réseau

valeur arrondie appropriée de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21]

4 Exigences

4.1 Généralités

Les exigences qui suivent ont été rédigées afin que les produits couverts par la présente norme soient conçus et fabriqués de façon à contribuer à la sécurité des utilisateurs, pourvu qu'ils soient utilisés par des personnes qualifiées pour réaliser des travaux sous tension, conformément à des méthodes de travail en toute sécurité et aux instructions d'emploi.

4.2 Classification

Les protège-bras visés par cette norme doivent être désignés comme suit:

- par classe, en classe 0, classe 1, classe 2, classe 3 et classe 4;
- par le style comme le style A (Forme droite) et style B (Forme coudée);
- par propriétés spéciales, par l'adjonction d'un ou de plusieurs suffixe(s) à la classe du protège-bras conformément au Tableau 1:

Tableau 1 – Propriétés spéciales

Catégorie	Résistant à
A	Acide
H	Huile
Z	Ozone
S ^a	Huile et ozone
C	Très basse température
^a La catégorie S combine les qualités des catégories H et Z.	

Des conseils quant à la plage de températures sous laquelle les protège-bras peuvent être utilisés sont donnés à l'Annexe A.

4.3 Exigences physiques

4.3.1 Composition

Les protège-bras doivent être faits d'élastomère et fabriqués par un procédé sans couture. Les trous prévus dans les protège-bras, pour permettre de les attacher à des sangles ou un harnais, doivent comporter des bords non métalliques renforcés. Les trous doivent s'ajuster au dispositif de fixation et il convient que leur diamètre nominal soit de 8 mm.

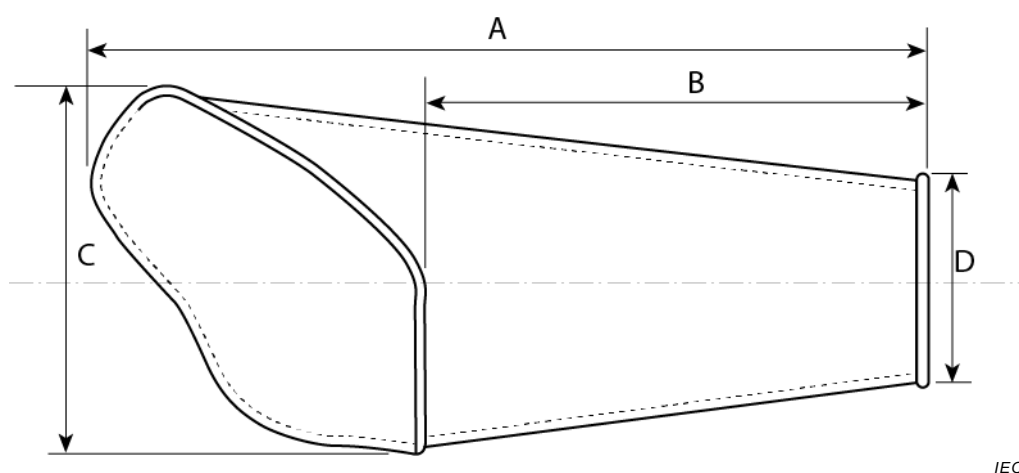
Le poignet et l'ouverture large doivent comporter des bords renforcés.

4.3.2 Forme

La forme d'un protège-bras de forme droite (style A) est donnée à la Figure 1.

La forme d'un protège-bras de forme coudée (style B) est donnée à la Figure 2.

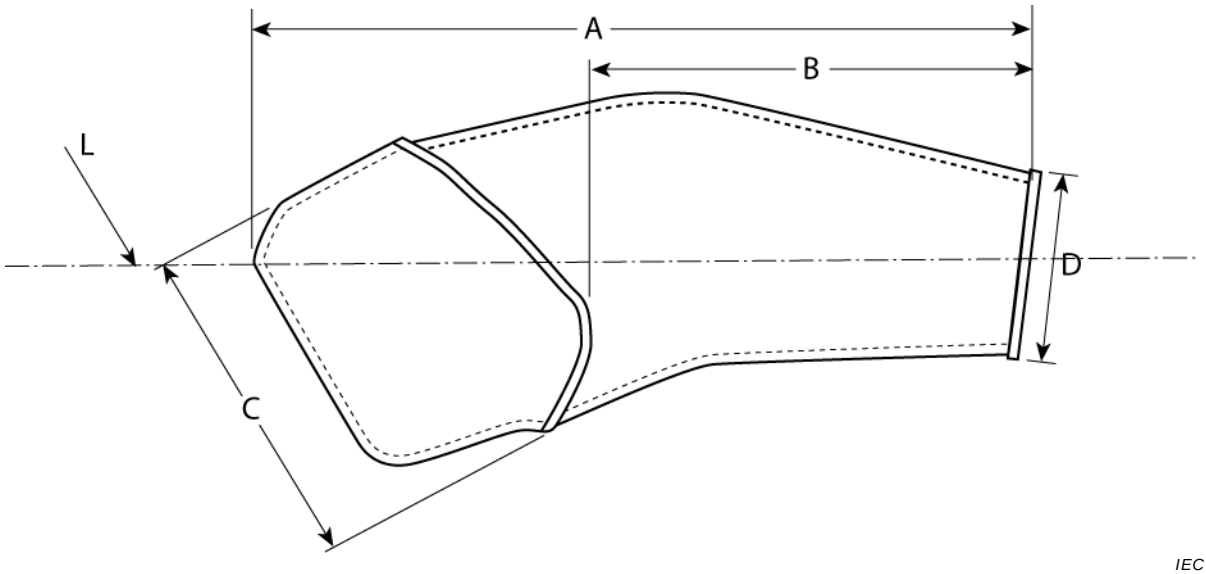
Il convient que la partie fuselée des protège-bras soit uniforme.



Légende

- A longueur totale
- B longueur sous aisselle
- C largeur d'ouverture
- D largeur au poignet

Figure 1 – Style A, protège-bras de forme droite



Légende

- A

longueur totale
- B

longueur sous aisselle
- C

largeur d'ouverture
- D

largeur au poignet
- L

ligne d'orientation

Figure 2 – Style B, protège-bras de forme coudée

4.3.3 Dimensions

Les dimensions normalisées des protège-bras avec leurs tolérances sont données au Tableau 2. Les dimensions sont aussi indiquées sur les Figures 1 et 2.

NOTE Des dimensions additionnelles peuvent être disponibles suite à une entente entre client et fabricant.

Tableau 2 – Dimensions*

Style	Taille	Dimensions mm			
		A	B	C	D
Style A (Figure 1) (forme droite)	Petite	630	370	270	140
	Moyenne	670	410	290	140
	Grande	720	450	330	175
	Très grande	760	500	340	175
Style B (Figure 2) (forme coudée)	Petite	630	370	290	145
	Moyenne	670	410	310	145
	Grande	710	420	330	175
	Très grande	750	460	330	180
* Les tolérances doivent être les suivantes: Dimension A: ±15 mm; Dimension B: ±15 mm; Dimension C: ±15 mm; Dimension D: ± 5 mm.					

4.3.4 Epaisseur

L'épaisseur minimale doit être déterminée uniquement par la possibilité de satisfaire aux essais diélectrique donnés en 5.6.

L'épaisseur maximale du protège-bras, mesurée sur une surface plate du protège-bras (et non sur une surface nervurée, s'il en existe) doit, en vue d'obtenir la souplesse voulue, être égale aux valeurs données au Tableau 3.

Tableau 3 – Epaisseur maximale du protège-bras

Classe	Epaisseur mm
0	1,00
1	1,50
2	2,50
3	2,90
4	3,60

Les protège-bras des catégories A, H et Z peuvent nécessiter une épaisseur plus importante qui ne doit pas excéder 0,6 mm.

4.3.5 Façon et finition

Les protège-bras, aussi bien sur la surface intérieure que sur la surface extérieure, ne doivent pas comporter d'irrégularités nuisibles, décelables par un examen approfondi.

Les irrégularités nuisibles doivent être définies comme celles qui rompent l'uniformité et la planéité de la surface telles que les trous d'épingle, les craquelures, les cloques, les coupures, les matières étrangères conductrices incrustées, les faux plis, les traces de pincement, les vides (inclusion d'air), les nervures proéminentes et les traces de moulage proéminentes.

Les irrégularités non nuisibles doivent être définies comme celles qui sont présentes sur les surfaces intérieure et extérieure du protège-bras et qui sont dues à des imperfections des moules et à des difficultés inhérentes aux procédés de fabrication. Ces irrégularités peuvent apparaître comme des marques de moulage ressemblant à des coupures, bien qu'elles ne soient en fait que des rides de l'élastomère, des striures ou des protubérances, de l'incrustation de matière étrangère, ou des taches de couleur qui sont acceptables pourvu que:

- la dépression n'ait pas plus de 1,6 mm de diamètre, ait des bords arrondis, qu'il n'y ait aucune cassure visible à la surface et qu'elle ne soit pas visible de l'autre côté après avoir étiré le protège-bras avec le pouce;
- le nombre de dépressions décrites en a) ne soit pas supérieur à cinq, à n'importe quel point du protège-bras et que la distance entre deux d'entre elles soit au moins de 15 mm;
- les striures, protubérances ou marques de moulage tendent à se fondre en une surface lisse lorsqu'on étire le matériau;
- les petites striures ou protubérances ne représentent qu'une petite quantité de matériau en trop qui ne puisse être enlevé facilement avec le doigt et que ces striures n'affectent pas notablement l'allongement du matériau.

4.4 Exigences mécaniques, climatiques et environnementales

Les protège-bras doivent résister aux contraintes mécaniques, climatiques et environnementales spécifiées dans la présente norme.

Les protège-bras ayant une ou plusieurs catégories spéciales (voir Tableau 1) doivent supporter les contraintes qui s'appliquent.

4.5 Exigences électriques

Les protège-bras doivent pouvoir supporter les contraintes électriques qui correspondent à leur classe électrique.

4.6 Marquage

Chaque protège-bras se réclamant des exigences de la présente norme doit donner, sur une étiquette et/ou un marquage, les informations suivantes:

- le symbole IEC 60417-5216:2002-10 – Approprié aux travaux sous tension; double triangle (voir Annexe B);

NOTE La proportion exacte de la hauteur de la figure à la base du triangle est de 1,43. Dans un souci pratique, la proportion peut se situer entre les valeurs de 1,4 et 1,5.

- le numéro de la norme IEC applicable, immédiatement adjacent au symbole (IEC 60984);
- le nom, la marque de commerce ou l'identification du fabricant;
- la catégorie, le cas échéant;
- la taille;
- la classe;
- l'indication "droite" ou "gauche";
- le mois et l'année de fabrication.

Pour réduire les problèmes de marquage et d'identification, les abréviations normalisées suivantes peuvent être utilisées:

petite (S), moyenne (M), grande (LG), très grande (XLG).

Les indications classe 0, classe 1, classe 2, classe 3 et classe 4, droite ou gauche ne doivent pas être abrégées.

Le marquage doit être clairement visible et lisible par une personne ayant une vue normale ou corrigée et sans agrandissement supplémentaire.

Le marquage ou l'étiquette ne doit pas diminuer la qualité du protège-bras. Il doit être durable et demeurer clairement visible après avoir subi un essai de durabilité (voir 5.3.2).

Toute marque ou étiquette additionnelle doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et le client.

Si un code de couleur est utilisé pour le symbole (double triangle), il doit correspondre au code suivant:

- classe 0 – rouge;
- classe 1 – blanc;
- classe 2 – jaune;
- classe 3 – vert;
- classe 4 – orange.

4.7 Emballage

Chaque paire de protège-bras doit être emballée dans un paquet ou conteneur individuel, de solidité suffisante pour, autant que raisonnablement praticable, protéger convenablement les protège-bras contre des détériorations lors des transports, manipulations et stockage en accord avec les instructions des fabricants.

L'extérieur de l'emballage ou du conteneur doit comporter le nom du fabricant ou du fournisseur, la classe, la catégorie, la taille, la longueur et le style.

Le type d'emballage approprié pour le transport doit être déterminé par le fabricant.

4.8 Instructions d'emploi

Chaque emballage de protège-bras couverts par la présente norme doit être fourni avec des instructions écrites du fabricant pour l'utilisation.

Les instructions d'emploi doivent inclure au moins des informations concernant le stockage, la manipulation, la mise au rebut, la réparation et les essais périodiques ainsi que la référence à la norme avec l'année de publication. Des informations additionnelles peuvent être fournies.

Ces instructions doivent être rédigées en conformité avec les exigences générales données dans l'IEC 61477.

5 Essais

5.1 Généralités

La présente norme fournit les dispositions d'essai qui permettent de démontrer que le produit satisfait aux exigences de l'Article 4. Ces dispositions d'essai sont principalement destinées à être utilisées comme essais de type permettant de valider la conception. Lorsque cela est approprié, des moyens alternatifs (calcul, examen, essais, etc.) sont spécifiés dans les paragraphes consacrés aux essais et sont destinés aux protège-bras issus de la production.

L'Annexe C présente la répartition des protège-bras en différents groupes d'essai, la quantité requise ainsi que l'ordre dans lequel les essais de type sont réalisés.

Les protège-bras doivent passer avec succès tous les essais de type.

Les protège-bras ayant subi les essais de type ne doivent pas être réutilisés.

Sauf spécification contraire, pour les essais de type, les protège-bras doivent être conditionnés pendant $2 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ à une température de $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ et une humidité relative de $50 \% \pm 5 \%$.

Lorsque cela est approprié, les équipements d'essais doivent respecter l'IEC 60060-1. Les systèmes de mesure doivent respecter l'IEC 60060-2 sauf indication contraire.

NOTE Il est essentiel que les essais soient réalisés par un centre d'essai compétent.

5.2 Contrôle visuel et dimensionnel

5.2.1 Généralités

Le contrôle visuel doit être réalisé par une personne dont la vue est normale ou corrigée, sans moyen de grossissement additionnel et sous des conditions normales d'éclairage.

5.2.2 Classification

Il doit être vérifié par contrôle visuel que les exigences de 4.2 sont satisfaites.

5.2.3 Composition

Il doit être vérifié par contrôle visuel que les exigences de 4.3.1 sont satisfaites.

5.2.4 Forme

La forme du protège-bras doit être vérifiée par contrôle visuel (voir 4.3.2).

5.2.5 Dimensions

5.2.5.1 Protège-bras de forme droite

Les dimensions des protège-bras de forme droite, conformément à la Figure 1, doivent être mesurées avec le protège-bras à plat (c'est-à-dire avec une face fermement et uniformément appliquée sur l'autre). Un dispositif convenable de mesure consiste en une planche avec une ligne centrale sur laquelle le protège-bras est placé.

- Dimension A – La longueur hors tout doit être mesurée depuis le bord extérieur du poignet jusqu'au bord supérieur de l'ouverture large, parallèlement à la ligne centrale.
- Dimension B – La longueur du dessous de bras doit être mesurée depuis le bord extérieur du poignet jusqu'au point le plus bas de l'ouverture large le long de la ligne centrale.
- Dimension C – La largeur de l'ouverture large doit être mesurée comme le maximum de la largeur d'ouverture moins deux fois l'épaisseur du protège-bras.
- Dimension D – La largeur du poignet doit être mesurée comme la largeur extérieure au-dessus du bord renforcé du poignet, moins deux fois l'épaisseur du protège-bras,

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les exigences de 4.3.3 sont satisfaites.

5.2.5.2 Protège-bras de forme coudée

Les dimensions des protège-bras de forme coudée, conformément à la Figure 2, doivent être mesurées avec le protège-bras à plat (c'est-à-dire avec une face fermement et uniformément appliquée sur l'autre). Le protège-bras doit être orienté le long d'une ligne allant du point milieu du poignet au centre du trou, prévu pour le bouton supérieur.

- Dimension A – La longueur hors tout doit être mesurée depuis le bord extérieur au point milieu du poignet jusqu'au bord supérieur de l'ouverture large, parallèlement à la ligne d'orientation.
- Dimension B – La longueur du dessous de bras doit être mesurée depuis le bord extérieur au point milieu du poignet jusqu'au point le plus bas de l'ouverture large, parallèlement à la ligne d'orientation.
- Dimension C – La largeur de l'ouverture large doit être considérée comme étant la largeur maximale à l'ouverture large moins deux fois l'épaisseur du protège-bras.
- Dimension D – La largeur du poignet doit être considérée comme étant la largeur de la partie extérieure située au poignet au-dessus du bord renforcé moins deux fois l'épaisseur du protège-bras.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les exigences du 4.3.3 sont satisfaites.

5.2.6 Epaisseur

Les mesures d'épaisseur doivent être effectuées sur au moins huit points uniformément répartis sur la surface totale du protège-bras.

Les mesures doivent être effectuées avec un micromètre (voir Figure 3). Le micromètre doit permettre d'apprécier au moins 0,02 mm, et doit avoir une embase d'environ 6 mm de diamètre, et une pointe de pression de 3,17 mm $\pm$ 0,25 mm de diamètre. La pointe de pression doit exercer une force totale de 0,83 N $\pm$ 0,03 N. Il faut assurer au protège-bras un support suffisant pour qu'il présente une surface plate sans stries entre les faces de l'embase du micromètre.

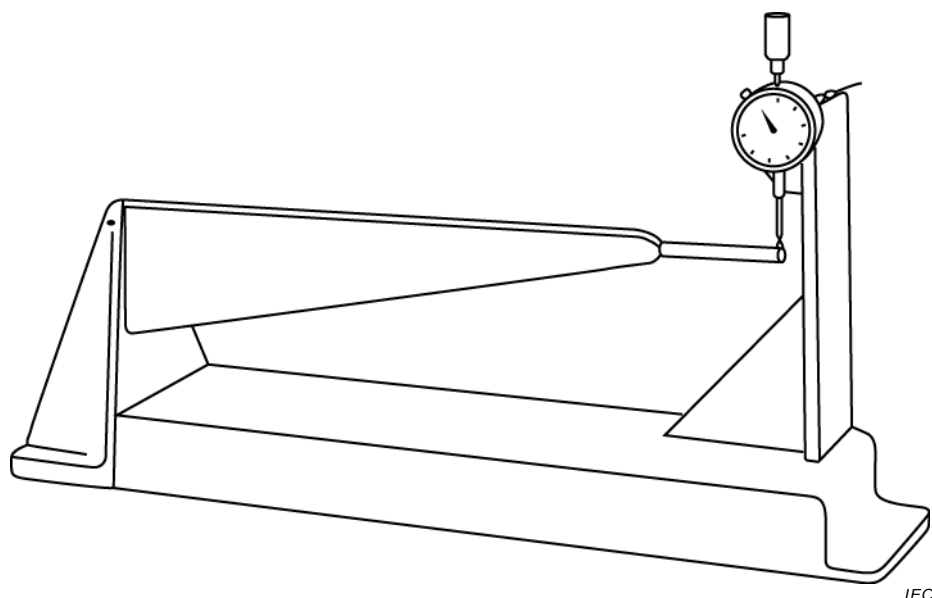


Figure 3 – Micromètre à cadran pour mesurer l'épaisseur du protège-bras

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les exigences de 4.3.4 sont satisfaites.

5.2.7 Façon et finition

La façon et la finition doivent être vérifiées par un contrôle visuel et, lorsque cela est trouvé nécessaire, par un contrôle dimensionnel. L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les exigences de 4.3.5 sont satisfaites.

5.3 Marquage

5.3.1 Contrôle visuel et dimensionnel

Il doit être vérifié par contrôles visuel et dimensionnel que les exigences de 4.6 sont satisfaites.

5.3.2 Durabilité du marquage

La durabilité du marquage doit être vérifiée en frottant le marquage pendant 15 s avec un chiffon non pelucheux trempé dans de l'eau savonneuse, puis en frottant à nouveau pendant 15 s avec un chiffon non pelucheux trempé dans de l'isopropanol ($\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$).

Il est du devoir de l'employeur de s'assurer que la législation applicable ainsi que les exigences de sécurité propres à l'usage de l'isopropanol sont respectées intégralement.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les éléments de marquage demeurent lisibles et les lettres ne font pas tache.

Le marquage produit par moulage ou gravure doit être considéré comme conforme sans réaliser l'essai de durabilité.

5.4 Emballage et instructions d'emploi

L'emballage et la disponibilité de toutes les informations tel que requis en 4.7 et 4.8 doivent être vérifiés par contrôle visuel.

5.5 Essais mécaniques

5.5.1 Généralités

Tous les essais mécaniques doivent être réalisés sur des éprouvettes ayant été conditionnées selon l'ISO 23529.

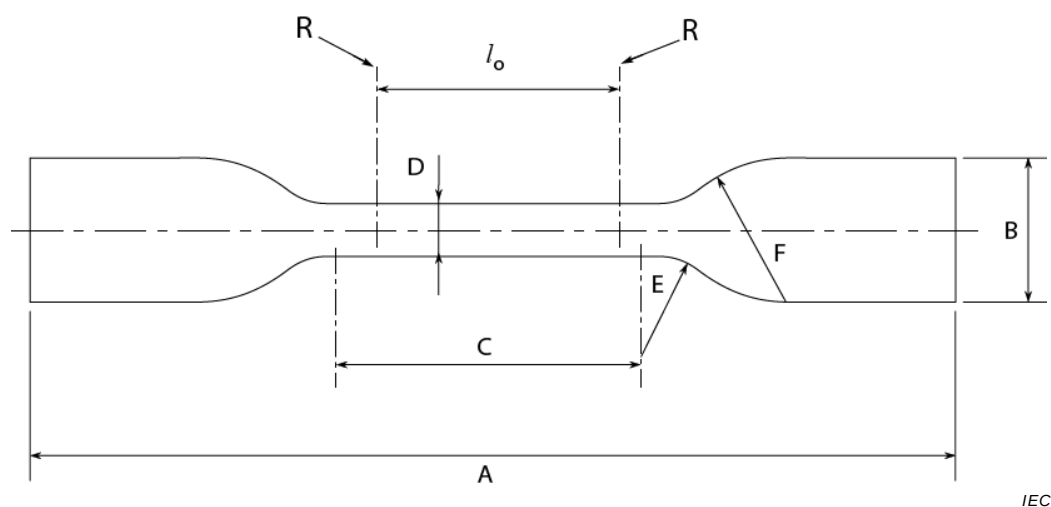
NOTE Les propriétés des *élastomères* vulcanisés changent continuellement dans le temps. Ces changements sont particulièrement rapides pendant la période suivant immédiatement la vulcanisation.

5.5.2 Résistance à la traction et allongement à la rupture

5.5.2.1 Essai de type

Quatre éprouvettes ayant la forme d'haltères indiquée à la Figure 4 doivent être découpées dans le protège-bras à l'essai, une sur le dessus, une sur le dessous, cela à chaque extrémité du protège-bras.

Des traits de repère, espacés de 20 mm (l_0), doivent être tracés sur ces éprouvettes, ces traits doivent occuper des emplacements symétriques sur la partie étroite de l'éprouvette (voir Figure 4).



Légende	Dimensions mm
A	75
B	12,5 ± 1,0
C	25 ± 1
D	4 ± 0,1
E	8 ± 0,5
F	12,5 ± 1
l_0	20
R	Ligne de référence

Figure 4 – Epreuve en forme d'haltère pour les essais mécaniques (vue en plan)

Les éprouvettes doivent être essayées dans une machine d'essai d'extension qui doit être manœuvrée à une vitesse suffisante pour maintenir à peu près constante la vitesse de la traverse mobile, jusqu'au maximum de la capacité de l'appareil. La vitesse de la traverse mobile doit être de 500 mm/min $\pm$ 50 mm/min.

La résistance à la traction doit être calculée en divisant la force de rupture par la surface initiale de la section transversale à l'essai. Il convient que la machine puisse donner une indication continue de la force appliquée à l'éprouvette et puisse comporter une échelle graduée permettant de mesurer l'allongement. Après la rupture de l'éprouvette, il convient que la machine puisse conserver l'indication de la force maximale et, si possible, de l'allongement maximal.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la résistance moyenne à la traction des quatre éprouvettes n'est pas inférieure à 14 MPa.

L'allongement à la rupture doit être calculé en soustrayant la distance initiale entre les traits de repère de l'éprouvette de la distance entre ces traits au moment de la rupture et en exprimant le résultat en pourcentage de la distance initiale.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si l'allongement moyen à la rupture des quatre éprouvettes n'est pas inférieur à 600 %.

5.5.2.2 Essais alternatifs pour les protège-bras issus de la production

En fin de cycle de production, il n'est pas possible de réaliser l'essai de 5.5.2.1 puisqu'il est destructif.

Néanmoins, le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure documentée de fabrication que pour le protège-bras soumis à l'essai de type.

Le fabricant doit documenter les composants susceptibles d'affecter les performances liées à la résistance à la traction et à l'allongement à la rupture.

De plus, un essai sur prélèvement doit être réalisé conformément en 5.5.2.1 avec le plan d'échantillonnage spécifié au Tableau 4. Quand la taille du lot est inférieure au nombre d'échantillons, il convient que le lot fabriqué soit suffisant pour fournir le nombre d'échantillons exigé. Par exemple, un lot de 2 exigera une taille minimale de lot de 3.

Tableau 4 – Plan d'échantillonnage

Lot Unité = 1 protège-bras	Nombre d'échantillons	Nombre de défauts tolérés	Nombre de défauts réfinitoires
2 à 90	3	0	1
91 à 3 200	13	1	2
3 201 à 35 000	20	2	3

5.5.3 Résistance mécanique à la perforation

5.5.3.1 Essai de type

Deux éprouvettes circulaires de 50 mm de diamètre doivent être découpées dans le protège-bras, et chacune doit être fixée entre deux disques plats de 50 mm de diamètre. Le disque supérieur doit avoir une ouverture circulaire de 6 mm de diamètre et le disque inférieur, une ouverture circulaire de 25 mm de diamètre. Les bords des deux ouvertures doivent être arrondis de manière à présenter un rayon de 0,8 mm (voir Figure 5).

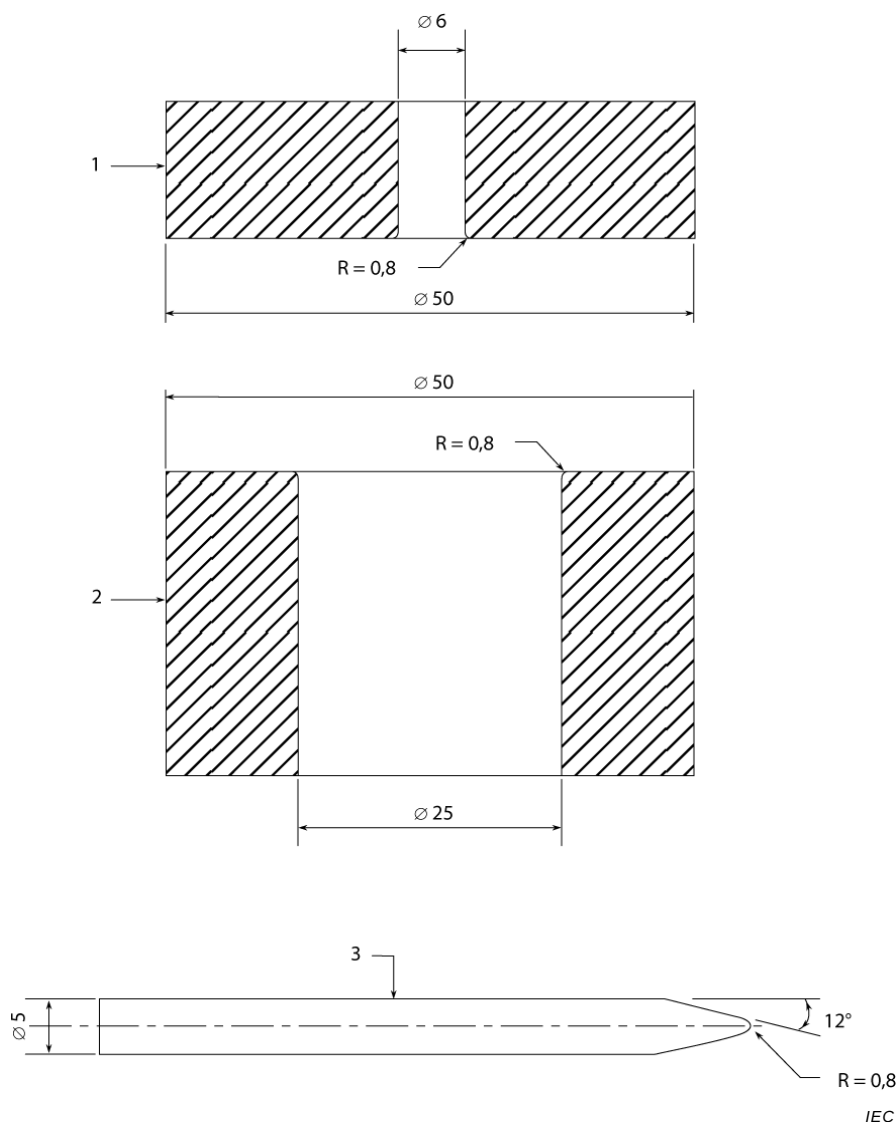
Une aiguille doit être fabriquée à partir d'une tige métallique de 5 mm de diamètre, et une de ses extrémités doit être usinée en forme de cône avec un angle de 12° dont le sommet sera arrondi avec un rayon de 0,8 mm (voir Figure 5). L'aiguille doit être propre au moment de l'emploi.

L'aiguille doit être positionnée perpendiculairement au-dessus de l'éprouvette (fixée entre les disques) et doit être déplacée de façon à perforer l'éprouvette. La vitesse de déplacement doit être de 500 mm/min $\pm$ 50 mm/min. La force nécessaire à la perforation de l'éprouvette doit être mesurée.

La résistance à la perforation doit être mesurée en divisant la force de perforation par l'épaisseur de l'éprouvette.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la résistance mécanique à la perforation pour chaque essai est supérieure à 18 N/mm.

Toutes les dimensions sont en millimètres, sauf les angles



Légende

- 1 disque supérieur
- 2 disque inférieur
- 3 aiguille

Figure 5 – Disques d'essai et aiguille pour l'essai de résistance mécanique à la perforation

5.5.3.2 Essais alternatifs pour les protège-bras issus de la production

En fin de cycle de production, il n'est pas possible de réaliser l'essai de 5.5.3.1 puisqu'il est destructif.

Néanmoins, le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure documentée de fabrication que pour le protège-bras soumis à l'essai de type.

Le fabricant doit documenter les composants susceptibles d'affecter les performances liées à la résistance à la perforation mécanique.

De plus, un essai sur prélèvement doit être réalisé conformément à 5.5.3.1 avec le plan d'échantillonnage spécifié au Tableau 4.

5.5.4 Déformation rémanente

5.5.4.1 Essai de type

Trois éprouvettes ayant la forme indiquée à la Figure 4, doivent être découpées dans chacun des protège-bras à essayer, une sur chacun des côtés au voisinage du poignet et une près de l'extrémité du dessous de bras. Les éprouvettes doivent être fixées par leurs extrémités à une machine de traction comprenant une tige métallique ou un autre guide convenable comportant deux supports, l'un fixe et l'autre mobile.

La mesure de la longueur de référence avant extension (désignée par l_0 à la Figure 4) doit être faite à 0,1 mm près et l'éprouvette doit être fixée dans le support. L'éprouvette doit être étirée à une vitesse comprise entre 2 mm/s et 10 mm/s jusqu'à $400 \% \pm 10 \%$ d'allongement et maintenue ainsi pendant 10 min. Après ce temps, la traction doit être relâchée à une vitesse comprise entre 2 mm/s et 10 mm/s puis l'éprouvette doit être retirée des supports et posée sur une surface plate. Après un temps de récupération de 10 min, la longueur de référence doit être mesurée à nouveau.

La déformation rémanente est calculée comme un pourcentage de l'allongement initial par la formule suivante:

$$\text{Déformation rémanente} = 100 \frac{l_1 - l_0}{l_s - l_0}$$

où

l_0 est la longueur de référence initiale avant extension;

l_s est la longueur de référence après extension;

l_1 est la longueur de référence après récupération.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la déformation rémanente n'excède pas 15 %.

5.5.4.2 Essais alternatifs pour les protège-bras issus de la production

En fin de cycle de production, il n'est pas possible de réaliser l'essai de 5.5.4.1 puisqu'il est destructif.

Néanmoins, le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure documentée de fabrication que pour le protège-bras soumis à l'essai de type.

Le fabricant doit documenter les composants susceptibles d'affecter les performances liées à la déformation rémanente.

De plus, un essai sur prélèvement doit être réalisé conformément à 5.5.4.1 avec le plan d'échantillonnage spécifié au Tableau 4.

5.6 Essais diélectriques

5.6.1 Essai de type

5.6.1.1 Généralités

Les essais diélectriques doivent être réalisés en utilisant une source de puissance c.a. en accord avec les exigences de l'IEC 60060-1 et à une température de $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ et une humidité relative de 45 % à 75 % (voir l'IEC 60212 "ambiante normale").

Pour les essais de type, les protège-bras doivent être conditionnés pour l'absorption d'humidité par immersion dans de l'eau pendant une durée de $16 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$. L'immersion doit être réalisée sans piéger de l'air. Suite au conditionnement, les protège-bras doivent être séchés pendant $0,2 \text{ h} \pm 0,1 \text{ h}$ à $70 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$. L'appareillage doit consister en une enceinte thermique dans laquelle une circulation d'air assure le renouvellement de cet air de 3 à 10 fois par heure. L'air introduit doit être à $70 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$.

Les essais diélectriques en tension alternative doivent être réalisés dans l'heure suivant la fin du conditionnement.

La valeur crête ou efficace de la tension alternative doit être mesurée avec une erreur tout au plus égale à 3 %.

Tous les essais diélectriques doivent être réalisés avec les protège-bras à l'endroit. La distance d'isolement entre les électrodes doit être conforme au Tableau 5.

Tableau 5 – Distance d'isolement entre les électrodes

Classe de protège-bras	Distance d'isolement mm
0	80
1	80
2	130
3	180
4	260
NOTE 1 La distance d'isolement est le chemin électrique le plus court entre une électrode et l'autre, autour de l'ouverture du protège-bras. La tolérance permise est de $\pm 25 \text{ mm}$.	
NOTE 2 Lorsqu'il existe des conditions atmosphériques qui rendent les distances spécifiées inapplicables, la distance d'isolement peut être majorée de 50 mm.	

5.6.1.2 Électrodes liquides, montage droit

Une méthode de montage des protège-bras est spécifiée, avec la position de montage et les électrodes présentées ci-dessous. Il convient que les électrodes liquides soient dégagées de bulles d'air ou de poches d'air, surtout au contact avec les protège-bras.

L'eau doit être de l'eau du robinet ayant une résistivité spécifique inférieure ou égale à $100 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$.

Une couche de liquide diélectrique à forte rigidité diélectrique, de densité supérieure à 1,0 et non miscible avec l'eau, doit être placée dans la cuve d'essai à une profondeur d'environ 100 mm. La cuve doit ensuite être remplie d'eau jusqu'au niveau désiré. Le protège-bras doit être immergé dans l'eau d'abord par son poignet, jusqu'à ce que le poignet soit à environ 50 mm en dessous de la surface de séparation des deux liquides, conformément à la Figure 6. Le liquide diélectrique sépare et isole alors l'électrode intérieure faite d'eau de l'électrode extérieure aussi faite d'eau.

Ce montage peut être utilisé à toutes les tensions, mais il peut être nécessaire d'augmenter la profondeur d'immersion dans le liquide diélectrique pour les tensions les plus élevées. Il convient que des précautions soient prises pour ne pas immerger le poignet du protège-bras trop près du fond de la cuve afin d'éviter le contournement.

Il convient d'éviter tout contact prolongé du protège-bras avec ces liquides du fait du risque de gonflement des protège-bras. Il convient de laver les protège-bras pour ôter ce liquide

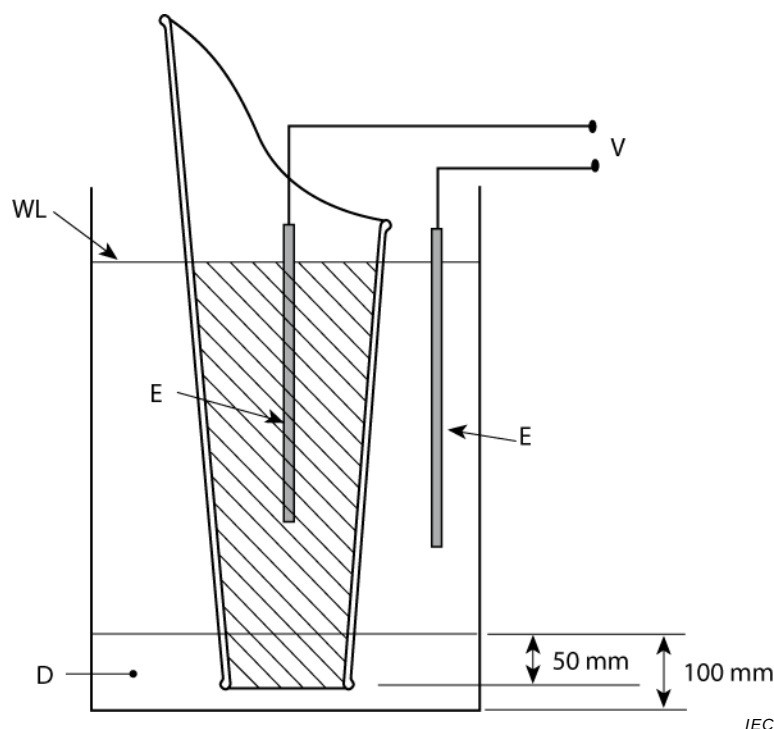
diélectrique. Des essais répétés peuvent entraîner une perte de rigidité diélectrique, du fait du mélange avec l'eau, si bien qu'un espacement des essais, ou tout autre moyen, peut devenir nécessaire.

Lors de l'essai de protège-bras, il convient d'éviter de replier le bas du protège-bras en dehors du liquide diélectrique, afin de conserver l'immersion requise dans ce liquide.

Il convient de laver et de rincer à fond les protège-bras avant les essais afin d'éliminer la possibilité de claquage ou d'amorçage à l'interface avec le liquide diélectrique.

Certains liquides diélectriques sont toxiques et il convient donc de suivre les recommandations du fabricant. Il est de la responsabilité d'un employeur de s'assurer que la législation applicable ainsi que les exigences de sécurité propres à l'usage du produit chimique sélectionné sont respectées intégralement.

NOTE Deux liquides diélectriques satisfaisants sont le méthoxy-nonafluorobutane ($C_4F_9OCH_3$) et le 2,3-dihydrodecafluoropentane ($C_5H_2F_{10}$).



Légende

- D liquide diélectrique
- E électrodes (chaîne ou tige glissante) pour raccorder l'eau aux deux extrémités de la source de tension
- V connexions à la source de tension
- WL niveau de l'eau

Figure 6 – Electrodes liquides, montage droit

5.6.1.3 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai utilisé pour les essais d'épreuve doit permettre de soumettre le protège-bras à une tension variable de façon progressive sans palier. Un appareillage de régulation motorisé convient et permet une augmentation progressive de la tension d'essai. L'appareillage d'essai doit être protégé par un dispositif de coupure automatique, conçu pour interrompre rapidement le courant en cas de défaut sur le protège-bras soumis à l'essai. Ce disjoncteur doit être conçu pour protéger l'appareillage d'essai dans tous les cas de court-circuit.

Pour éliminer un excès d'ozone et d'éventuels amorçages le long du poignet, il doit y avoir un mouvement d'air suffisant à l'intérieur et autour du protège-bras ainsi qu'un système d'évacuation adéquat pour éliminer l'ozone de l'appareillage d'essai. Il convient d'effectuer un contrôle conforme de la teneur en ozone durant l'essai pour vérifier la performance du système d'évacuation.

5.6.1.4 Indicateurs de défaut

Les indicateurs de défaut de protège-bras, ainsi que les circuits auxiliaires doivent être conçus pour donner une indication positive en cas de défaut.

5.6.1.5 Procédure d'essai diélectrique sous tension

Chaque protège-bras doit être soumis à la tension d'essai spécifiée au Tableau 6 en utilisant des électrodes conformes à 5.6.1.2. La tension alternative doit être initialement appliquée à une valeur basse et augmentée progressivement à un taux constant d'approximativement

1 000 V/s, jusqu'à ce que la tension d'essai spécifiée soit atteinte ou qu'un défaut survienne. La période de l'essai doit être de 3 min, considérée comme débutant à l'instant où la tension spécifiée est atteinte. À moins qu'un défaut électrique ne soit arrivé pendant la période d'essai, il convient de réduire la tension appliquée au moins à la moitié de la valeur avant l'ouverture du circuit d'essai.

Tableau 6 – Tension d'essai

Classe de protège-bras ^{a b}	CA Valeur efficace kV
0	5
1	10
2	20
3	30
4	40
^a Se référer à l'Annexe D pour le choix de la classe des protège-bras en tension alternative. ^b Se référer à l'Annexe E pour le choix de la classe des protège-bras en courant continu et pour des recommandations d'essai.	

5.6.2 Essais alternatifs pour les protège-bras issus de la production

En fin de cycle de production, il n'est pas possible de réaliser l'essai de 5.6.1 puisqu'il rend le protège-bras inutilisable (à cause du conditionnement humide en combinaison avec la durée de l'essai).

Néanmoins, le fabricant doit prouver qu'il a suivi la même procédure documentée de fabrication que pour le protège-bras soumis à l'essai de type.

Le fabricant doit documenter les composants susceptibles d'affecter les performances diélectriques.

De plus, les essais suivants doivent être réalisés:

- 1) un essai sur prélèvement en conformité avec 5.6.1, avec le plan d'échantillonnage spécifié au Tableau 4,
- 2) un essai individuel de série durant lequel tous les autres protège-bras du lot sont vérifiés en conformité avec 5.6.1 mais sans avoir subi le conditionnement humide et pour une durée d'essai limitée à 1 min continue.

5.7 Essais de vieillissement

Sept éprouvettes en forme d'haltère doivent être découpées comme indiqué à la Figure 4.

Les éprouvettes doivent être placées dans une enceinte thermique pendant 168 h à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, avec une humidité relative inférieure à 20 % (voir l'IEC 60212, atmosphère "chaleur sèche").

L'appareillage doit consister en une enceinte thermique telle que définie en 5.6.1.1.

L'intérieur de l'enceinte ne doit comporter ni cuivre ni alliage de cuivre. Des dispositions doivent permettre de suspendre les éprouvettes en respectant une distance minimale de 10 mm entre chacune d'elles et de 50 mm entre les éprouvettes et la paroi intérieure de l'enceinte.

A la fin de la période de chauffage, les éprouvettes doivent être retirées de l'enceinte et laissées à refroidir au moins pendant 16 h. A la fin de cette période, les essais de résistance à la traction et d'allongement à la rupture doivent être pratiqués sur quatre éprouvettes, conformément à 5.5.2.1, et les essais de déformation rémanente pratiqués sur trois éprouvettes, conformément à 5.5.4.1.

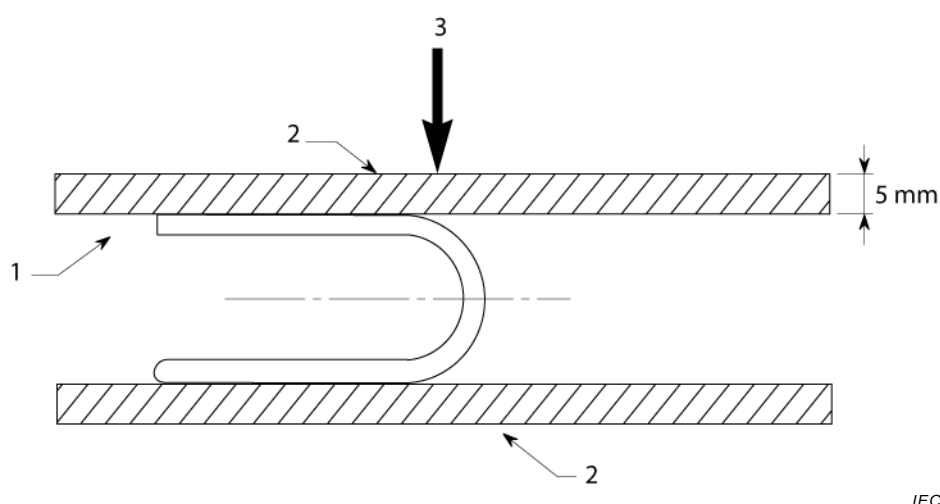
L'essai doit être considéré comme satisfaisant si les valeurs de résistance à la traction et d'allongement à la rupture ne sont pas inférieures à 80 % de celles obtenues sur des protège-bras non vieillis, et la déformation rémanente ne dépasse pas 15 %.

5.8 Essais thermiques

5.8.1 Essai à basse température

Le protège-bras doit être placé pendant 1 h dans une enceinte à une température de $-25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$. Deux plateaux de polyéthylène de 200 mm × 200 mm × 5 mm d'épaisseur doivent être conditionnés à la même température et pendant le même temps.

Moins de 1 min après le retrait de l'enceinte, le protège-bras doit être plié en son milieu, placé entre les deux plateaux de polyéthylène, et soumis pendant 30 s à une force de 100 N, comme indiqué à la Figure 7.



Légende

- 1 protège-bras
- 2 plateau de polyéthylène
- 3 force de 100 N

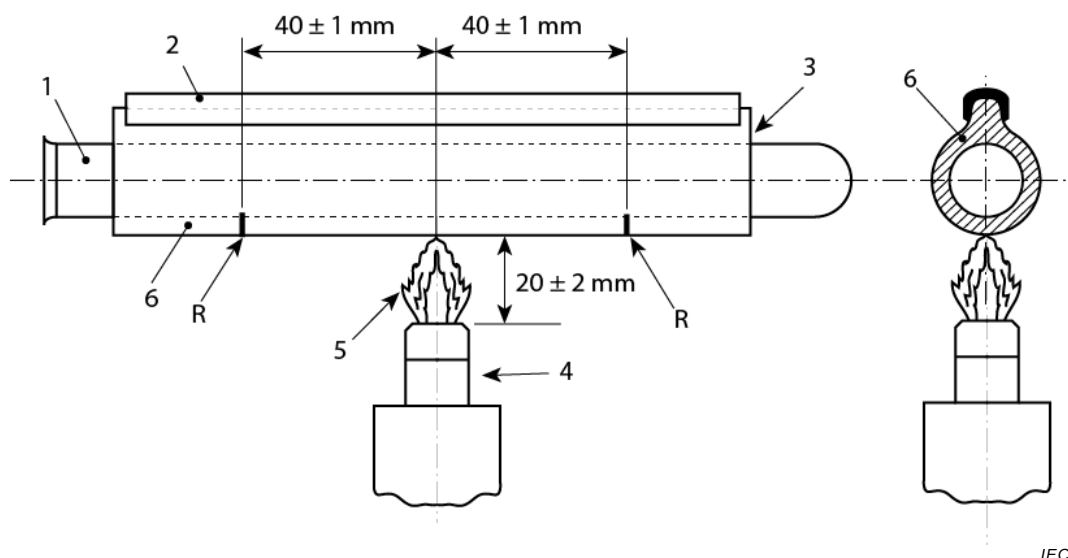
Figure 7 – Montage pour les essais de résistance au pliage à basse et très basse température

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si aucune déchirure, cassure ou craquelure du protège-bras n'est visible. Le protège-bras doit également réussir l'essai diélectrique mais sans conditionnement humide.

5.8.2 Essai de non-propagation de la flamme

Trois éprouvettes de 150 mm × 65 mm doivent être découpées sur un protège-bras à plus de 100 mm d'un de ses bords. Les éprouvettes doivent être enroulées une à la fois autour d'un tube à essais en verre d'un diamètre de 20 mm. Les lèvres sont agrafées de manière que l'éprouvette entoure fermement le tube à essais.

L'essai doit être effectué dans une enceinte sans courant d'air. Le tube à essais doit être placé en position horizontale. Les lèvres de l'éprouvette doivent être placées verticalement sur la partie supérieure du tube à essais (voir Figure 8). Pour l'essai, un petit brûleur doit être placé verticalement, sous l'éprouvette, dans l'axe de la partie médiane de cette éprouvette.



Légende

- | | | | |
|---|------------------------|---|--------------------|
| 1 | tube à essais en verre | 5 | flamme |
| 2 | agrafe | 6 | éprouvette |
| 3 | lèvre de l'éprouvette | R | ligne de référence |
| 4 | brûleur | | |

Figure 8 – Montage pour l'essai de non-propagation de la flamme

L'alimentation doit se faire au gaz méthane de qualité technique avec un régulateur de débit et un compteur, de façon à obtenir un débit uniforme de gaz.

Si on utilise du gaz naturel au lieu de méthane, il convient que son pouvoir calorifique soit d'environ 37 MJ/m³, valeur qui a donné, après vérification, des résultats similaires.

La buse du brûleur doit avoir un diamètre de 9,5 mm ± 0,5 mm afin de produire une flamme bleue haute de 20 mm ± 2 mm.

Des traits de repère doivent être placés autour de l'éprouvette à 40 mm ± 1 mm de part et d'autre de l'intersection de l'axe de la flamme du brûleur et de l'axe du tube à essais.

Le brûleur est placé à l'écart de l'éprouvette, allumé et réglé en position verticale pour obtenir une flamme bleue de 20 mm ± 2 mm de hauteur. La flamme est obtenue en réglant l'alimentation du gaz et l'apport d'air du brûleur jusqu'à ce qu'on ait une flamme bleue de 20 mm ± 2 mm avec une pointe jaune, et l'alimentation en air est alors augmentée jusqu'à ce que la pointe jaune disparaisse. On mesure de nouveau la hauteur de la flamme et on la corrige si nécessaire.

Le brûleur doit alors être placé dans la position d'essai comme indiqué à la Figure 8.

La flamme doit agir sur l'éprouvette pendant 10 s. Après cette période, la flamme doit être enlevée. Il convient de s'assurer qu'aucun courant d'air ne perturbe l'essai.

La propagation de la flamme sur l'éprouvette doit être observée pendant 55 s après le retrait de la flamme.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si la flamme n'a pas atteint l'un des traits de repère pendant la période d'observation.

5.9 Essais sur les protège-bras avec des propriétés spéciales

5.9.1 Catégorie A – Résistance à l'acide

Les protège-bras de la catégorie A doivent être conditionnés par immersion dans une solution d'acide sulfurique à 32 ° Baumé, à une température de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant $8\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$. Seule la surface extérieure des protège-bras doit être exposée à la solution d'acide. Après le conditionnement à l'acide, le protège-bras doit être rincé à l'eau et séché pendant $2\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ à environ 70 °C .

Le temps écoulé depuis la fin du séchage jusqu'au début des essais doit être de $45\text{ min} \pm 5\text{ min}$.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si suite à une immersion dans une solution d'acide sulfurique, les protège-bras réussissent les essais suivants:

- essai diélectrique mais sans conditionnement humide;
- résistance à la traction et allongement à la rupture: les valeurs obtenues ne doivent pas être inférieures à 75 % des valeurs obtenues pour des protège-bras n'ayant pas été exposés à l'acide.

5.9.2 Catégorie H – Résistance à l'huile

Les protège-bras de la catégorie H doivent subir un conditionnement préalable dans l'air pendant au moins $3\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ à $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et à $50\% \pm 5\%$ d'humidité relative et être conditionnés par immersion dans le liquide 102 (voir Annexe F) à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant $24\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$. Seule la surface extérieure des protège-bras doit être exposée au liquide.

Après le conditionnement, le protège-bras doit être séché en utilisant un tissu absorbant, propre et non pelucheux.

Le temps écoulé depuis la sortie du protège-bras du liquide jusqu'au début des essais doit être de $45\text{ min} \pm 15\text{ min}$.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si suite à une immersion dans le liquide, les protège-bras réussissent les essais suivants:

- essai diélectrique mais sans conditionnement humide;
- résistance à la traction et allongement à la rupture: les valeurs obtenues ne doivent pas être inférieures à 50 % des valeurs obtenues pour des protège-bras n'ayant pas été exposés au liquide.

5.9.3 Catégorie Z – Résistance à l'ozone

Les protège-bras de la catégorie Z doivent être conditionnés pendant $3\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$, dans une enceinte à une température de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, avec une concentration d'ozone de $1\text{ mg/m}^3 \pm 0,01\text{ mg/m}^3$ ($0,5 \times 10^{-6} \pm 0,05 \times 10^{-6}$ par volume), à une pression atmosphérique normale de 1 013 mbar (101,3 kPa).

Les protège-bras doivent ensuite être stockés à une température ambiante de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et à $50\% \pm 5\%$ d'humidité relative pendant $48\text{ h} \pm 0,5\text{ h}$ et, par la suite, examinés pour les dommages causés par l'ozone.

Les essais doivent être considérés comme satisfaisants si après conditionnement, les protège-bras ne montrent aucune craquelure sous contrôle visuel. Chaque protège-bras doit réussir l'essai diélectrique mais sans conditionnement humide.

5.9.4 Catégorie C – Résistance aux températures extrêmement basses

Le protège-bras de catégorie C doit être placé pendant $24 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ dans une enceinte à une température de $-40 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$. Deux plateaux de polyéthylène de $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ d'épaisseur doivent être conditionnés à la même température et pendant le même temps.

Moins de 1 min après le retrait de l'enceinte, le protège-bras doit être plié en son milieu, placé entre les deux plateaux de polyéthylène et soumis pendant 30 s à une force de 100 N, comme indiqué à la Figure 7.

L'essai doit être considéré comme satisfaisant si aucune déchirure, cassure ou craquelure n'est visible sur le protège-bras après que celui-ci ait été soumis à un essai à très basse température.

Le protège-bras doit également subir l'essai diélectrique, mais sans conditionnement humide.

6 Evaluation de la conformité des protège-bras issus de la production

Pour mener l'évaluation de la conformité durant la phase de production, l'IEC 61318 doit être utilisée en conjonction avec la présente norme.

L'Annexe G, développée à partir de l'analyse de risque sur les performances des protège-bras, fournit la classification des défauts et identifie les essais associés applicables dans le cas d'un suivi de production.

7 Modifications

Toute modification affectant les performances électriques et mécaniques des protège-bras doit nécessiter la reprise des essais de type, en totalité ou en partie (si le degré de modification le justifie), en plus du changement de la documentation de référence des protège-bras.

Annexe A (informative)

Recommandations pour l'utilisation

A.1 Généralités

Les indications ci-dessous ne sont données qu'à titre de conseils pour l'entretien, l'inspection, les vérifications et l'utilisation des protège-bras après achat.

A.2 Stockage avant la mise en service et entre deux utilisations

Il est recommandé:

- que les protège-bras soient stockés dans leurs conteneurs ou emballages, à l'écart des canalisations de vapeur, des radiateurs ou d'autres sources de chaleur artificielle. Il est souhaitable que la température de stockage soit comprise entre 10 °C et 35 °C;
- de ne pas comprimer les protège-bras ni de les plier;
- de ne pas exposer les protège-bras à l'action directe du soleil, d'une lumière artificielle ou d'une source d'ozone.

A.3 Examen avant utilisation

Chaque fois avant utilisation, il convient de retourner chaque protège-bras pour permettre un examen visuel aussi bien de l'intérieur que de l'extérieur.

Si l'on a un doute sur un protège-bras, il convient que la paire ne soit pas utilisée et qu'elle soit renvoyée pour essai. Les dommages incluent mais ne sont pas limités à des trous d'épingle, des piqûres, des fentes, des coupures, l'expansion chimique, l'incorporation de matière étrangère, une tâche importante.

Des informations supplémentaires en ce qui a trait au contrôle visuel sont à l'étude (voir par exemple l'ASTM F1236).

A.4 Température

Il convient d'utiliser des protège-bras normalisés dans des zones ayant une température ambiante comprise entre –25 °C et +55 °C, et il convient d'utiliser les protège-bras de catégorie C, à une température ambiante comprise entre –40 °C et +55 °C.

A.5 Précautions d'utilisation

Il convient que les protège-bras ne soient pas exposés sans nécessité à la chaleur ou à la lumière, et d'éviter qu'ils n'entrent en contact avec toute matière qui pourrait affecter leur intégrité, telle de l'huile, de la graisse, ou d'autres matières à base de pétrole, des solvants aliphatiques, de l'essence de térébenthine, du white-spirit ou un acide fort.

Les gants qui ont été en contact avec de l'huile, de la graisse ou autres substances nuisibles devraient être nettoyés le plus tôt possible après l'achèvement de la tâche. Il convient que les gants soient lavés en accord avec les instructions du fabricant ou avec un autre moyen qui a été démontré non nuisible pour le gant.

Il convient que les protège-bras rendus humides en cours d'utilisation ou à cause du lavage soient soigneusement séchés, mais d'une manière telle que ce séchage n'entraîne pas pour les protège-bras une température supérieure à 65 °C.

A.6 Inspection périodique et essais électriques

A.6.1 Généralités

Il est essentiel que les essais soient réalisés par un centre d'essai compétent. Il convient que l'inspection périodique et les essais électriques soient réalisés uniquement par des *personnes dûment formées et qualifiées*.

Il convient qu'aucun protège-bras ne soit mis en service à moins qu'il n'ait été soumis à l'essai pendant les 12 mois précédents.

Ne pas utiliser de protège-bras, à moins qu'ils n'aient été préalablement soumis à l'essai depuis moins de douze mois depuis la mise en service.

La date de fabrication est la date initiale d'essai.

Il convient que les protège-bras soient d'abord nettoyés avant de réaliser toute inspection. Il convient que le procédé de nettoyage prenne en compte la gestion des agents pathogènes transmis par le sang.

Les essais consistent en un contrôle visuel puis en un essai diélectrique selon 5.6.2. Des méthodes additionnelles de montage ainsi que des électrodes sont suggérées en A.6.2.

Il convient que la date d'essai périodique associée à un protège-bras (par un marquage ou un autre moyen) soit la date de l'inspection et des essais diélectriques en cours ou la date à laquelle la prochaine inspection et les prochains essais diélectriques sont requis.

Il est important que de tels marquages n'affectent pas les propriétés diélectriques du produit. Il convient que tout marquage appliqué après la fabrication ne remplace pas le marquage d'origine ni n'interfère avec lui.

Des informations utiles sont aussi incluses dans l'ASTM F496.

A.6.2 Essais électriques – Méthodes additionnelles de montage pour les protège-bras

A.6.2.1 Généralités

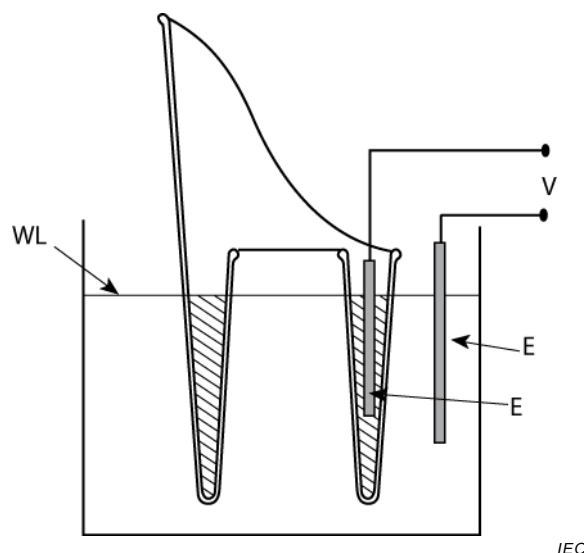
Trois méthodes additionnelles de montage des protège-bras sont présentées ci-dessous, avec les positions de montage et les électrodes. Elles sont limitées à une tension d'essai de 10 kV. Uniquement la méthode de montage en 5.6.1.2 est applicable à une tension supérieure.

Il convient que les électrodes liquides soient dégagées de bulles d'air ou de poches d'air, surtout au contact avec les protège-bras. Il convient que les autres électrodes soient ajustées aux protège-bras aussi bien que possible et sans distorsion. Il convient que les surfaces qui ne sont pas en contact avec les électrodes soient sèches.

Lorsque l'utilisation d'eau est spécifiée pour un essai diélectrique, il convient que se soit de l'eau du robinet ayant une résistivité spécifique inférieure ou égale à 100 $\Omega \cdot m$.

A.6.2.2 Electrodes liquides, montage inversé

Le poignet du protège-bras est retourné et inséré dans l'ouverture large de manière à constituer une cuvette annulaire conformément à la coupe représentée à la Figure A.1. Le protège-bras est immergé dans l'eau et la cuvette est remplie d'eau jusqu'à égalisation des niveaux intérieur et extérieur. Il convient d'éviter dans les protège-bras tout pli marqué qui pourrait entraîner un amorçage prématuré à cet endroit.



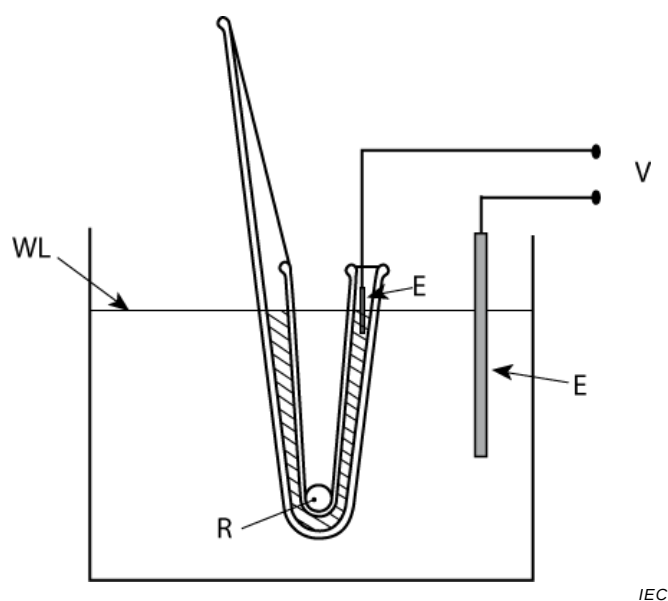
Légende

- E électrodes (chaîne ou tige glissante) pour raccorder l'eau aux deux extrémités de la source de tension
- V connexion à la source de tension
- WL niveau de l'eau

Figure A.1 – Electrodes liquides, montage inversé

A.6.2.3 Electrodes liquides, montage en bretelles

Un tube ou une tige de matériau non conducteur, d'une densité supérieure à celle de l'eau et ayant un diamètre supérieur ou égal à 40 mm, est placé en travers du protège-bras aux environs du point milieu entre le poignet et le bord inférieur de l'ouverture large. Le protège-bras est immergé dans l'eau avec le tube ou la tige en place et rempli d'eau jusqu'à égalisation des niveaux intérieur et extérieur; le poignet et le bord inférieur de l'ouverture large sont à une même distance au-dessus du niveau d'eau, conformément à la Figure A.2.

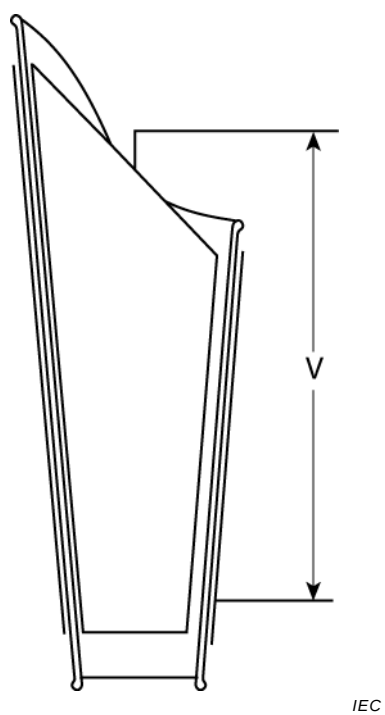
**Légende**

- R tube ou tige
- E électrodes (chaîne ou tige glissante) pour raccorder l'eau aux deux extrémités de la source de tension
- V connexion à la source de tension
- WL niveau de l'eau

Figure A.2 – Electrodes liquides, montage en bretelles**A.6.2.4 Electrodes sèches, montage droit**

Les électrodes consistent en deux plaques ou formes conductrices, s'adaptant avec précision à la partie intérieure et à la partie extérieure du protège-bras. Les bords de ces formes sont arrondis de manière à éviter des fentes ou protubérances trop violentes. Le protège-bras s'adapte avec précision, sans étirage, sur l'électrode intérieure; l'électrode extérieure est enroulée autour du protège-bras et soigneusement adaptée conformément à la Figure A.3. Pour pouvoir s'adapter aux diverses tailles de protège-bras, les électrodes peuvent être plus longues que ce qui est indiqué, et des écrans non conducteurs protégeant les bords permettront alors l'essai des plus petites tailles de protège-bras.

Du fait de la possibilité de production d'ozone, ce montage n'est pas recommandé pour les essais en tension alternative des protège-bras ne résistant pas à l'ozone.



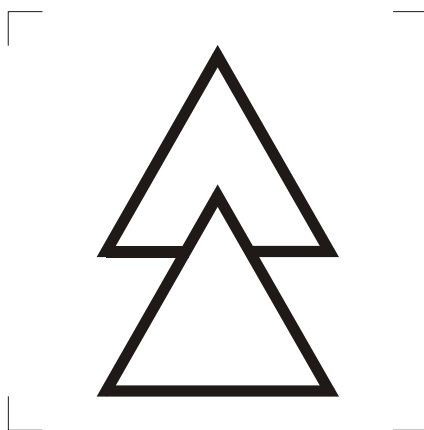
Légende

V connexion à la source de tension

Figure A.3 – Electrodes sèches, montage droit

Annexe B
(normative)

Approprié aux travaux sous tension; double triangle
(IEC 60417-5216:2002-10)



Annexe C (normative)

Ordre chronologique des essais de type

C.1 Généralités

Les numéros donnés dans les différents groupes d'essai du Tableau C.1 indiquent l'ordre dans lequel les essais de type doivent être réalisés. A l'intérieur d'un même groupe, les essais de type ayant le même numéro séquentiel peuvent être réalisés dans l'ordre le plus approprié.

Le Tableau C.1 indique la séquence de réalisation des essais généraux ainsi que celle de l'essai alternatif pour la catégorie C ou les essais complémentaires des catégories A, H et Z. Pour les protège-bras de la catégorie S ou de toute autre combinaison de catégories, les exigences quant aux essais à réaliser et à la séquence de réalisation sont obtenues en combinant les dispositions qui s'appliquent.

Les protège-bras qui ont été soumis aux essais de type ne doivent pas être réutilisés.

Tableau C.1 – Procédure générale d’essai de type

Type d'essais	Paragraphe		Groupes d'essai					
	Essai	Exigence	Groupe d'essai 1	Groupe d'essai 2	Groupe d'essai 3	Groupe d'essai 4 A	Groupe d'essai 5 H	Groupe d'essai 6 Z
Contrôle visuel et dimensionnel:								
Classification	5.2.2	4.2	1					
Composition	5.2.3	4.3.1	1					
Forme	5.2.4	4.3.2	1					
Dimensions	5.2.5	4.3.3	1					
Epaisseur	5.2.6	4.3.4	1	1	1	1	1	1
Façon et finition	5.2.7	4.3.5	1					
Marquage	5.3	4.6	1					
Emballage	5.4	4.7	1					
Instructions d'emploi	5.4	4.8	1					
Essais mécaniques:								
Résistance à la traction et allongement à la rupture	5.5.2.1	4.4	2					
Résistance à la perforation	5.5.3.1		2					
Déformation rémanente	5.5.4.1		2					
Essai diélectrique CA	5.6.1	4.5		2				
Vieillessement	5.7	4.4	2					
Essais thermiques:								
Non-propagation de la flamme	5.8.2	4.4	2		2 ^a			
Basse température	5.8.1							

Type d'essais	Paragraphe		Groupes d'essai					
	Essai	Exigence	Groupe d'essai 1	Groupe d'essai 2	Groupe d'essai 3	Groupe d'essai 4 A	Groupe d'essai 5 H	Groupe d'essai 6 Z
Propriétés spéciales:								
Cat. A – Résistance à l'acide	5.9.1	4.4				2		
Cat. H – Résistance à l'huile	5.9.2						2	
Cat. Z – Résistance à l'ozone	5.9.3				2 ^a			2
Cat. C – Résistance aux très basses températures	5.9.4							
Taille de chaque groupe d'essai (l'unité est le protège-bras)			3	3	3	3	3	2
^a Les valeurs spécifiées diffèrent dans le cas des protège-bras de catégorie C.								

C.2 Exigences pour la taille des groupes

C.2.1 Groupe 1

Le groupe 1 doit être composé de trois protège-bras qui sont d'abord utilisés pour réaliser le contrôle visuel et dimensionnel.

En utilisant les trois protège-bras, les éprouvettes nécessaires aux essais mécaniques, à l'essai de non propagation de la flamme et à l'essai de vieillissement seront découpées, une fois le contrôle visuel et dimensionnel réalisé.

- Résistance à la traction et allongement à la rupture – Quatre éprouvettes
- Résistance mécanique à la perforation – Deux éprouvettes
- Déformation rémanente – Trois éprouvettes
- Non propagation de la flamme – Trois éprouvettes
- Essais de vieillissement – Sept éprouvettes

C.2.2 Groupe 2

Le groupe 2 doit être composé de trois protège-bras, sur lesquels l'épaisseur est d'abord mesurée. L'essai diélectrique en tension alternative est ensuite réalisé.

C.2.3 Groupe 3

Le groupe 3 doit être composé de trois protège-bras sur lesquels l'épaisseur est mesurée puis est effectué soit un essai normalisé à basse température soit un essai de résistance aux très basses températures pour la catégorie C. Suite aux essais en température, les protège-bras sont soumis à l'essai diélectrique mais sans conditionnement humide.

C.2.4 Groupe 4 – Essais additionnels pour protège-bras de catégorie A

Le groupe 4 doit être composé de trois protège-bras sur lesquels l'épaisseur est mesurée puis une exposition à l'acide est effectuée. Suite à cette exposition, un protège-bras fournit les éprouvettes pour les essais mécaniques et deux protège-bras sont soumis aux essais diélectriques mais sans conditionnement humide.

C.2.5 Groupe 5 – Essais additionnels pour protège-bras de catégorie H

Le groupe 5 doit être composé de trois protège-bras sur lesquels l'épaisseur est mesurée puis une exposition à l'huile est réalisée. Suite à cette exposition, un protège-bras fournit les éprouvettes pour les essais mécaniques et deux protège-bras sont soumis aux essais diélectriques mais sans conditionnement humide.

C.2.6 Groupe 6 – Essais additionnels pour protège-bras de catégorie Z

Le groupe 6 doit être composé de deux protège-bras sur lesquels l'épaisseur est mesurée puis une exposition à l'ozone est effectuée. Suite à cette exposition, les protège-bras sont contrôlés visuellement et sont soumis aux essais diélectriques mais sans conditionnement humide.

Annexe D (informative)

Guide pour le choix des classes de protège-bras en fonction de la tension alternative nominale d'un réseau

La tension maximale d'utilisation recommandée pour chaque classe de protège-bras est celle qui est donnée dans le Tableau D.1.

Tableau D.1 – Tension alternative maximale d'utilisation

Classe	CA V efficace
0	1 000
1	7 500
2	17 000
3	26 500
4	36 000

La tension maximale d'utilisation est la tension alternative efficace assignée à l'équipement de protection, indiquant la tension nominale maximale du réseau sur lequel on peut travailler en sécurité. Pour les réseaux polyphasés, la tension nominale est la tension entre phases. Pour les réseaux monophasés, la tension nominale est la tension entre phase et terre.

Annexe E (informative)

Recommandations pour les essais électriques en courant continu et pour la tension d'utilisation

E.1 Généralités

L'Annexe E recommande des essais complémentaires sur des protège-bras issus de la production et pour lesquels une utilisation en courant continu est probable. Elle recommande aussi des tensions maximales d'utilisation en courant continu.

E.2 Essais diélectriques CC

E.2.1 Appareillage d'essai

L'appareillage d'essai utilisé pour les essais d'épreuve doit pouvoir fournir au protège-bras soumis à l'essai une tension variable de façon progressive sans palier. Un appareillage de régulation motorisé convient et permet une augmentation progressive de la tension d'essai. L'appareillage d'essai doit être protégé par un dispositif de coupure automatique, conçu pour interrompre rapidement le courant en cas de défaut sur le protège-bras. Ce disjoncteur doit être conçu pour protéger l'appareillage d'essai dans tous les cas de court-circuit.

E.2.2 Procédure d'essai

L'essai diélectrique doit être réalisé en utilisant une source de puissance à courant continu conformément aux exigences données dans l'IEC 60060-1. La mesure de la tension d'essai en c.c doit être faite conformément à l'IEC 60060-2.

Les essais diélectriques doivent être réalisés avec les protège-bras à l'endroit. Une méthode de montage des protège-bras est prévue. La distance d'isolement entre électrodes doit être telle que spécifiée au Tableau E.1.

Tableau E.1 – Distance d'isolement entre électrodes

Classe	Distance mm
0	80
1	100
2	150
3	200
4	260
NOTE 1 La distance d'isolement est le chemin électrique le plus court entre une électrode et l'autre, autour de l'ouverture du protège-bras. La tolérance permise est de ± 25 mm.	
NOTE 2 Lorsqu'il existe des conditions atmosphériques qui rendent les distances spécifiées inapplicables, la distance d'isolement peut être majorée de 50 mm.	

Chaque protège-bras doit subir un essai de tension tel que spécifié au Tableau E.2 en utilisant des électrodes conformes à 5.6.1.2. La tension d'essai continue doit être initialement appliquée à une valeur basse et augmentée progressivement à un taux constant, d'approximativement 3 000 V/s, jusqu'à ce que la tension spécifiée soit atteinte ou qu'un défaut survienne. La période d'essai doit être égale à 1 min et doit être considérée comme

débutant à l'instant où la tension spécifiée est atteinte. A moins qu'un défaut électrique n'intervienne durant la période d'essai, il convient que la tension appliquée soit réduite d'au moins la moitié avant l'ouverture du circuit d'essai.

L'essai est considéré comme satisfaisant s'il n'y a pas de perforation ni de rupture.

Tableau E.2 – Tension d'essai CC

Classe	Tension d'essai Valeur moyenne kV
0	20
1	40
2	50
3	60
4	70

E.3 Tension maximale d'utilisation recommandée pour des installations à courant continu

La tension maximale d'utilisation pour chaque classe de protège-bras est celle qui est recommandée dans le Tableau E.3.

Tableau E.3 – Tension maximale d'utilisation

Classe	CC V
0	1 500
1	11 250
2	25 500
3	39 750
4	54 000

La tension maximale d'utilisation est la valeur assignée de la tension continue de l'équipement de protection, indiquant la tension nominale maximale du réseau sur lequel on peut travailler en sécurité.

Annexe F (normative)

Liquide pour essais de protégé-bras de catégorie H – Résistance à l'huile

F.1 Particularités du liquide 102

Le liquide 102 simule certaines huiles hydrauliques à haute pression.

Il s'agit un mélange comprenant 95 % (en masse) d'huile No. 1 et 5 % (en masse) d'un composé hydrocarbure/additif contenant de 29,5 % (en masse) à 33 % (en masse) de soufre, de 1,5 % à 2 % (en masse) de phosphore et 0,7 % (en masse) d'azote. Un additif approprié est disponible commercialement.

F.2 Caractéristiques de l'huile n° 1

L'huile n°1 (IRM 901) doit avoir les caractéristiques définies dans le Tableau F.1. Généralement, l'huile est du type minéral, produisant une faible augmentation de volume.

Par souci d'uniformité, l'origine de cette huile doit être également spécifiée comme étant un mélange sévèrement contrôlé d'huiles minérales, qui consiste en un résidu paraffinique préalablement extrait au solvant, traité chimiquement et déparaffiné, et d'huile naturelle. L'huile n° 1 ne doit contenir aucun additif, à l'exception d'une trace (0,1 % environ) d'un produit abaissant le point d'écoulement qui peut être ajouté.

Tableau F.1 – Caractéristiques de l'huile n° 1

Propriété	Huile n° 1
Point d'aniline (°C) ^a	124 ± 1
Viscosité cinématique (m ² /s) (× 10 ⁻⁶) ^b	18,12 à 20,34
Point d'éclair (°C minimum) ^c	243
^a Voir l'ISO 2977. ^b Mesurée à 99 °C. ^c Mesuré selon la méthode Cleveland en vase ouvert (voir ISO 2592).	

Voir l'ISO 1817 et l'ASTM D5964 pour des informations supplémentaires.

Annexe G (normative)

Classification des défauts et essais associés

L'Annexe G a été développée pour définir de façon cohérente le niveau des défauts (critique, majeur ou mineur) des protège-bras issus de la production (voir IEC 61318). Pour chaque exigence identifiée au Tableau G.1, le type de défaut et l'essai associé y sont tous les deux spécifiés. L'Annexe H présente le raisonnement ayant conduit à la classification des défauts.

Tableau G.1 – Classification des défauts et exigences et essais associés

Exigences		Type de défauts			Essais
		Critique	Majeur	Mineur	
4.3.1	Ajustement des trous au système d'attache		X		5.2.3
4.3.3	Dimensions correctes – Variations hors des limites spécifiées			X	5.2.5
4.3.4	Epaisseur maximale			X	5.2.6
4.3.5	Façon et finition	X ^a	X ^a	X ^a	5.2.7
4.4	Mécanique				
	Résistance à la traction et allongement à la rupture	X			5.5.2.2
	Résistance mécanique à la perforation	X			5.5.3.2
	Déformation rémanente		X		5.5.4.2
4.6	Marquage				
	– absence de marquage		X		5.3.1
	– marquage incorrect	X			5.3.1
	– durabilité du marquage			X	5.3.2
4.7	Emballage			X	5.4
4.8	Instructions d'emploi (disponibilité)		X		
4.4	Vieillesse		X		5.7
4.5	Diélectrique	X			5.6.2
4.4	Thermique				
	Non-propagation de la flamme			X	5.8.2
	Basse température			X	5.8.1
4.4	Propriétés spéciales				
	Résistance à l'acide		X		5.9.1
	Résistance à l'huile		X		5.9.3
	Résistance à l'ozone		X		5.9.3
	Très basses températures		X		5.9.4

^a La classification du défaut est en fonction du type d'irrégularités. L'essai diélectrique de 5.6.2 couvrira tous les cas.

Annexe H (informative)

Raisonnement ayant conduit à la classification des défauts

L'Annexe H fournit le raisonnement ayant conduit à la classification des défauts spécifiée à l'Annexe G. Le Tableau H.1 présente, pour tout nouveau protège-bras, la justification du type de défaut associé à la conséquence de ne pas satisfaire à chacune des exigences incluses dans la norme.

La présente analyse prend en compte le fait que les protège-bras sont utilisés par des personnes qualifiées et conformément à des méthodes de travail en toute sécurité.

Tableau H.1 – Justification pour le type de défaut

Exigence	Justification pour le défaut associé tel que spécifié à l'Annexe G
Défauts critiques	
Façon et finition	Certaines irrégularités détectées par un contrôle visuel peuvent être un danger électrique pour le travailleur
Marquage incorrect	L'information disponible est erronée – cela peut être un danger pour l'utilisateur
Diélectrique	En l'absence de ses propriétés diélectriques, un protège-bras devient une source de danger électrique pour le travailleur
Mécanique – Résistance à la traction et allongement à la rupture – Résistance à la perforation	Un protège-bras qui a des propriétés mécaniques amoindries devient une source de danger électrique pour le travailleur
Défauts majeurs	
Ajustement des trous au système d'attachement	Les protège-bras sont inutilisables sans le harnais
Mécanique – Déformation rémanente	Les défauts seront vraisemblablement détectés par l'utilisateur – le travailleur cessera d'utiliser le protège-bras
Façon et finition	Certaines irrégularités détectables par un contrôle visuel peuvent rendre le protège-bras inutilisable
Absence de marquage	En l'absence de marquage, le travailleur n'utilisera pas le protège-bras
Durabilité du marquage	En présence de marquage illisible, le travailleur n'utilisera pas le protège-bras
Vieillessement	Un vieillissement prématuré rendra le protège-bras inutilisable
Instructions d'emploi (disponibilité)	Sans ces informations, un travailleur qualifié n'utilisera pas le protège-bras
Propriétés spéciales	La dégradation n'arrivera pas immédiatement et les défauts seront vraisemblablement détectés par l'utilisateur pendant le contrôle visuel – le travailleur cessera d'utiliser le protège-bras
Défauts mineurs	
Dimensions correctes – Variations hors des limites spécifiées	Le protège-bras peut être utilisé
Épaisseur maximale	Inconfort pour le travailleur – le protège-bras peut être utilisé
Façon et finition	Certaines irrégularités détectables par un contrôle visuel n'affectent pas la performance – le protège-bras peut être utilisé

Exigence	Justification pour le défaut associé tel que spécifié à l'Annexe G
Emballage	Suite à un contrôle visuel, le protège-bras peut être utilisé
Non propagation de la flamme	N'a pas d'effet sur les propriétés électriques et mécaniques du protège-bras – le protège-bras peut être utilisé
Performance à basse température	N'a pas d'effet sur les propriétés électriques et mécaniques du protège-bras – le protège-bras peut être utilisé
Durabilité du marquage	Tant que le travailleur peut lire le marquage, le protège-bras peut être utilisé

Bibliographie

IEC 60050 (toutes les parties, *Vocabulaire Electronique International* (disponible à l'adresse <<http://www.electropedia.org>>)

IEC 60050-601:1985, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

IEC 60050-604, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

IEC 60743:2013, *Travaux sous tension – Terminologie pour l'outillage, les dispositifs et les équipements*

ISO 472:2013, *Plastiques – Vocabulaire*

ISO 1817:2011, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de l'action des liquides*

ISO 2592, *Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland à vase ouvert*

ISO 2977, *Produits pétroliers et solvants hydrocarbonés – Détermination du point d'aniline et du point d'aniline en mélange*

ISO 23529, *Caoutchouc – Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*

ASTM D5964, *Standard Practice for Rubber IRM 901, IRM 902, and IRM 903 Replacement Oils for ASTM No. 1, ASTM No. 2, and ASTM No. 3 Oils* (titre non disponible en français)

ASTM F496, *Standard specification for in-service care of insulating gloves and sleeves* (titre non disponible en français)

ASTM F1236, *Standard Guide for visual inspection of electrical protective rubber products* (titre non disponible en français)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch