



IEC 60811-508

Edition 1.2 2023-11
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –
Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and
sheaths**

**Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux
non-métalliques –
Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour
les enveloppes isolantes et les gaines**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 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 Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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 once a month by email.

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: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

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.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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 une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –
Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and
sheaths**

**Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux
non-métalliques –
Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour
les enveloppes isolantes et les gaines**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.035.01, 29.060.20

ISBN 978-2-8322-7792-8

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.
--

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –
Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and
sheaths**

**Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux
non-métalliques –
Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour
les enveloppes isolantes et les gaines**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Test method	6
4.1 General	6
4.2 Apparatus.....	7
4.2.1 Air oven.....	7
4.2.2 Indentation device	7
4.3 Insulation	7
4.3.1 Sample and test piece preparation	7
4.3.2 Procedure.....	7
4.4 Sheath	9
4.4.1 Sample and test piece preparation for sheaths	9
4.4.2 Procedure.....	10
5 Test report.....	11
Annex A (normative) Calculation of the compressing force.....	16
Annex B (informative) Recommended performance requirement	18
Bibliography.....	19
Figure 1 – Indentation device.....	12
Figure 2 – Measurement of indentation	12
Figure 3 – Measurement of indentation for small test pieces	13
Figure 4 – Flat cable with a flat smaller side	14
Figure 5 – Indentation device for flat cables with a flat smaller side	15
Table A.1 – General value for k	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES – TEST METHODS FOR NON-METALLIC MATERIALS –

Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and sheaths

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendments has been prepared for user convenience.

IEC 60811-508 edition 1.2 contains the first edition (2012-03) [documents 20/1304/FDIS and 20/1353/RVD], its amendment 1 (2017-07) [documents 20/1735/FDIS and 20/1740/RVD] and its amendment 2 (2023-11) [documents 20/1735/FDIS and 20/1740/RVD].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendments 1 and 2. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 60811-508 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

Significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- re-statement of oven characteristics, especially relating to anti-vibration and to temperature control;
- enhanced detail as to the preparations and testing of flat cables;
- enhanced detail as to thickness and dimensional measurements.

See also the Foreword to IEC 60811-100:2012.

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

This part of IEC 60811 shall be used in conjunction with IEC 60811-100.

A list of all the parts in the IEC 60811 series, published under the general title *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

The IEC 60811 series specifies the test methods to be used for testing non-metallic materials of all types of cables. These test methods are intended to be referenced in standards for cable construction and for cable materials.

NOTE 1 Non-metallic materials are typically used for insulating, sheathing, bedding, filling or taping within cables.

NOTE 2 These test methods are accepted as basic and fundamental and have been developed and used over many years principally for the materials in all energy cables. They have also been widely accepted and used for other cables, in particular optical fibre cables, communication and control cables and cables for ships and offshore applications.

ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES – TEST METHODS FOR NON-METALLIC MATERIALS –

Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and sheaths

1 Scope

This Part 508 of IEC 60811 gives the procedure for a pressure test at high temperature, which typically applies to thermoplastic compounds used for insulating and sheathing materials.

NOTE 1 The method is principally intended for thermoplastic materials, but may be used for cross-linked materials when specifically required by the relevant cable standard.

NOTE 2 The test method is not recommended for thicknesses below 0,7 mm.

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 60811-100:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –Part 100: General*

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheaths*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60811-100 apply.

4 Test method

4.1 General

This part of IEC 60811 shall be used in conjunction with IEC 60811-100.

This standard gives the method for the pressure test at high temperature which applies to insulation and sheathing compounds.

All the tests shall be carried out not less than 16 h after the extrusion of the insulating or sheathing compounds.

4.2 Apparatus

4.2.1 Air oven

The test shall be carried out in an oven. ~~The oven shall use natural air circulation.~~ Either an oven with natural air circulation or one with fan-assisted circulation may be used. If vibrations from a fan-assisted oven causes inconsistent results, an oven with natural air circulation shall be used instead.

~~NOTE 1—Forced or continuous air circulation is not required. Ovens fitted with air stirring mechanisms are likely to cause vibration.~~

The oven shall not incorporate any equipment likely to cause vibration, nor shall it include exposed heating elements. The temperature of the air shall be maintained continuously at the value specified in the relevant cable standard. The oven shall be capable of operating to within ± 2 K of the specified test temperature.

~~NOTE 2—The need for a temperature control to ± 2 K is crucial. This is especially so if the material under test is a thermoplastic with a sharp melting point (such as some ethylene polymers) as a small temperature rise above that specified can result in a large increase in indentation.~~

NOTE Thermoplastic materials with a sharp melting point (as some ethylene polymers) can experience a large increase in indentation with a small temperature rise above the specified test temperature.

In operation, the oven shall be located in a position free from vibration.

4.2.2 Indentation device

A device according to Figure 1 shall be used. It shall consist of a rectangular blade with ~~an~~ a flat edge ($0,70 \pm 0,01$) mm wide which can be pressed against the test piece under the influence of an applied force.

4.3 Insulation

4.3.1 Sample and test piece preparation

For each core to be tested, three adjacent pieces shall be taken from a sample having a length of 250 mm to 500 mm. The length of each piece shall be 50 mm to 100 mm.

From each core piece taken, any covering – including the semi-conducting layer, if any – shall be removed mechanically. According to the type of cable, the test piece may have a circular, flat or sector-shaped cross-section of length (45 ± 5) mm.

The cores of twin- and multiple-grouped-core flat cables without sheath shall not be separated individually, except if the individual conductor cross-section is $\geq 10 \text{ mm}^2$. If so, a test piece taken from the insulation of an individual core shall be tested.

The minimum thickness of insulation to be tested shall be 0,7 mm.

NOTE Insulation thickness down to 0,4 mm may be tested under certain circumstances, but it is not recommended. If tests are made with samples having a thickness below 0,7 mm, it should be recorded as such in the test report.

4.3.2 Procedure

4.3.2.1 Fixing of test pieces

The final test piece shall consist of a piece of the sample from 4.3.1.

Circular cores shall be mounted in the position shown in Figure 1 (3a).

A flat cable without sheath shall be laid on its flat/major axis side.

Sector-shaped cores shall be mounted on a support of an appropriate type as shown in Figure 1 (3b and 3c).

All test pieces shall be fixed to the support in such a manner that they do not change position during the test. Special care shall be taken with test pieces so that they do not curve under the pressure of the blade.

4.3.2.2 Application of force

A force calculated according to Annex A shall be applied in a direction perpendicular to the axis of the core.

The blade shall also be perpendicular to the relevant axis.

4.3.2.3 Protocol in air oven

The loaded blade shall be placed onto the fixed test piece at ambient temperature. The whole assembly shall then be placed in the air oven which is at the specified test temperature.

The apparatus, with loaded test pieces, shall be placed in a position free from vibration (see 4.2.1).

The temperature of the air shall be maintained continuously at the value specified in the relevant cable standard. In case of dispute, the temperature shall be checked by means of a suitable temperature-measuring device, mounted at the same level as the test piece and as close as possible to one of the test pieces and the temperature shall be continuously monitored during the test.

NOTE 1 It is critical to ensure that the temperature does not, at any time, exceed the upper limit specified for testing the particular material. Temperatures below the lower limit specified may be experienced briefly immediately after starting the test. Such short periods may be ignored.

The assembly shall be kept in the test position for the time specified in the relevant cable standard, or, if the time is not specified in the cable standard, for the following times:

- 4 h for test pieces having a value of $D \leq 15$ mm
- 6 h for test pieces having a value of $D > 15$ mm.

NOTE 2 Details for the determination of D are found in Annex A.

4.3.2.4 Cooling

At the end of the specified duration, the test piece shall be rapidly cooled under load. This operation may be carried out inside or outside the air oven by spraying the test piece with cold water on the spot where the blade is pressing.

The test piece shall be removed from the apparatus when it has cooled to a temperature where recovery of the insulation no longer occurs; the test piece shall then be cooled further by immersion in cold water.

4.3.2.5 Measurement

Immediately after cooling, the test piece shall be prepared for determining the depth of indentation.

The conductor shall be withdrawn, leaving the test piece in the form of a tube.

A narrow strip shall be cut from the test piece in the direction of the axis of the core, perpendicular to the indentation as shown in Figure 2.

The strip shall be laid flat under a measuring microscope ~~or~~, a measuring projector ~~and~~ or an optical digital image analyser of at least 10 × magnification. The cross-wire shall be adjusted to the bottom of the indentation and the outside of the test piece as shown in the same figure. In case of doubt, the measuring microscope shall be taken as the reference method.

A reading of 0,01 mm and an estimated reading to three decimal places shall be used when measuring insulation with a specified thickness less than 0,7 mm.

NOTE 1 A test method using a dial micrometer is under consideration.

Small test pieces, up to about 6 mm external diameter, shall be cut transversely at and adjacent to the indentation, as shown in Figure 3, and the depth of the indentation shall be determined as the difference between the microscope measurements on sectional views 1 and 2 as shown in the same figure.

All measurements shall be made in millimetres to two decimal places.

NOTE 2 Care should be taken when making the measurement, as factors such as thermomechanical forces may have distorted the upper surface of the sample, giving a false position for the top of indentation, and the true indentation may differ from that measured directly at the point of indentation. It is therefore essential to use the thickness value measured before applying the indenter as the baseline figure. If it is evident that distortion has taken place, or in the case of any uncertainty about the result, a suitable correction to the value of indentation should be made, thus:

- if the original thickness is δ , but after the test the apparent thickness has become δI , then for the purposes of the calculation, the measured indentation (call it M) needs to be corrected by deducting an amount equal to $\delta I - \delta$;
- the correct indentation percentage then becomes

$$\frac{M - (\delta I - \delta)}{\delta} \times 100$$

4.3.2.6 Expression of the results

The indentation values, measured on the three test pieces taken from each core or strip, shall be calculated as a percentage of the insulation thickness (as measured in accordance with Annex A). The median of the three values shall be recorded. If there are changes in thickness due to the test, the formula in the NOTE in 4.3.2.5 should be used.

For flat cables, the median indentation value is the mean value of the indentation values from all the cores of the same size in the sample.

NOTE In the absence of any requirement in the relevant cable standard, a recommendation is given in Annex B.

4.4 Sheath

4.4.1 Sample and test piece preparation for sheaths

For each sheath to be tested, three adjacent pieces shall be taken from a sample having a length of 250 mm to 500 mm from which the covering (if any) and all the internal parts (cores, fillers, inner covering, armour etc. if any) have been removed.

The length of each piece of sheathing shall be 50 mm to 100 mm.

From each piece of sheathing, a strip of width equal to about one-third of the perimeter, but not more than 20 mm, shall be cut parallel to the direction of the axis of the cable if the sheath does not have ridges.

If the sheath shows ridges caused by five or fewer cores, the strip shall be cut in the direction of the ridges so that it contains at least one groove which lies approximately in the middle of the strip throughout its length.

If the sheath has ridges caused by more than five cores, the strip shall be cut in the same manner and these ridges shall be removed by grinding.

NOTE 1 A machine of the type specified in Annex A of IEC 60811-501:2012 has been found suitable for grinding or cutting the ridges.

If the sheath is directly applied on a concentric conductor, an armour or on a metallic screen, and therefore has ridges which cannot be ground or cut away (unless the diameter is large), the sheath shall not be removed, and the whole cable piece shall be used as a test piece.

If the smaller sides of a flat cable are fully rounded in shape, this test shall be carried out on one of the smaller sides. To calculate the compressing force (see Annex A), D is the minor dimension of the cable and δ is the mean sheath thickness e_3 as shown in Figure 4.

If the smaller sides are flat, or nearly flat, as depicted in Figure 4, a test piece shall be prepared by cutting a strip from the wide side of the cable in the direction of the axis of the cable. On the inner side, only the ridges shall be removed by grinding or cutting. The width of the strip to be tested shall be at least 10 mm but not more than 20 mm. The thickness of the strip shall be measured at the place where the compressing force, F , is applied.

If the oversheath is solidly bonded to a metal sheath, then the oversheath shall not be removed from the metal sheath.

NOTE 2 **Insulation** Sheath thickness down to 0,4 mm may be tested under certain circumstances, but it is not recommended. If tests are made with samples having a thickness below 0,7 mm, it should be recorded as such in the test report.

4.4.2 Procedure

4.4.2.1 Fixing of test pieces

The strips shall be supported by a metal mandrel, which may be halved in the direction of its axis to make a more stable support.

NOTE A metal pin or a metal tube is suitable as a mandrel.

The ~~radius~~ **diameter** of the mandrel shall be approximately equal to ~~half~~ the inner diameter of the test piece.

The apparatus, the strip and the supporting mandrel shall be arranged so that the mandrel supports the strip and the blade is pressed against the outer surface of the test piece.

Test pieces of flat cable sheaths shall be placed on a support as shown in Figure 5 when the smaller sides of the cable are flat.

The force shall be applied in a direction perpendicular to the axis of the mandrel (or of the cable when a whole cable piece is used) and the blade shall also be perpendicular to the axis of the mandrel, or of the cable when a whole cable is used.

If the smaller sides of a flat cable are flat, or nearly flat, as depicted in Figure 4, the test piece (strip) shall be bent around a mandrel having a diameter approximately equal to the diameter of the core of the cable; the longitudinal axis of the strip shall be perpendicular to the axis of the mandrel. Provision shall be made so that the inner surface of the strip shall be in contact over at least 120° of the circumference of the mandrel (see Figure 5). The metal blade of the test apparatus shall be placed on the middle of the test piece.

For flat cables where the smaller sides are flat, or nearly flat δ (in mm) is the thickness of the strip at the place where the force is applied. D (in mm) is the diameter of the mandrel plus twice the value of δ and as shown in Figure 5.

If the oversheath is bonded to a metal sheath it shall be tested as if the metal sheath were the mandrel. In this case the metal sheath shall be supported so that it is not deformed during the test.

It is advised to use a mandrel with a diameter between 1 to 1,1 times the inner diameter of the test piece.

4.4.2.2 Application of force

A force calculated according to Annex A shall be applied in a direction perpendicular to the axis of the mandrel (or of the cable when a whole cable piece is used).

The blade shall also be perpendicular to the relevant axis.

4.4.2.3 Protocol in air oven

See 4.3.2.3.

4.4.2.4 Cooling

See 4.3.2.4.

4.4.2.5 Measurement

The indentation shall be measured on a narrow strip cut from the test piece, as described in 4.3.2.5 and shown in Figure 2.

For flat cables where the smaller sides are flat, or nearly flat, the depth of indentation shall be related to the original value, δ , as described in 4.4.2.1 and as shown in Figure 5.

NOTE Care should be taken when making the measurement, as factors such as thermomechanical forces may have distorted the upper surface of the sample giving a false position for the top of indentation, and the true indentation may differ from that measured directly at the point of indentation. It is therefore essential to use the thickness value measured before applying the indenter as the baseline figure. If it is evident that distortion has taken place, or in the case of any uncertainty about the result, a suitable correction to the value of indentation should be made, thus:

- if the original thickness is δ , but after the test the apparent thickness has become δI , then for the purposes of the calculation, the measured indentation (call it M) needs to be corrected by deducting an amount equal to $\delta I - \delta$;
- the correct indentation percentage then becomes:

$$\frac{M - (\delta I - \delta)}{\delta} \times 100$$

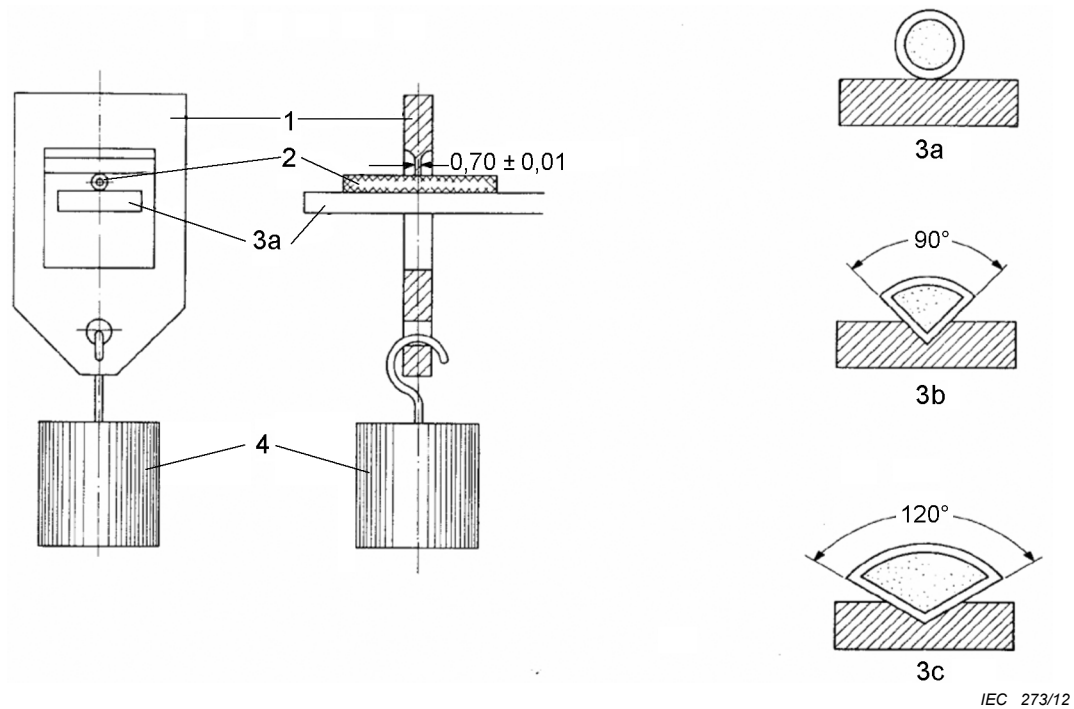
4.4.2.6 Expression of the results

See 4.3.2.6.

5 Test report

The test report shall be in accordance with that given in IEC 60811-100.

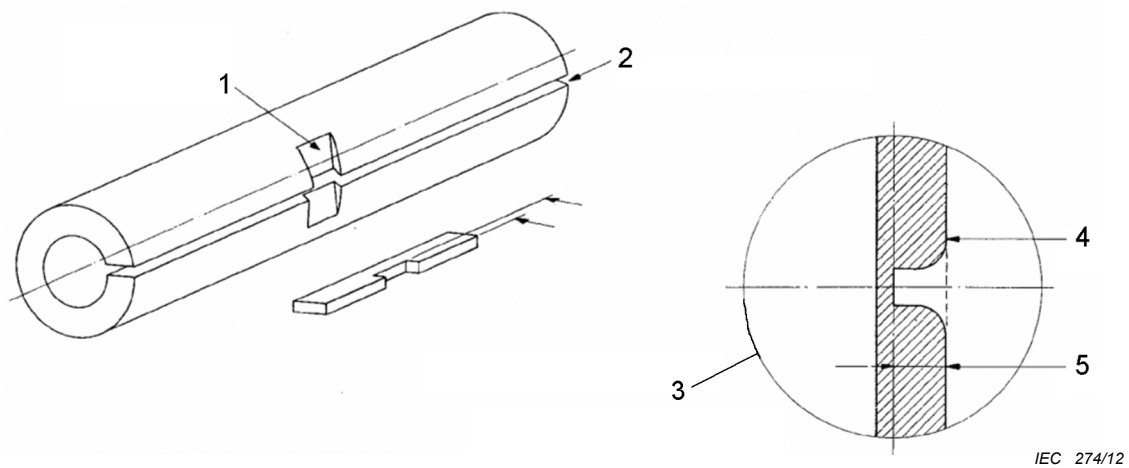
Dimensions in millimetres



Key

1	testing frame	3a, 3b, 3c	supports
2	sample	4	load

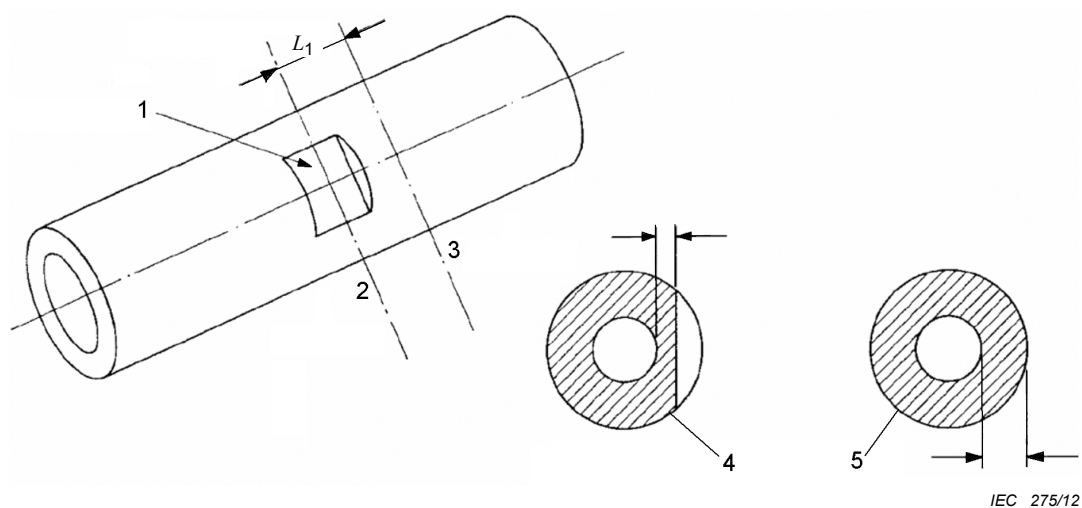
Figure 1 – Indentation device



Key

1	indentation
2	thin slice to be cut out
3	sectional view of indent under microscope
4	cross-wire of the microscope
5	depth of Indentation

Figure 2 – Measurement of indentation

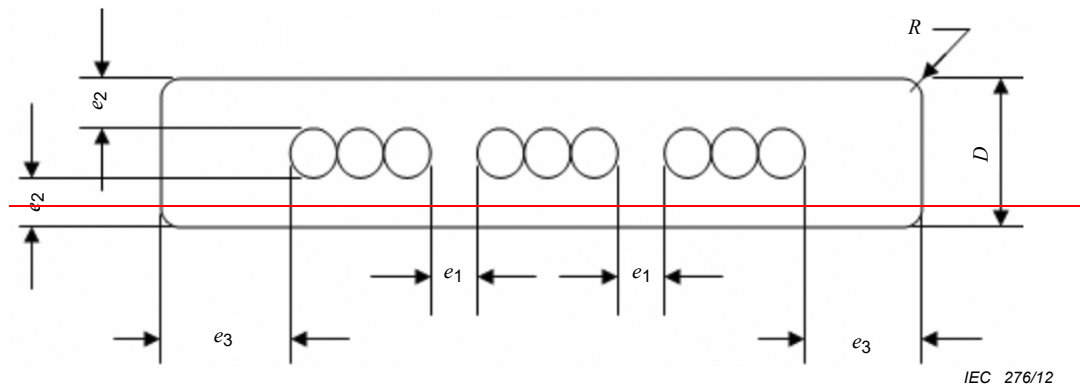


IEC 275/12

Key

- 1 indentation
- 2 section 1
- 3 section 2
- 4 sectional view 1 ("2") under measuring microscope
- 5 sectional view 2 ("3") under measuring microscope
- L_1 3 mm to 5 mm

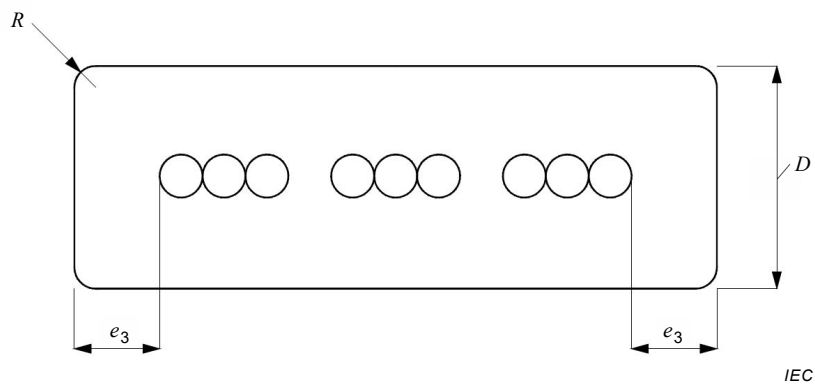
Figure 3 – Measurement of indentation for small test pieces



Key

e_1	distance between core groups
e_2	sheath thickness
e_3	mean sheath thickness
R	radius approximately e_2
D	minor dimension

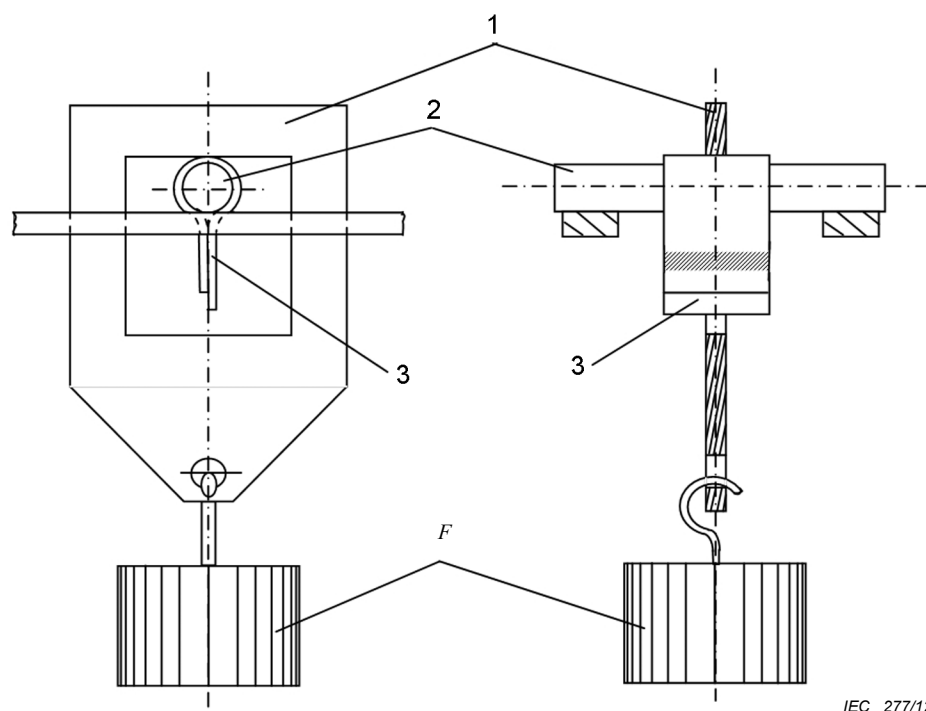
NOTE—Figure 4 shows where to take the samples from the sheath of a flat cable.



Key

e_3	mean sheath thickness
R	radius of the corner
D	minor dimension

Figure 4 – Flat cable with a flat smaller side



Key

- 1 mandrel blade
- 2 mandrel
- 3 fixed test piece bent around mandrel
- F force

Figure 5 – Indentation device for flat cables with a flat smaller side

Annex A (normative)

Calculation of the compressing force

The minimum force F , in N, which shall be exerted by the blade upon the test piece, shall be given by the formula:

$$F = k\sqrt{2 D \delta - \delta^2}$$

where

- k is a coefficient which shall be specified in the standard for the type of cable;
- δ is the value of the thickness of the insulation or the sheath, as measured on the test piece, ~~and in accordance with IEC 60811-201 (insulation) or IEC 60811-202 (sheath)~~ in millimetres;
- D is the mean value of the outer diameter of the test piece (insulation) or the mandrel diameter plus twice the thickness (sheath), in millimetres.

If a value of k is not specified in the cable standard, it shall be taken from Table A.1.

Table A.1 – General value for k

k	Insulation	Sheath
0,6	Flexible cables and cores of flexible cables Cores, with $D \leq 15$ mm, for cables for fixed installations	Flexible cables and cables Cables for fixed installation having a value $D \leq 15$ mm
0,7	Cores, with $D > 15$ mm, and for sector-shaped cores for cables for fixed installations	Cables for fixed installation having a value $D > 15$ mm

The force applied upon the piece of flat cable without sheath as described in 4.3.1 and with conductor size $< 10 \text{ mm}^2$ shall be twice the value given by the above formula in a twin core cable, where D is the mean value of the minor dimension of the test piece, or multiplied by the number of cores if more than two cores (see Figure 4).

~~In the case of insulation,~~ The thickness δ shall be measured on a thin slice of the test piece as close as possible to the intended point of indentation.

For flat cables without sheath, ~~the outer diameter of the insulated cores is the mean diameter of the individual cores of the same size, discounting any of smaller nominal conductor~~ D is determined by calculating the mean diameter using the individual cores of the largest size.

For sector-shaped cores, D is the mean value of the diameter of the “back” or circular part of the sector, in millimetres, to one decimal place. This is determined from three measurements, by means of a tape measure, of the circumference of the core assembly (the measurements being made at three different places on the assembled cores).

In the case of the sheath of a flat cable, D is the minor outer dimension of the test piece.

If the smaller sides of a flat cable are fully rounded in shape, this test shall be carried out on one of the smaller sides. To calculate the compressing force (see Annex A), D is the minor dimension of the cable and δ is the mean sheath thickness e_3 as shown in Figure 4.

For flat cables where the smaller sides are flat, or nearly flat δ (in mm) is the thickness of the strip at the place where the force is applied. D (in mm) is the diameter of the mandrel plus twice the value of δ and as shown in Figure 5.

In the case of a sheath, the thickness of the prepared test piece shall be measured as close as possible to the intended point of indentation by any suitable method.

The values of δ and D are both expressed in millimetres, to two decimal places.

Annex B (informative)

Recommended performance requirement

The performance requirements for a particular type or class of insulated conductor or cable should preferably be given in the individual cable standard.

In the absence of any given requirement, it is recommended that the following value is adopted for any cable tested against this standard:

- maximum indentation value (%): 50

NOTE The value of 50 % is inseparable from the underlying principle of the formula and is the same for all materials. The severity of the test can be changed by variation of the factor k only, without altering the value of 50 %.

Bibliography

IEC 60811-3-1:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3: -Methods specific to PVC compounds – Section One – Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking*
(withdrawn)

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401 Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-501:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives.....	24
3 Termes et définitions	24
4 Méthode d'essai	24
4.1 Généralités.....	24
4.2 Appareillage	25
4.2.1 Etuve à air.....	25
4.2.2 Dispositif d'empreinte	25
4.3 Enveloppe isolante	25
4.3.1 Echantillonnage et préparation des éprouvettes	25
4.3.2 Mode opératoire	26
4.4 Gaine	28
4.4.1 Echantillon et préparation des éprouvettes pour les gaines	28
4.4.2 Mode opératoire	28
5 Rapport d'essai	30
Annexe A (normative) Calcul de la force de compression.....	35
Annexe B (informative) Recommandations relatives aux exigences de fonctionnement.....	37
Bibliographie.....	38
Figure 1 – Dispositif d'empreinte.....	31
Figure 2 – Mesure de l'empreinte.....	31
Figure 3 – Mesure de l'empreinte pour les petites éprouvettes d'essai.....	32
Figure 4 – Câble méplat avec un petit côté plat	33
Figure 5 – Dispositif d'empreinte pour câbles méplats avec petit côté plat	34
Tableau A.1 – Valeur générale pour k	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ÉLECTRIQUES ET À FIBRES OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX NON-MÉTALLIQUES –

Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines

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.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de ses amendements a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 60811-508 édition 1.2 contient la première édition (2012-03) [documents 20/1304/FDIS et 20/1353/RVD], son amendement 1 (2017-07) [documents 20/1735/FDIS et 20/1740/RVD] et son amendement 2 (2023-11) [documents 20/1735/FDIS et 20/1740/RVD].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par les amendements 1 et 2. Les ajouts sont en vert, les

suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60811-508 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques.

Des modifications techniques importantes ont été effectuées par rapport à l'édition précédente, comme suit:

- redéfinition des caractéristiques relatives à l'étuve, en particulier les caractéristiques antivibratoires et le contrôle de la température;
- des détails supplémentaires relatifs aux préparations et aux essais de câbles méplats;
- des détails supplémentaires relatifs aux mesures d'épaisseur et de dimensions.

Voir également l'avant-propos de l'IEC 60811-100:2012.

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

La présente partie de l'IEC 60811 doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60811-100.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60811, publiées sous le titre général *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La série IEC 60811 précise les méthodes à employer pour les essais des matériaux non-métalliques sur tous les types de câbles. Ces méthodes d'essai seront citées en référence dans les normes relatives à la construction des câbles et aux matériaux des câbles.

NOTE 1 Les matériaux non-métalliques sont généralement utilisés pour l'isolation, le gainage, le matelassage, le remplissage ou le rubanage des câbles.

NOTE 2 Ces méthodes d'essai sont reconnues comme fondamentales; elles ont été développées et utilisées durant de nombreuses années, principalement pour les matériaux dans tous les câbles de distribution d'énergie. Elles ont aussi été largement reconnues et utilisées pour d'autres types de câbles, en particulier les câbles à fibres optiques, les câbles de communication et de commande, ainsi que les câbles utilisés à bord des navires et dans les applications offshore.

CÂBLES ÉLECTRIQUES ET À FIBRES OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX NON-MÉTALLIQUES –

Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines

1 Domaine d'application

La présente Partie 508 de l'IEC 60811 décrit la procédure à suivre pour réaliser l'essai de pression à température élevée, généralement applicable aux mélanges thermoplastiques utilisés pour les matériaux d'isolation et de gainage.

NOTE 1 Cette méthode est principalement destinée aux matériaux thermoplastiques, mais elle peut être utilisée pour les matériaux réticulés lorsque la norme applicable au câble l'exige spécifiquement.

NOTE 2 Cette méthode d'essai n'est pas recommandée pour les épaisseurs inférieures à 0,7 mm.

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 60811-100:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 100: Généralités*

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines non-métalliques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la IEC 60811-100 s'appliquent.

4 Méthode d'essai

4.1 Généralités

La présente partie de l'IEC 60811 doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60811-100.

La présente norme décrit la méthode pour réaliser l'essai de pression à température élevée, applicable aux mélanges pour enveloppes isolantes et gaines.

Tous les essais doivent être exécutés au moins 16 h après l'extrusion des mélanges d'isolation et de gainage.

4.2 Appareillage

4.2.1 Etuve à air

L'essai doit être effectué dans une étuve. ~~L'étuve doit fonctionner par circulation d'air naturelle.~~ Une étuve avec circulation d'air naturelle ou une étuve avec circulation assistée par un ventilateur peut être utilisée. Si des vibrations provenant d'une étuve équipée d'un ventilateur donnent des résultats contradictoires, une étuve avec circulation d'air naturelle doit être utilisée en remplacement.

~~NOTE 1 Une circulation d'air forcée ou continue n'est pas exigée. Les étuves équipées de mécanismes de brassage d'air sont susceptibles de provoquer des vibrations.~~

L'étuve ne doit inclure aucun dispositif susceptible de provoquer des vibrations ni aucun élément de chauffage exposé. La température de l'air doit être maintenue en permanence à la valeur spécifiée dans la norme applicable au câble. L'étuve doit pouvoir fonctionner dans un intervalle de ± 2 K par rapport à la température d'essai spécifiée

~~NOTE 2 La nécessité de pouvoir contrôler la température à ± 2 K est primordiale. Cela est d'autant plus nécessaire si le matériau en essai est un thermoplastique ayant un changement d'état très rapide à une température proche de son point de fusion tel que certains polymères à base d'éthylène. Pour ce type de matériau, une faible augmentation de la température par rapport à celle spécifiée peut provoquer une importante augmentation de l'empreinte.~~

NOTE Les matériaux thermoplastiques ayant un rapide changement d'état à leur point de fusion (comme certains polymères à base d'éthylène) peuvent subir une importante augmentation de l'empreinte avec une faible augmentation de la température au-dessus de la température d'essai spécifiée.

En fonctionnement, l'étuve doit être placée à un endroit exempt de vibrations.

4.2.2 Dispositif d'empreinte

Un dispositif conforme à la Figure 1 doit être utilisé. Il doit consister en une lame rectangulaire avec une arête **plate** de $(0,70 \pm 0,01)$ mm de largeur qui peut être appuyée contre l'éprouvette sous l'influence d'une force appliquée.

4.3 Enveloppe isolante

4.3.1 Echantillonnage et préparation des éprouvettes

Pour chaque conducteur isolé à essayer, trois tronçons adjacents doivent être prélevés sur un échantillon dont la longueur est comprise entre 250 mm et 500 mm. Chaque tronçon doit avoir une longueur de 50 mm à 100 mm.

De chaque tronçon de conducteur prélevé, on doit retirer mécaniquement tous les revêtements extérieurs éventuels, y compris la couche semi-conductrice externe, si elle existe. Selon le type de câble, l'éprouvette peut avoir une section circulaire, plate ou sectorale. La longueur de l'éprouvette finale doit être de (45 ± 5) mm.

Pour les câbles méplats à conducteurs de type jumelé ou multiple sans gaine, les conducteurs ne doivent pas être séparés individuellement, sauf si la section du conducteur individuel est ≥ 10 mm². Dans ce cas, une éprouvette prélevée sur l'enveloppe isolante d'un conducteur individuel doit être essayée.

L'épaisseur minimale de l'enveloppe isolante à essayer doit être de 0,7 mm.

NOTE Dans certaines circonstances, des essais peuvent être réalisés pour des enveloppes dont l'épaisseur se réduit jusqu'à 0,4 mm, mais ils ne sont pas recommandés. Si des essais sont effectués sur des échantillons dont l'épaisseur est inférieure à 0,7 mm, il convient de le relever dans le rapport d'essai.

4.3.2 Mode opératoire

4.3.2.1 Positionnement des éprouvettes

L'éprouvette finale doit inclure une partie de l'échantillon décrit en 4.3.1.

Les conducteurs circulaires doivent être montés dans la position indiquée par la Figure 1 (3a).

Un câble méplat sans gaine doit être posé du côté de son axe plat/principal.

Les conducteurs sectoriaux doivent être montés sur un support de type approprié, comme l'indique la Figure 1 (3b et 3c).

Toutes les éprouvettes doivent être fixées sur le support de manière à ne pas changer de position au cours de l'essai. Des précautions particulières doivent être prises pour les éprouvettes, de manière qu'elles ne plient pas sous la pression de la lame.

4.3.2.2 Application de la force

Une force calculée suivant l'Annexe A doit être exercée perpendiculairement à l'axe du conducteur.

La lame doit également être perpendiculaire à l'axe correspondant.

4.3.2.3 Protocole d'essai dans l'étuve à air

La lame chargée doit être placée sur la pièce d'essai fixée à température ambiante. L'assemblage sera alors placé dans l'étuve à air qui est à la température spécifiée de l'essai.

L'appareil, avec les éprouvettes chargées, doit être placé dans une position exempte de vibration (voir 4.2.1).

La température de l'air doit être maintenue en permanence à la valeur spécifiée dans la norme applicable au câble. En cas de contestation, la température doit être vérifiée au moyen d'un appareil de mesure de température approprié, monté au même niveau que l'éprouvette en essai et aussi près que possible d'une des éprouvettes en essai et la température sera continuellement contrôlée pendant l'essai.

NOTE 1 Il est important de s'assurer que la température ne dépasse à aucun moment la limite supérieure spécifiée pour l'essai du matériel particulier. La température peut passer brièvement en-dessous de la limite inférieure, immédiatement après le début de l'essai. Ces courtes périodes peuvent ne pas être prises en compte.

L'assemblage doit être maintenu en position d'essai pendant la durée spécifiée dans la norme applicable au câble ou, à défaut, pendant le temps suivant:

- 4 h pour les éprouvettes dont $D \leq 15$ mm
- 6 h pour les éprouvettes dont $D > 15$ mm.

NOTE 2 L'Annexe A fournit des détails relatifs à la détermination de la valeur D .

4.3.2.4 Refroidissement

A la fin de la durée spécifiée, l'éprouvette doit être refroidie rapidement sous charge. Cette opération peut être effectuée à l'intérieur ou à l'extérieur de l'étuve, en arrosant l'éprouvette à l'eau froide à l'endroit sur lequel appuie la lame.

L'éprouvette doit être retirée de l'appareil lorsqu'elle est refroidie à une température à laquelle la reprise de l'enveloppe isolante ne doit plus se produire; l'éprouvette doit ensuite être refroidie par immersion dans l'eau froide.

4.3.2.5 Mesure

Immédiatement après refroidissement, l'éprouvette doit être préparée pour déterminer la profondeur de l'empreinte.

L'âme conductrice doit être retirée de manière à obtenir une éprouvette tubulaire.

On doit découper une tranche mince dans l'éprouvette, parallèlement à l'axe du conducteur et perpendiculairement à l'empreinte comme représenté à la Figure 2.

La tranche doit être posée à plat sous un microscope de mesure ~~ou~~, sous un projecteur de mesure, ~~puis~~ ou sous un analyseur d'image numérique optique avec un grossissement d'au moins 10 x. Le réticule doit être réglé sur le fond de l'empreinte et le côté extérieur de l'éprouvette comme représenté sur la même figure. En cas de doute, le microscope de mesure doit être utilisé comme méthode de référence.

La valeur est exprimée à 0,01 mm et une valeur doit être exprimée à trois décimales quand la valeur de l'épaisseur d'isolation est inférieure à 0,7 mm.

NOTE 1 Une méthode d'essai utilisant un micromètre à cadran est à l'étude.

Pour les petites éprouvettes, jusqu'à 6 mm de diamètre extérieur, on doit effectuer deux coupes transversales, l'une au droit de l'empreinte et l'autre à proximité comme représenté à la Figure 3, et la profondeur de l'empreinte doit être déterminée par différence entre les mesures au microscope sur les vues en coupe 1 et 2 comme représenté sur la même figure.

Toutes les mesures doivent être exprimées en millimètres avec deux décimales.

NOTE 2 Il convient de prendre des précautions lors de la mesure, car certains facteurs tels que les forces thermomécaniques peuvent déformer la surface supérieure de l'échantillon et donner une position erronée pour le haut de l'empreinte, et la véritable empreinte peut différer de l'empreinte mesurée directement au point d'empreinte. Par conséquent, il est important d'utiliser comme valeur de base la valeur de l'épaisseur mesurée avant l'application du module d'empreinte. S'il semble évident qu'une distorsion a eu lieu, ou en cas d'incertitude sur le résultat, il convient de corriger la valeur d'empreinte en conséquence. Ainsi:

- si l'épaisseur d'origine est égale à δ , mais qu'après l'essai, l'épaisseur apparente est devenue égale à δI , alors pour le calcul, il faut corriger l'empreinte mesurée (désignée par M) en déduisant une valeur égale à $\delta I - \delta$;
- l'empreinte correcte en pourcentage devient alors

$$\frac{M - (\delta I - \delta)}{\delta} \times 100$$

4.3.2.6 Expression des résultats

La valeur des profondeurs d'empreintes, mesurées sur les trois éprouvettes prélevées sur chaque conducteur ou bande, doit être calculée en pourcentage de l'épaisseur d'isolation (comme mesuré conformément à l'Annexe A). La médiane des trois valeurs sera enregistrée. S'il y a des changements de l'épaisseur en raison de l'essai, la formule dans la NOTE de 4.3.2.5 devrait être utilisée.

Pour les câbles méplats, la valeur médiane des profondeurs d'empreintes est la valeur moyenne des valeurs des profondeurs d'empreintes de tous les conducteurs de taille identique dans un échantillon.

NOTE En l'absence de toute exigence dans la norme applicable au câble, une recommandation est indiquée dans l'Annexe B.

4.4 Gaine

4.4.1 Echantillon et préparation des éprouvettes pour les gaines

Pour chaque gaine en essai, trois tronçons adjacents doivent être prélevés sur un échantillon dont la longueur est comprise entre 250 mm et 500 mm et dont les revêtements externes (s'il y a lieu) et tous les éléments internes (conducteurs, bourrages, revêtements internes, armures, etc., s'il y a lieu) ont été retirés.

Chaque tronçon de gaine doit avoir une longueur comprise entre 50 mm et 100 mm.

Dans chaque tronçon de gaine, une bande couvrant environ un tiers de la circonférence, mais ne dépassant pas 20 mm, doit être découpée parallèlement à l'axe du câble si la gaine n'a pas d'empreinte.

Si la gaine présente des empreintes correspondant à cinq conducteurs ou moins, la bande doit être coupée parallèlement aux empreintes de manière qu'elle comporte au moins l'une des empreintes au milieu de sa largeur et sur toute sa longueur.

Si la gaine présente des empreintes résultant de son application sur un assemblage de plus de cinq conducteurs, la bande doit être coupée de la même manière et les empreintes doivent être enlevées par meulage.

NOTE 1 Une machine du type spécifié dans l'Annexe A de l'IEC 60811-501:2012 s'est révélée adaptée au meulage ou au découpage des empreintes.

Si la gaine est appliquée directement sur un conducteur concentrique, une armure ou un écran métallique, et présente, par suite, des empreintes qui ne peuvent pas être éliminées par meulage ou coupe (sauf si le diamètre est grand), la gaine ne doit pas être retirée et le tronçon de câble complet doit être utilisé comme éprouvette.

Si les petits côtés d'un câble méplat sont de forme totalement arrondie, cet essai doit être effectué sur l'un des petits côtés. Pour le calcul de la force de compression (voir Annexe A), D représente la dimension minimale du câble et δ l'épaisseur moyenne de la gaine e_3 comme l'indique la Figure 4.

Si les petits côtés sont plats, ou presque plats, comme illustré en Figure 4, une éprouvette doit être préparée en découpant une bande sur le côté large du câble parallèlement à l'axe du câble. Sur la face intérieure, seules les empreintes doivent être enlevées par meulage ou coupe. La largeur de la bande à essayer doit être comprise entre 10 mm et 20 mm. L'épaisseur de la bande doit être mesurée à l'endroit où la force de compression, F , est appliquée.

Si la gaine externe est contrecollée sur une gaine métallique alors cette gaine externe doit être retirée de la gaine métallique.

NOTE 2 Dans certaines circonstances, des essais peuvent être réalisés sur des ~~échantillons~~ gaines dont l'épaisseur se réduit jusqu'à 0,4 mm, mais ils ne sont pas recommandés. Si des essais sont effectués sur des échantillons dont l'épaisseur est inférieure à 0,7 mm, il convient de le relever dans le rapport d'essai.

4.4.2 Mode opératoire

4.4.2.1 Positionnement des éprouvettes

Les bandes doivent être portées par un mandrin métallique qui peut être coupé en deux selon le plan passant par son axe pour former un support plus stable.

NOTE Une broche métallique ou un tube métallique peut servir de mandrin.

Le ~~rayon~~ diamètre du mandrin doit être approximativement égal ~~à la moitié du~~ au diamètre intérieur de l'éprouvette.

L'appareil, la bande et le mandrin support doivent être disposés de façon que le mandrin supporte la bande et que la lame soit appuyée contre la surface extérieure de l'éprouvette.

Les éprouvettes prélevées sur des gaines de câble méplat doivent être placées sur un support, comme indiqué en Figure 5, lorsque les petits côtés du câble sont plats.

La force doit être appliquée perpendiculairement à l'axe du mandrin (ou du câble lorsqu'un tronçon de câble complet est utilisé) et la lame doit également être perpendiculaire à l'axe du mandrin ou du câble si un câble complet est utilisé.

Si les petits côtés d'un câble méplat sont plats, ou presque plats, comme illustré en Figure 4, l'éprouvette (bande) doit être enroulée autour d'un mandrin dont le diamètre est approximativement égal au diamètre du conducteur du câble; l'axe longitudinal de la bande doit être perpendiculaire à l'axe du mandrin. Des dispositions doivent être prises afin que la surface intérieure de la bande soit en contact avec le mandrin sur un angle minimum de 120 ° de sa circonférence (voir Figure 5). La bande métallique de l'appareil d'essai doit être placée au milieu de l'éprouvette.

Pour les câbles méplats dont les petits côtés sont plats, ou presque plats, δ (en mm) représente l'épaisseur de la bande à l'endroit où la force est appliquée. D (en mm) représente le diamètre du mandrin plus le double de la valeur de δ , comme indiqué en Figure 5.

Si la gaine externe est contrecollée sur une gaine métallique, elle doit être soumise à essai comme si la gaine métallique était le mandrin. Dans ce cas, la gaine métallique doit être soutenue de manière à ne pas subir de déformation au cours de l'essai.

Il est conseillé d'utiliser un mandrin d'un diamètre compris entre 1 et 1,1 fois le diamètre interne de l'éprouvette.

4.4.2.2 Application de la force

Une force calculée suivant l'Annexe A doit être exercée perpendiculairement à l'axe du mandrin (ou du câble si un câble complet est utilisé).

La lame doit également être perpendiculaire à l'axe correspondant.

4.4.2.3 Protocole d'essai dans une étuve à air

Conformément au 4.3.2.3.

4.4.2.4 Refroidissement

Conformément au 4.3.2.4.

4.4.2.5 Mesure

L'empreinte doit être mesurée sur une bande mince découpée dans l'éprouvette, comme décrit au 4.3.2.5 et représenté à la Figure 2.

Pour les câbles méplats dont les petits côtés sont plats, ou presque plats, la profondeur de l'empreinte doit être reliée à la valeur d'origine, δ , comme décrit au 4.4.2.1 et représenté à la Figure 5.

NOTE Il convient de prendre des précautions lors de la mesure, car certains facteurs tels que les forces thermomécaniques peuvent déformer la surface supérieure de l'échantillon et donner une position erronée pour le haut de l'empreinte, et la véritable empreinte peut différer de l'empreinte mesurée directement au point

d'empreinte. Par conséquent, il est important d'utiliser comme valeur de base la valeur de l'épaisseur mesurée avant l'application du module d'empreinte. S'il semble évident qu'une distorsion a eu lieu, ou en cas d'incertitude sur le résultat, il convient de corriger la valeur d'empreinte en conséquence; ainsi:

- si l'épaisseur d'origine est égale à δ , mais qu'après l'essai, l'épaisseur apparente est devenue égale à δI , alors pour le calcul, il faut corriger l'empreinte mesurée (désignée par M) en déduisant une valeur égale à $\delta I - \delta$;
- l'empreinte correcte en pourcentage devient alors:

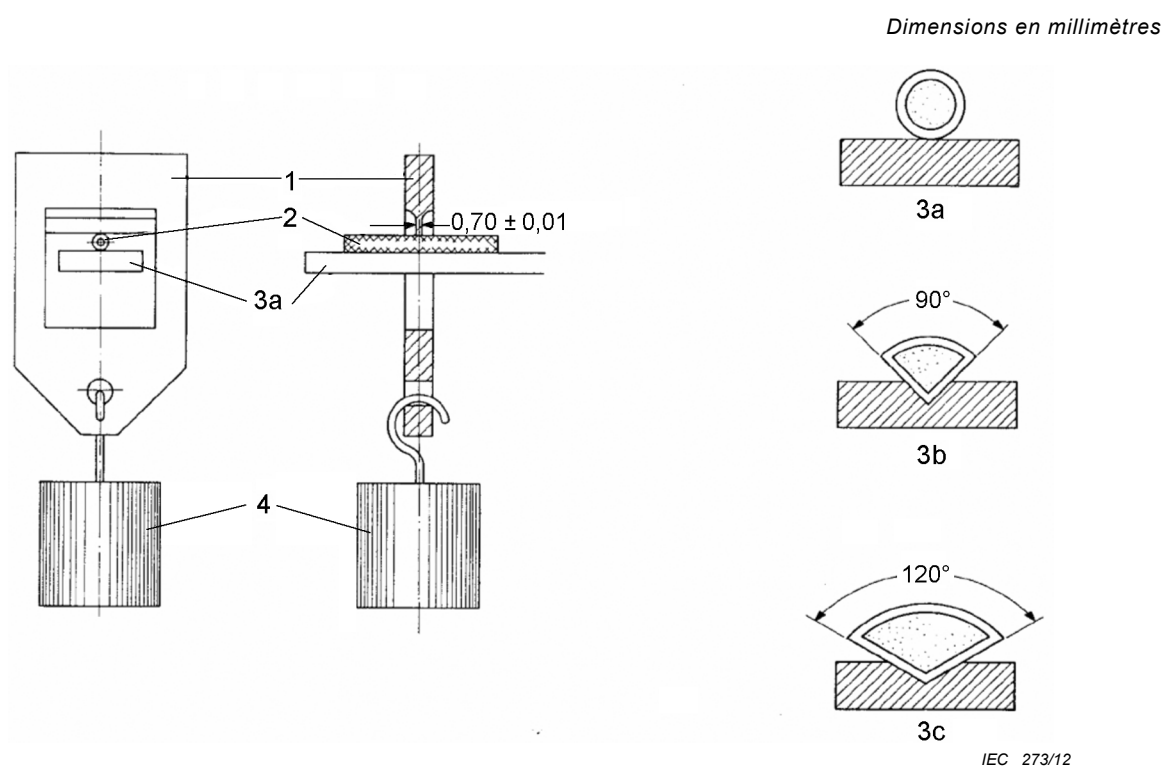
$$\frac{M - (\delta I - \delta)}{\delta} \times 100$$

4.4.2.6 Expression des résultats

Conformément au 4.3.2.6.

5 Rapport d'essai

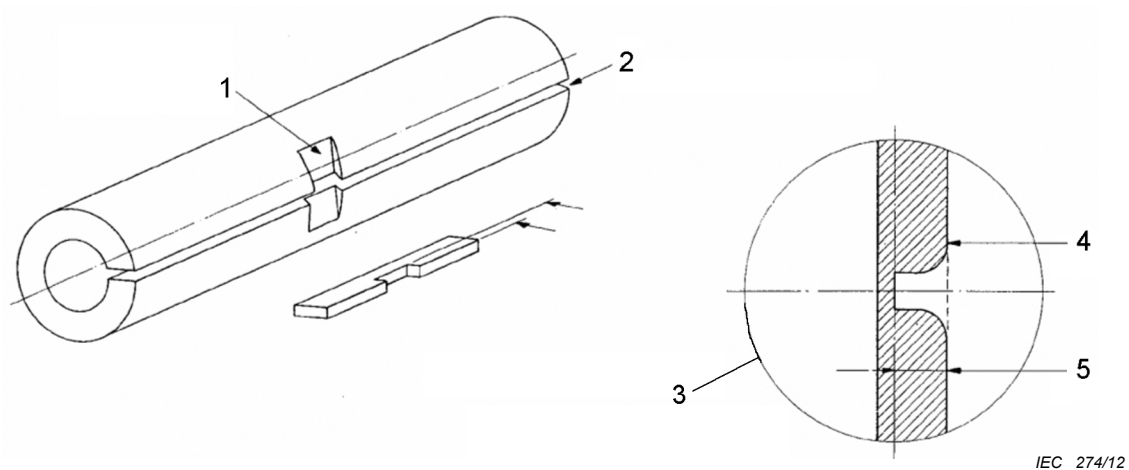
Le rapport d'essai doit être conforme aux spécifications de l'IEC 60811-100.



Légende

1	étrier d'essai	3a, 3b, 3c	supports
2	échantillon	4	charge

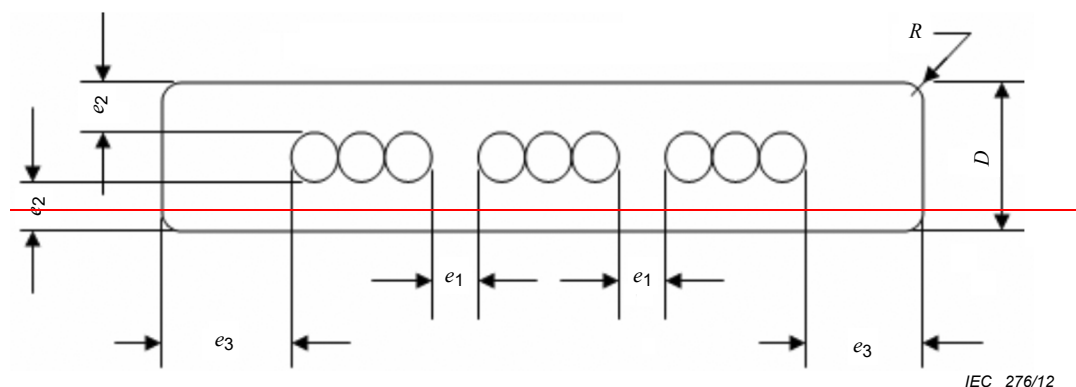
Figure 1 – Dispositif d'empreinte



Légende

1	empreinte
2	tranche mince à découper
3	vue en coupe sous le microscope
4	réticule du microscope
5	profondeur de l'empreinte

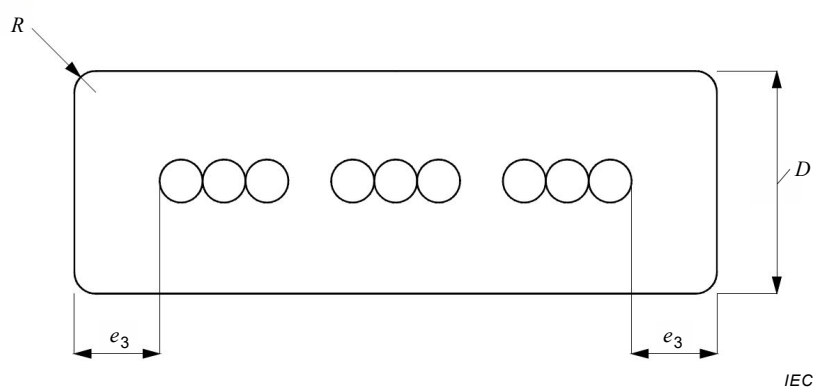
Figure 2 – Mesure de l'empreinte



Légende

- e_1 distance entre les groupements des conducteurs
- e_2 épaisseur de la gaine
- e_3 épaisseur moyenne de la gaine
- R radius approximativement e_2
- D dimension minimale

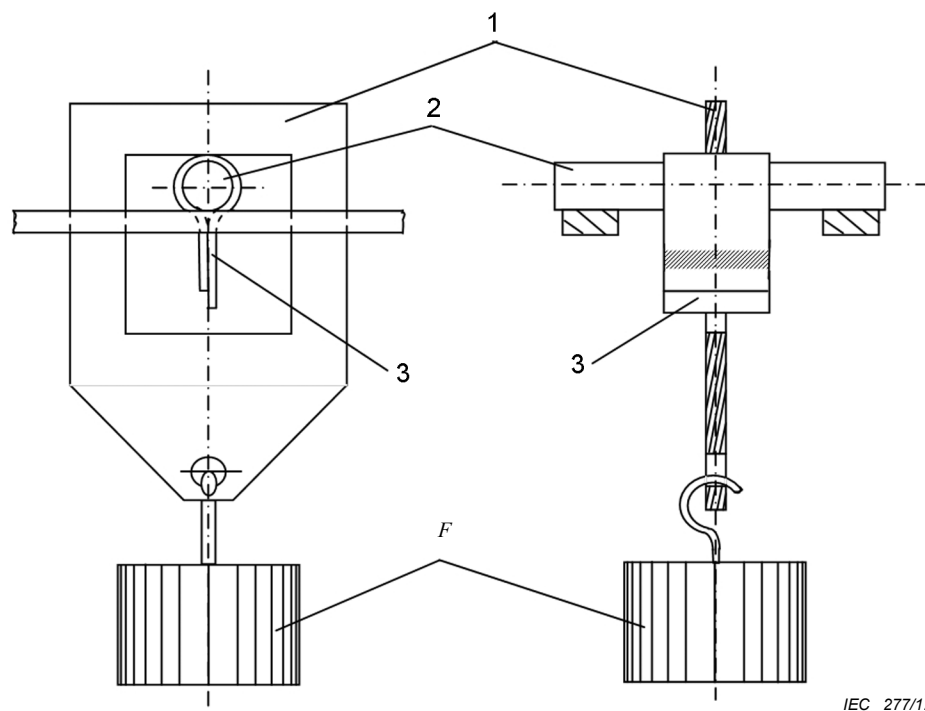
NOTE—La Figure 4 montre où il faut prélever les échantillons sur la gaine d'un câble méplat.



Légende

- e_3 épaisseur moyenne de la gaine
- R rayon du coin
- D dimension minimale

Figure 4 – Câble méplat avec un petit côté plat



Légende

- 1 lame du mandrin
- 2 mandrin
- 3 éprouvette fixe enroulée autour du mandrin
- F force

Figure 5 – Dispositif d’empreinte pour câbles méplats avec petit côté plat

Annexe A (normative)

Calcul de la force de compression

La force minimale F , en N, que doit exercer la lame sur l'éprouvette, doit être donnée par la formule:

$$F = k \sqrt{2 D \delta - \delta^2}$$

où

- k est un coefficient dont la valeur doit être spécifiée dans la norme applicable au type de câble considéré;
- δ est la valeur de l'épaisseur de l'enveloppe isolante ou de la gaine, mesurée sur l'éprouvette, ~~conformément à l'IEC 60811-201 (enveloppe isolante) ou à la IEC 60811-202 (gaine)~~ en millimètres;
- D est la valeur moyenne du diamètre extérieur de l'éprouvette (enveloppe isolante) ou diamètre du mandrin ~~plus le~~ augmenté du double de la valeur moyenne de l'épaisseur (gaine), en millimètres.

Si la valeur de k n'est pas spécifiée dans la norme du câble, elle doit être relevée dans le Tableau A.1.

Tableau A.1 – Valeur générale pour k

k	Enveloppe isolante	Gaine
0,6	Câbles souples et conducteurs de câbles souples Conducteurs, dont $D \leq 15$ mm, pour les câbles d'installations fixes	Câbles souples et câbles Câbles d'installation fixe dont $D \leq 15$ mm
0,7	Conducteurs, dont $D > 15$ mm, et conducteurs sectoriaux pour les câbles d'installations fixes	Câbles d'installation fixe dont $D > 15$ mm

La force appliquée sur l'éprouvette d'un câble méplat sans gaine, comme décrit en 4.3.1, et dont le diamètre du conducteur < 10 mm², doit être égale au double de la valeur donnée par la formule ci-dessus, pour un câble à deux âmes, D étant la valeur moyenne de la plus petite dimension de l'éprouvette. Pour un câble à conducteurs multiples, la force doit être multipliée par le nombre de conducteurs (voir Figure 4).

~~Dans le cas d'une enveloppe isolante,~~ L'épaisseur δ doit être mesurée sur une tranche mince de l'éprouvette aussi près que possible du point d'empreinte prévu.

Pour les câbles méplats sans gaine, ~~le diamètre extérieur des conducteurs isolés est égal au diamètre moyen des conducteurs individuels de même taille, en ne tenant pas compte du conducteur le plus petit~~ D est déterminé par le calcul du diamètre moyen des conducteurs individuels de la plus grande taille.

Pour les conducteurs sectoriaux, D est la valeur moyenne du diamètre de la partie circulaire du secteur, en millimètres, avec une décimale, déterminée au moyen d'un ruban métré à partir de trois mesures de la circonférence de l'assemblage des conducteurs (les mesures étant effectuées en trois endroits différents sur les conducteurs assemblés).

Dans le cas d'une gaine de câble méplat, D est la dimension minimale extérieure de l'éprouvette.

Si les petits côtés d'un câble méplat sont de forme complètement arrondie, cet essai doit être effectué sur l'un des petits côtés. Pour le calcul de la force de compression (voir Annexe A), D représente la dimension minimale du câble et δ l'épaisseur moyenne de la gaine e_3 comme l'indique la Figure 4.

Pour les câbles méplats dont les petits côtés sont plats, ou presque plats, δ (en mm) représente l'épaisseur de la bande à l'endroit où la force est appliquée. D (en mm) représente le diamètre du mandrin plus le double de la valeur de δ , comme indiqué en Figure 5.

Dans le cas d'une gaine, l'épaisseur de l'éprouvette préparée doit être mesurée aussi près que possible du point d'empreinte prévu, au moyen de toute méthode appropriée.

Les valeurs de δ et D sont toutes les deux exprimées en millimètres, à deux décimales.

Annexe B (informative)

Recommandations relatives aux exigences de fonctionnement

Il convient que les exigences de fonctionnement d'une classe ou d'un type particulier de conducteur isolé ou de câble soient données de préférence dans la norme applicable au câble.

En l'absence de toute exigence, il est recommandé d'adopter la valeur suivante pour les câbles essayés dans le cadre de la présente norme:

- valeur maximale de profondeur d'empreinte (%): 50

NOTE La valeur de 50 % est inséparable du principe de la formule et est la même pour tous les matériaux. La sévérité de l'essai peut être modifiée par le seul changement du facteur k , sans modifier la valeur de 50 %.

Bibliographie

IEC 60811-3-1:1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC Section un – Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration*
(retirée)

IEC 60811-203, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

IEC 60811-401, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*

IEC 60811-501:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –
Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and
sheaths**

**Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux
non-métalliques –
Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour
les enveloppes isolantes et les gaines**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Test method	6
4.1 General	6
4.2 Apparatus.....	7
4.2.1 Air oven.....	7
4.2.2 Indentation device	7
4.3 Insulation	7
4.3.1 Sample and test piece preparation	7
4.3.2 Procedure.....	7
4.4 Sheath	9
4.4.1 Sample and test piece preparation for sheaths	9
4.4.2 Procedure.....	10
5 Test report.....	11
Annex A (normative) Calculation of the compressing force.....	15
Annex B (informative) Recommended performance requirement	17
Bibliography.....	18
Figure 1 – Indentation device.....	12
Figure 2 – Measurement of indentation	12
Figure 3 – Measurement of indentation for small test pieces	13
Figure 4 – Flat cable with a flat smaller side	14
Figure 5 – Indentation device for flat cables with a flat smaller side	14
Table A.1 – General value for k	15

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES – TEST METHODS FOR NON-METALLIC MATERIALS –

Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and sheaths

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendments has been prepared for user convenience.

IEC 60811-508 edition 1.2 contains the first edition (2012-03) [documents 20/1304/FDIS and 20/1353/RVD], its amendment 1 (2017-07) [documents 20/1735/FDIS and 20/1740/RVD] and its amendment 2 (2023-11) [documents 20/1735/FDIS and 20/1740/RVD].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendments 1 and 2. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 60811-508 has been prepared by IEC technical committee 20: Electric cables.

Significant technical changes with respect to the previous edition are as follows:

- re-statement of oven characteristics, especially relating to anti-vibration and to temperature control;
- enhanced detail as to the preparations and testing of flat cables;
- enhanced detail as to thickness and dimensional measurements.

See also the Foreword to IEC 60811-100:2012.

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

This part of IEC 60811 shall be used in conjunction with IEC 60811-100.

A list of all the parts in the IEC 60811 series, published under the general title *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document and its amendments will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

INTRODUCTION

The IEC 60811 series specifies the test methods to be used for testing non-metallic materials of all types of cables. These test methods are intended to be referenced in standards for cable construction and for cable materials.

NOTE 1 Non-metallic materials are typically used for insulating, sheathing, bedding, filling or taping within cables.

NOTE 2 These test methods are accepted as basic and fundamental and have been developed and used over many years principally for the materials in all energy cables. They have also been widely accepted and used for other cables, in particular optical fibre cables, communication and control cables and cables for ships and offshore applications.

ELECTRIC AND OPTICAL FIBRE CABLES – TEST METHODS FOR NON-METALLIC MATERIALS –

Part 508: Mechanical tests – Pressure test at high temperature for insulation and sheaths

1 Scope

This Part 508 of IEC 60811 gives the procedure for a pressure test at high temperature, which typically applies to thermoplastic compounds used for insulating and sheathing materials.

NOTE 1 The method is principally intended for thermoplastic materials, but may be used for cross-linked materials when specifically required by the relevant cable standard.

NOTE 2 The test method is not recommended for thicknesses below 0,7 mm.

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 60811-100:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials –Part 100: General*

IEC 60811-201, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 201: General tests – Measurement of insulation thickness*

IEC 60811-202, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 202: General tests – Measurement of thickness of non-metallic sheaths*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60811-100 apply.

4 Test method

4.1 General

This part of IEC 60811 shall be used in conjunction with IEC 60811-100.

This standard gives the method for the pressure test at high temperature which applies to insulation and sheathing compounds.

All the tests shall be carried out not less than 16 h after the extrusion of the insulating or sheathing compounds.

4.2 Apparatus

4.2.1 Air oven

The test shall be carried out in an oven. Either an oven with natural air circulation or one with fan-assisted circulation may be used. If vibrations from a fan-assisted oven causes inconsistent results, an oven with natural air circulation shall be used instead.

The oven shall not incorporate any equipment likely to cause vibration, nor shall it include exposed heating elements. The temperature of the air shall be maintained continuously at the value specified in the relevant cable standard. The oven shall be capable of operating to within ± 2 K of the specified test temperature.

NOTE Thermoplastic materials with a sharp melting point (as some ethylene polymers) can experience a large increase in indentation with a small temperature rise above the specified test temperature.

In operation, the oven shall be located in a position free from vibration.

4.2.2 Indentation device

A device according to Figure 1 shall be used. It shall consist of a rectangular blade with a flat edge $(0,70 \pm 0,01)$ mm wide which can be pressed against the test piece under the influence of an applied force.

4.3 Insulation

4.3.1 Sample and test piece preparation

For each core to be tested, three adjacent pieces shall be taken from a sample having a length of 250 mm to 500 mm. The length of each piece shall be 50 mm to 100 mm.

From each core piece taken, any covering – including the semi-conducting layer, if any – shall be removed mechanically. According to the type of cable, the test piece may have a circular, flat or sector-shaped cross-section of length (45 ± 5) mm.

The cores of twin- and multiple-grouped-core flat cables without sheath shall not be separated individually, except if the individual conductor cross-section is $\geq 10 \text{ mm}^2$. If so, a test piece taken from the insulation of an individual core shall be tested.

The minimum thickness of insulation to be tested shall be 0,7 mm.

NOTE Insulation thickness down to 0,4 mm may be tested under certain circumstances, but it is not recommended. If tests are made with samples having a thickness below 0,7 mm, it should be recorded as such in the test report.

4.3.2 Procedure

4.3.2.1 Fixing of test pieces

The final test piece shall consist of a piece of the sample from 4.3.1.

Circular cores shall be mounted in the position shown in Figure 1 (3a).

A flat cable without sheath shall be laid on its flat/major axis side.

Sector-shaped cores shall be mounted on a support of an appropriate type as shown in Figure 1 (3b and 3c).

All test pieces shall be fixed to the support in such a manner that they do not change position during the test. Special care shall be taken with test pieces so that they do not curve under the pressure of the blade.

4.3.2.2 Application of force

A force calculated according to Annex A shall be applied in a direction perpendicular to the axis of the core.

The blade shall also be perpendicular to the relevant axis.

4.3.2.3 Protocol in air oven

The loaded blade shall be placed onto the fixed test piece at ambient temperature. The whole assembly shall then be placed in the air oven which is at the specified test temperature.

The apparatus, with loaded test pieces, shall be placed in a position free from vibration (see 4.2.1).

The temperature of the air shall be maintained continuously at the value specified in the relevant cable standard. In case of dispute, the temperature shall be checked by means of a suitable temperature-measuring device, mounted at the same level as the test piece and as close as possible to one of the test pieces and the temperature shall be continuously monitored during the test.

NOTE 1 It is critical to ensure that the temperature does not, at any time, exceed the upper limit specified for testing the particular material. Temperatures below the lower limit specified may be experienced briefly immediately after starting the test. Such short periods may be ignored.

The assembly shall be kept in the test position for the time specified in the relevant cable standard, or, if the time is not specified in the cable standard, for the following times:

- 4 h for test pieces having a value of $D \leq 15$ mm
- 6 h for test pieces having a value of $D > 15$ mm.

NOTE 2 Details for the determination of D are found in Annex A.

4.3.2.4 Cooling

At the end of the specified duration, the test piece shall be rapidly cooled under load. This operation may be carried out inside or outside the air oven by spraying the test piece with cold water on the spot where the blade is pressing.

The test piece shall be removed from the apparatus when it has cooled to a temperature where recovery of the insulation no longer occurs; the test piece shall then be cooled further by immersion in cold water.

4.3.2.5 Measurement

Immediately after cooling, the test piece shall be prepared for determining the depth of indentation.

The conductor shall be withdrawn, leaving the test piece in the form of a tube.

A narrow strip shall be cut from the test piece in the direction of the axis of the core, perpendicular to the indentation as shown in Figure 2.

The strip shall be laid flat under a measuring microscope, a measuring projector or an optical digital image analyser of at least $10 \times$ magnification. The cross-wire shall be adjusted to the

bottom of the indentation and the outside of the test piece as shown in the same figure. In case of doubt, the measuring microscope shall be taken as the reference method.

A reading of 0,01 mm and an estimated reading to three decimal places shall be used when measuring insulation with a specified thickness less than 0,7 mm.

NOTE 1 A test method using a dial micrometer is under consideration.

Small test pieces, up to about 6 mm external diameter, shall be cut transversely at and adjacent to the indentation, as shown in Figure 3, and the depth of the indentation shall be determined as the difference between the microscope measurements on sectional views 1 and 2 as shown in the same figure.

All measurements shall be made in millimetres to two decimal places.

NOTE 2 Care should be taken when making the measurement, as factors such as thermomechanical forces may have distorted the upper surface of the sample, giving a false position for the top of indentation, and the true indentation may differ from that measured directly at the point of indentation. It is therefore essential to use the thickness value measured before applying the indenter as the baseline figure. If it is evident that distortion has taken place, or in the case of any uncertainty about the result, a suitable correction to the value of indentation should be made, thus:

- if the original thickness is δ , but after the test the apparent thickness has become δI , then for the purposes of the calculation, the measured indentation (call it M) needs to be corrected by deducting an amount equal to $\delta I - \delta$;
- the correct indentation percentage then becomes

$$\frac{M - (\delta I - \delta)}{\delta} \times 100$$

4.3.2.6 Expression of the results

The indentation values, measured on the three test pieces taken from each core or strip, shall be calculated as a percentage of the insulation thickness (as measured in accordance with Annex A). The median of the three values shall be recorded. If there are changes in thickness due to the test, the formula in the NOTE in 4.3.2.5 should be used.

For flat cables, the median indentation value is the mean value of the indentation values from all the cores of the same size in the sample.

NOTE In the absence of any requirement in the relevant cable standard, a recommendation is given in Annex B.

4.4 Sheath

4.4.1 Sample and test piece preparation for sheaths

For each sheath to be tested, three adjacent pieces shall be taken from a sample having a length of 250 mm to 500 mm from which the covering (if any) and all the internal parts (cores, fillers, inner covering, armour etc. if any) have been removed.

The length of each piece of sheathing shall be 50 mm to 100 mm.

From each piece of sheathing, a strip of width equal to about one-third of the perimeter, but not more than 20 mm, shall be cut parallel to the direction of the axis of the cable if the sheath does not have ridges.

If the sheath shows ridges caused by five or fewer cores, the strip shall be cut in the direction of the ridges so that it contains at least one groove which lies approximately in the middle of the strip throughout its length.

If the sheath has ridges caused by more than five cores, the strip shall be cut in the same manner and these ridges shall be removed by grinding.

NOTE 1 A machine of the type specified in Annex A of IEC 60811-501:2012 has been found suitable for grinding or cutting the ridges.

If the sheath is directly applied on a concentric conductor, an armour or on a metallic screen, and therefore has ridges which cannot be ground or cut away (unless the diameter is large), the sheath shall not be removed, and the whole cable piece shall be used as a test piece.

If the smaller sides of a flat cable are fully rounded in shape, this test shall be carried out on one of the smaller sides. To calculate the compressing force (see Annex A), D is the minor dimension of the cable and δ is the mean sheath thickness e_3 as shown in Figure 4.

If the smaller sides are flat, or nearly flat, as depicted in Figure 4, a test piece shall be prepared by cutting a strip from the wide side of the cable in the direction of the axis of the cable. On the inner side, only the ridges shall be removed by grinding or cutting. The width of the strip to be tested shall be at least 10 mm but not more than 20 mm. The thickness of the strip shall be measured at the place where the compressing force, F , is applied.

If the oversheath is solidly bonded to a metal sheath, then the oversheath shall not be removed from the metal sheath.

NOTE 2 Sheath thickness down to 0,4 mm may be tested under certain circumstances, but it is not recommended. If tests are made with samples having a thickness below 0,7 mm, it should be recorded as such in the test report.

4.4.2 Procedure

4.4.2.1 Fixing of test pieces

The strips shall be supported by a metal mandrel, which may be halved in the direction of its axis to make a more stable support.

NOTE A metal pin or a metal tube is suitable as a mandrel.

The diameter of the mandrel shall be approximately equal to the inner diameter of the test piece.

The apparatus, the strip and the supporting mandrel shall be arranged so that the mandrel supports the strip and the blade is pressed against the outer surface of the test piece.

Test pieces of flat cable sheaths shall be placed on a support as shown in Figure 5 when the smaller sides of the cable are flat.

The force shall be applied in a direction perpendicular to the axis of the mandrel (or of the cable when a whole cable piece is used) and the blade shall also be perpendicular to the axis of the mandrel, or of the cable when a whole cable is used.

If the smaller sides of a flat cable are flat, or nearly flat, as depicted in Figure 4, the test piece (strip) shall be bent around a mandrel having a diameter approximately equal to the diameter of the core of the cable; the longitudinal axis of the strip shall be perpendicular to the axis of the mandrel. Provision shall be made so that the inner surface of the strip shall be in contact over at least 120° of the circumference of the mandrel (see Figure 5). The metal blade of the test apparatus shall be placed on the middle of the test piece.

For flat cables where the smaller sides are flat, or nearly flat δ (in mm) is the thickness of the strip at the place where the force is applied. D (in mm) is the diameter of the mandrel plus twice the value of δ and as shown in Figure 5.

If the oversheath is bonded to a metal sheath it shall be tested as if the metal sheath were the mandrel. In this case the metal sheath shall be supported so that it is not deformed during the test.

It is advised to use a mandrel with a diameter between 1 to 1,1 times the inner diameter of the test piece.

4.4.2.2 Application of force

A force calculated according to Annex A shall be applied in a direction perpendicular to the axis of the mandrel (or of the cable when a whole cable piece is used).

The blade shall also be perpendicular to the relevant axis.

4.4.2.3 Protocol in air oven

See 4.3.2.3.

4.4.2.4 Cooling

See 4.3.2.4.

4.4.2.5 Measurement

The indentation shall be measured on a narrow strip cut from the test piece, as described in 4.3.2.5 and shown in Figure 2.

For flat cables where the smaller sides are flat, or nearly flat, the depth of indentation shall be related to the original value, δ , as described in 4.4.2.1 and as shown in Figure 5.

NOTE Care should be taken when making the measurement, as factors such as thermomechanical forces may have distorted the upper surface of the sample giving a false position for the top of indentation, and the true indentation may differ from that measured directly at the point of indentation. It is therefore essential to use the thickness value measured before applying the indenter as the baseline figure. If it is evident that distortion has taken place, or in the case of any uncertainty about the result, a suitable correction to the value of indentation should be made, thus:

- if the original thickness is δ , but after the test the apparent thickness has become δI , then for the purposes of the calculation, the measured indentation (call it M) needs to be corrected by deducting an amount equal to $\delta I - \delta$;
- the correct indentation percentage then becomes:

$$\frac{M - (\delta I - \delta)}{\delta} \times 100$$

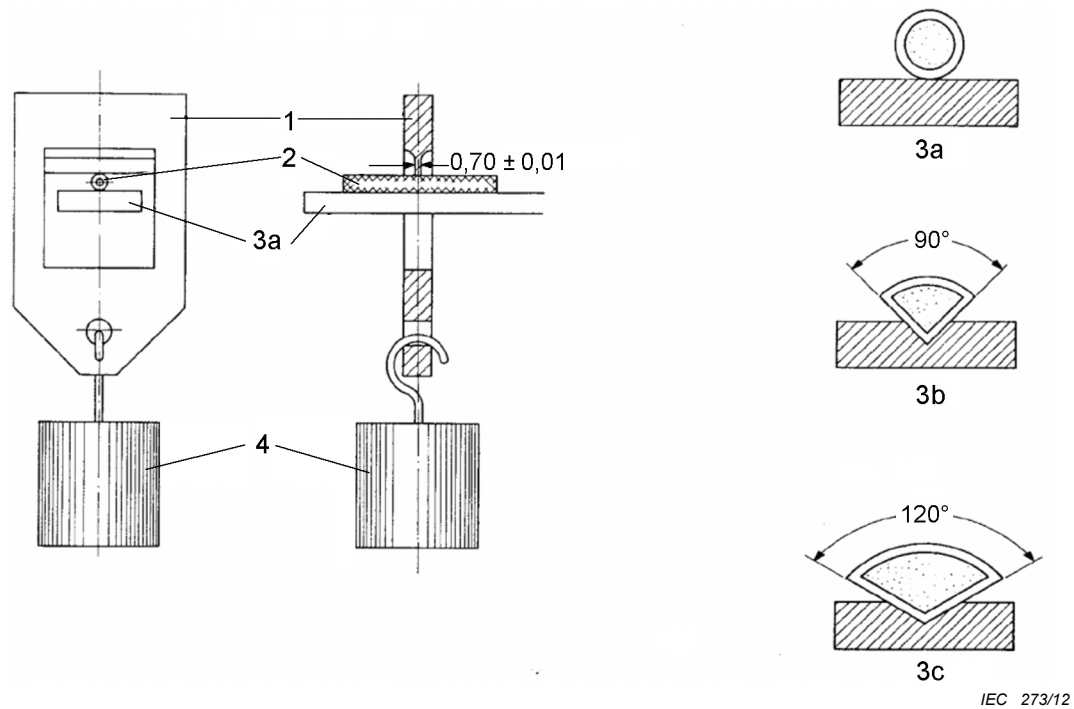
4.4.2.6 Expression of the results

See 4.3.2.6.

5 Test report

The test report shall be in accordance with that given in IEC 60811-100.

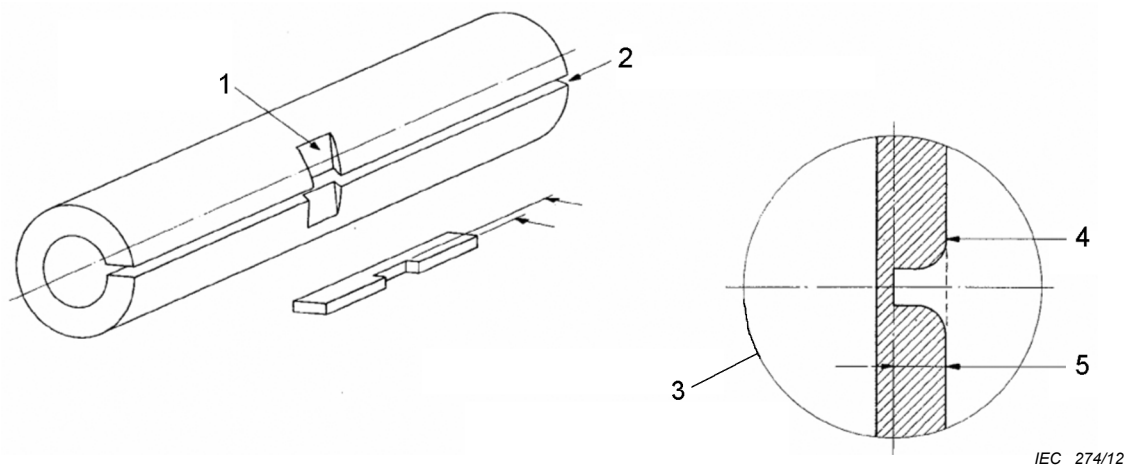
Dimensions in millimetres



Key

1	testing frame	3a, 3b, 3c	supports
2	sample	4	load

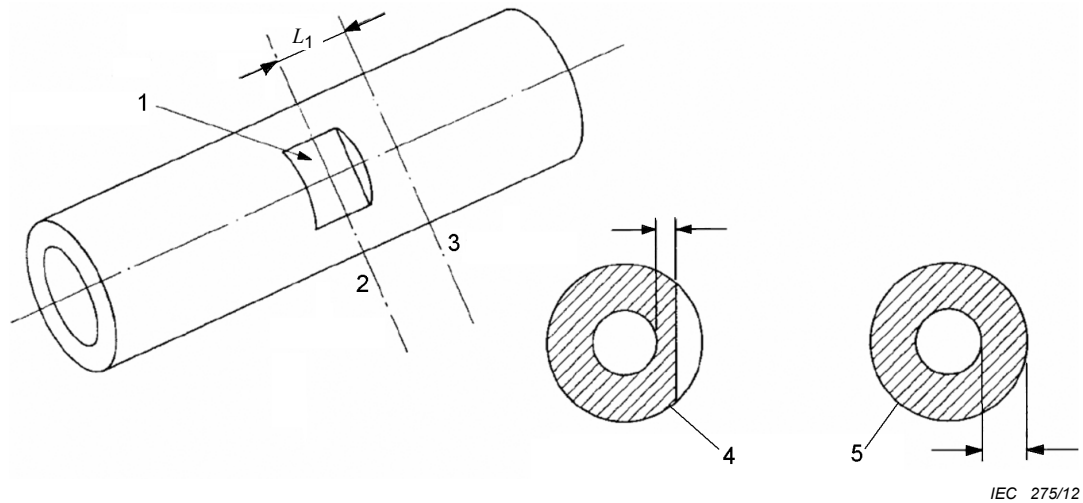
Figure 1 – Indentation device



Key

1	indentation
2	thin slice to be cut out
3	sectional view of indent under microscope
4	cross-wire of the microscope
5	depth of Indentation

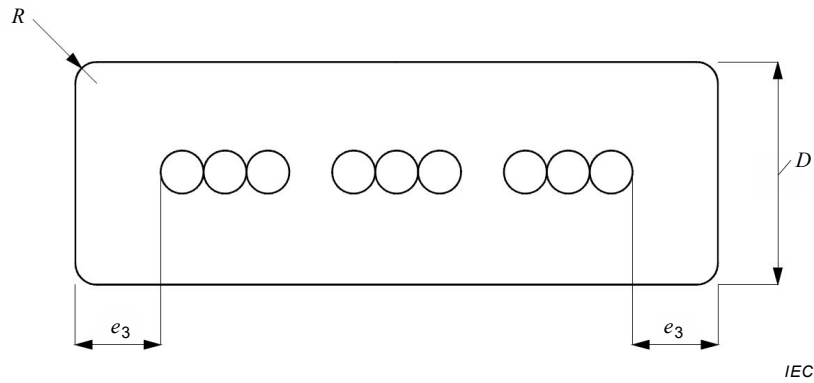
Figure 2 – Measurement of indentation



Key

- 1 indentation
- 2 section 1
- 3 section 2
- 4 sectional view 1 ("2") under measuring microscope
- 5 sectional view 2 ("3") under measuring microscope
- L_1 3 mm to 5 mm

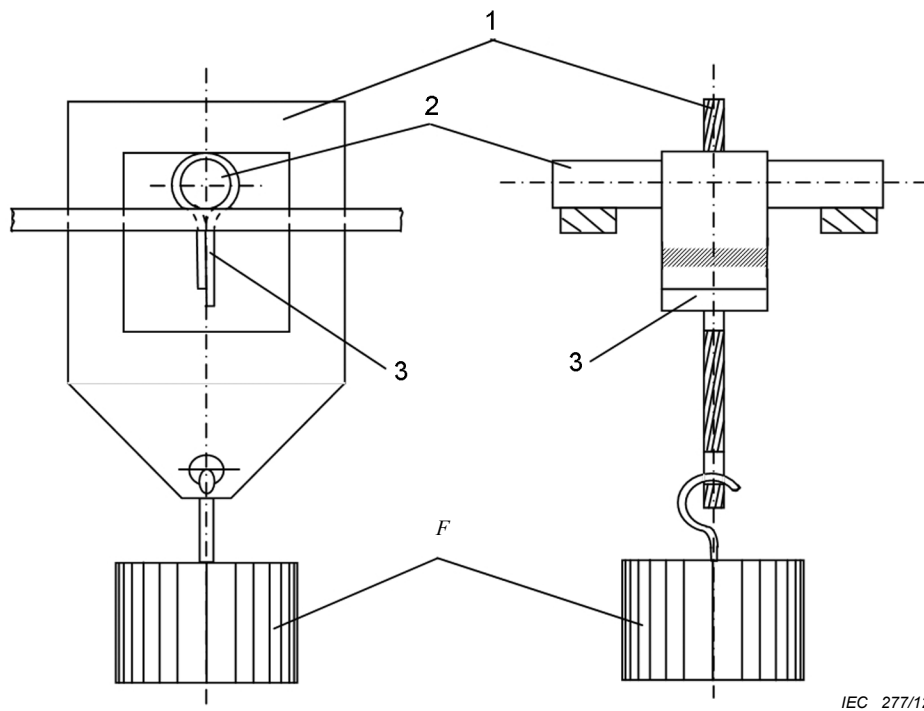
Figure 3 – Measurement of indentation for small test pieces



Key

- e_3 mean sheath thickness
- R radius of the corner
- D minor dimension

Figure 4 – Flat cable with a flat smaller side



Key

- 1 mandrel blade
- 2 mandrel
- 3 fixed test piece bent around mandrel
- F force

Figure 5 – Indentation device for flat cables with a flat smaller side

Annex A (normative)

Calculation of the compressing force

The minimum force F , in N, which shall be exerted by the blade upon the test piece, shall be given by the formula:

$$F = k \sqrt{2 D \delta - \delta^2}$$

where

- k is a coefficient which shall be specified in the standard for the type of cable;
- δ is the value of the thickness of the insulation or the sheath, as measured on the test piece, in millimetres;
- D is the mean value of the outer diameter of the test piece (insulation) or the mandrel diameter plus twice the thickness (sheath), in millimetres.

If a value of k is not specified in the cable standard, it shall be taken from Table A.1.

Table A.1 – General value for k

k	Insulation	Sheath
0,6	Flexible cables and cores of flexible cables Cores, with $D \leq 15$ mm, for cables for fixed installations	Flexible cables and cables Cables for fixed installation having a value $D \leq 15$ mm
0,7	Cores, with $D > 15$ mm, and for sector-shaped cores for cables for fixed installations	Cables for fixed installation having a value $D > 15$ mm

The force applied upon the piece of flat cable without sheath as described in 4.3.1 and with conductor size $< 10 \text{ mm}^2$ shall be twice the value given by the above formula in a twin core cable, where D is the mean value of the minor dimension of the test piece, or multiplied by the number of cores if more than two cores (see Figure 4).

The thickness δ shall be measured on a thin slice of the test piece as close as possible to the intended point of indentation.

For flat cables without sheath, D is determined by calculating the mean diameter using the individual cores of the largest size.

For sector-shaped cores, D is the mean value of the diameter of the “back” or circular part of the sector, in millimetres, to one decimal place. This is determined from three measurements, by means of a tape measure, of the circumference of the core assembly (the measurements being made at three different places on the assembled cores).

In the case of the sheath of a flat cable, D is the minor outer dimension of the test piece.

If the smaller sides of a flat cable are fully rounded in shape, this test shall be carried out on one of the smaller sides. To calculate the compressing force (see Annex A), D is the minor dimension of the cable and δ is the mean sheath thickness e_3 as shown in Figure 4.

For flat cables where the smaller sides are flat, or nearly flat δ (in mm) is the thickness of the strip at the place where the force is applied. D (in mm) is the diameter of the mandrel plus twice the value of δ and as shown in Figure 5.

In the case of a sheath, the thickness of the prepared test piece shall be measured as close as possible to the intended point of indentation by any suitable method.

The values of δ and D are both expressed in millimetres, to two decimal places.

Annex B (informative)

Recommended performance requirement

The performance requirements for a particular type or class of insulated conductor or cable should preferably be given in the individual cable standard.

In the absence of any given requirement, it is recommended that the following value is adopted for any cable tested against this standard:

- maximum indentation value (%): 50

NOTE The value of 50 % is inseparable from the underlying principle of the formula and is the same for all materials. The severity of the test can be changed by variation of the factor k only, without altering the value of 50 %.

Bibliography

IEC 60811-3-1:1985, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables – Part 3: -Methods specific to PVC compounds – Section One – Pressure test at high temperature – Tests for resistance to cracking*
(withdrawn)

IEC 60811-203, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 203: General tests – Measurement of overall dimensions*

IEC 60811-401, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 401 Miscellaneous tests – Thermal ageing methods – Ageing in an air oven*

IEC 60811-501:2012, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives.....	24
3 Termes et définitions	24
4 Méthode d'essai	24
4.1 Généralités.....	24
4.2 Appareillage	25
4.2.1 Etuve à air.....	25
4.2.2 Dispositif d'empreinte	25
4.3 Enveloppe isolante	25
4.3.1 Echantillonnage et préparation des éprouvettes	25
4.3.2 Mode opératoire	25
4.4 Gaine	27
4.4.1 Echantillon et préparation des éprouvettes pour les gaines	27
4.4.2 Mode opératoire	28
5 Rapport d'essai	30
Annexe A (normative) Calcul de la force de compression.....	35
Annexe B (informative) Recommandations relatives aux exigences de fonctionnement.....	37
Bibliographie.....	38
Figure 1 – Dispositif d'empreinte.....	31
Figure 2 – Mesure de l'empreinte.....	31
Figure 3 – Mesure de l'empreinte pour les petites éprouvettes d'essai.....	32
Figure 4 – Câble méplat avec un petit côté plat	33
Figure 5 – Dispositif d'empreinte pour câbles méplats avec petit côté plat	34
Tableau A.1 – Valeur générale pour k	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES ÉLECTRIQUES ET À FIBRES OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX NON-MÉTALLIQUES –

Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines

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.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de ses amendements a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 60811-508 édition 1.2 contient la première édition (2012-03) [documents 20/1304/FDIS et 20/1353/RVD], son amendement 1 (2017-07) [documents 20/1735/FDIS et 20/1740/RVD] et son amendement 2 (2023-11) [documents 20/1735/FDIS et 20/1740/RVD].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par les amendements 1 et 2. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 60811-508 a été établie par le comité d'études 20 de l'IEC: Câbles électriques.

Des modifications techniques importantes ont été effectuées par rapport à l'édition précédente, comme suit:

- redéfinition des caractéristiques relatives à l'étuve, en particulier les caractéristiques antivibratoires et le contrôle de la température;
- des détails supplémentaires relatifs aux préparations et aux essais de câbles méplats;
- des détails supplémentaires relatifs aux mesures d'épaisseur et de dimensions.

Voir également l'avant-propos de l'IEC 60811-100:2012.

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

La présente partie de l'IEC 60811 doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60811-100.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60811, publiées sous le titre général *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

La série IEC 60811 précise les méthodes à employer pour les essais des matériaux non-métalliques sur tous les types de câbles. Ces méthodes d'essai seront citées en référence dans les normes relatives à la construction des câbles et aux matériaux des câbles.

NOTE 1 Les matériaux non-métalliques sont généralement utilisés pour l'isolation, le gainage, le matelassage, le remplissage ou le rubanage des câbles.

NOTE 2 Ces méthodes d'essai sont reconnues comme fondamentales; elles ont été développées et utilisées durant de nombreuses années, principalement pour les matériaux dans tous les câbles de distribution d'énergie. Elles ont aussi été largement reconnues et utilisées pour d'autres types de câbles, en particulier les câbles à fibres optiques, les câbles de communication et de commande, ainsi que les câbles utilisés à bord des navires et dans les applications offshore.

CÂBLES ÉLECTRIQUES ET À FIBRES OPTIQUES – MÉTHODES D'ESSAI POUR LES MATÉRIAUX NON-MÉTALLIQUES –

Partie 508: Essais mécaniques – Essai de pression à température élevée pour les enveloppes isolantes et les gaines

1 Domaine d'application

La présente Partie 508 de l'IEC 60811 décrit la procédure à suivre pour réaliser l'essai de pression à température élevée, généralement applicable aux mélanges thermoplastiques utilisés pour les matériaux d'isolation et de gainage.

NOTE 1 Cette méthode est principalement destinée aux matériaux thermoplastiques, mais elle peut être utilisée pour les matériaux réticulés lorsque la norme applicable au câble l'exige spécifiquement.

NOTE 2 Cette méthode d'essai n'est pas recommandée pour les épaisseurs inférieures à 0,7 mm.

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 60811-100:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 100: Généralités*

IEC 60811-201, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 201: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des enveloppes isolantes*

IEC 60811-202, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 202: Essais généraux – Mesure de l'épaisseur des gaines non-métalliques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la IEC 60811-100 s'appliquent.

4 Méthode d'essai

4.1 Généralités

La présente partie de l'IEC 60811 doit être utilisée conjointement avec l'IEC 60811-100.

La présente norme décrit la méthode pour réaliser l'essai de pression à température élevée, applicable aux mélanges pour enveloppes isolantes et gaines.

Tous les essais doivent être exécutés au moins 16 h après l'extrusion des mélanges d'isolation et de gainage.

4.2 Appareillage

4.2.1 Etuve à air

L'essai doit être effectué dans une étuve. Une étuve avec circulation d'air naturelle ou une étuve avec circulation assistée par un ventilateur peut être utilisée. Si des vibrations provenant d'une étuve équipée d'un ventilateur donnent des résultats contradictoires, une étuve avec circulation d'air naturelle doit être utilisée en remplacement.

L'étuve ne doit inclure aucun dispositif susceptible de provoquer des vibrations ni aucun élément de chauffage exposé. La température de l'air doit être maintenue en permanence à la valeur spécifiée dans la norme applicable au câble. L'étuve doit pouvoir fonctionner dans un intervalle de ± 2 K par rapport à la température d'essai spécifiée.

NOTE Les matériaux thermoplastiques ayant un rapide changement d'état à leur point de fusion (comme certains polymères à base d'éthylène) peuvent subir une importante augmentation de l'empreinte avec une faible augmentation de la température au-dessus de la température d'essai spécifiée.

En fonctionnement, l'étuve doit être placée à un endroit exempt de vibrations.

4.2.2 Dispositif d'empreinte

Un dispositif conforme à la Figure 1 doit être utilisé. Il doit consister en une lame rectangulaire avec une arête plate de $(0,70 \pm 0,01)$ mm de largeur qui peut être appuyée contre l'éprouvette sous l'influence d'une force appliquée.

4.3 Enveloppe isolante

4.3.1 Echantillonnage et préparation des éprouvettes

Pour chaque conducteur isolé à essayer, trois tronçons adjacents doivent être prélevés sur un échantillon dont la longueur est comprise entre 250 mm et 500 mm. Chaque tronçon doit avoir une longueur de 50 mm à 100 mm.

De chaque tronçon de conducteur prélevé, on doit retirer mécaniquement tous les revêtements extérieurs éventuels, y compris la couche semi-conductrice externe, si elle existe. Selon le type de câble, l'éprouvette peut avoir une section circulaire, plate ou sectorale. La longueur de l'éprouvette finale doit être de (45 ± 5) mm.

Pour les câbles méplats à conducteurs de type jumelé ou multiple sans gaine, les conducteurs ne doivent pas être séparés individuellement, sauf si la section du conducteur individuel est ≥ 10 mm². Dans ce cas, une éprouvette prélevée sur l'enveloppe isolante d'un conducteur individuel doit être essayée.

L'épaisseur minimale de l'enveloppe isolante à essayer doit être de 0,7 mm.

NOTE Dans certaines circonstances, des essais peuvent être réalisés pour des enveloppes dont l'épaisseur se réduit jusqu'à 0,4 mm, mais ils ne sont pas recommandés. Si des essais sont effectués sur des échantillons dont l'épaisseur est inférieure à 0,7 mm, il convient de le relever dans le rapport d'essai.

4.3.2 Mode opératoire

4.3.2.1 Positionnement des éprouvettes

L'éprouvette finale doit inclure une partie de l'échantillon décrit en 4.3.1.

Les conducteurs circulaires doivent être montés dans la position indiquée par la Figure 1 (3a).

Un câble méplat sans gaine doit être posé du côté de son axe plat/principal.

Les conducteurs sectoraux doivent être montés sur un support de type approprié, comme l'indique la Figure 1 (3b et 3c).

Toutes les éprouvettes doivent être fixées sur le support de manière à ne pas changer de position au cours de l'essai. Des précautions particulières doivent être prises pour les éprouvettes, de manière qu'elles ne plient pas sous la pression de la lame.

4.3.2.2 Application de la force

Une force calculée suivant l'Annexe A doit être exercée perpendiculairement à l'axe du conducteur.

La lame doit également être perpendiculaire à l'axe correspondant.

4.3.2.3 Protocole d'essai dans l'étuve à air

La lame chargée doit être placée sur la pièce d'essai fixée à température ambiante. L'assemblage sera alors placé dans l'étuve à air qui est à la température spécifiée de l'essai.

L'appareil, avec les éprouvettes chargées, doit être placé dans une position exempte de vibration (voir 4.2.1).

La température de l'air doit être maintenue en permanence à la valeur spécifiée dans la norme applicable au câble. En cas de contestation, la température doit être vérifiée au moyen d'un appareil de mesure de température approprié, monté au même niveau que l'éprouvette en essai et aussi près que possible d'une des éprouvettes en essai et la température sera continuellement contrôlée pendant l'essai.

NOTE 1 Il est important de s'assurer que la température ne dépasse à aucun moment la limite supérieure spécifiée pour l'essai du matériel particulier. La température peut passer brièvement en-dessous de la limite inférieure, immédiatement après le début de l'essai. Ces courtes périodes peuvent ne pas être prises en compte.

L'assemblage doit être maintenu en position d'essai pendant la durée spécifiée dans la norme applicable au câble ou, à défaut, pendant le temps suivant:

- 4 h pour les éprouvettes dont $D \leq 15$ mm
- 6 h pour les éprouvettes dont $D > 15$ mm.

NOTE 2 L'Annexe A fournit des détails relatifs à la détermination de la valeur D .

4.3.2.4 Refroidissement

A la fin de la durée spécifiée, l'éprouvette doit être refroidie rapidement sous charge. Cette opération peut être effectuée à l'intérieur ou à l'extérieur de l'étuve, en arrosant l'éprouvette à l'eau froide à l'endroit sur lequel appuie la lame.

L'éprouvette doit être retirée de l'appareil lorsqu'elle est refroidie à une température à laquelle la reprise de l'enveloppe isolante ne doit plus se produire; l'éprouvette doit ensuite être refroidie par immersion dans l'eau froide.

4.3.2.5 Mesure

Immédiatement après refroidissement, l'éprouvette doit être préparée pour déterminer la profondeur de l'empreinte.

L'âme conductrice doit être retirée de manière à obtenir une éprouvette tubulaire.

On doit découper une tranche mince dans l'éprouvette, parallèlement à l'axe du conducteur et perpendiculairement à l'empreinte comme représenté à la Figure 2.

La tranche doit être posée à plat sous un microscope de mesure, sous un projecteur de mesure ou sous un analyseur d'image numérique optique avec un grossissement d'au moins 10 x. Le réticule doit être réglé sur le fond de l'empreinte et le côté extérieur de l'éprouvette comme représenté sur la même figure. En cas de doute, le microscope de mesure doit être utilisé comme méthode de référence.

La valeur est exprimée à 0,01 mm et une valeur doit être exprimée à trois décimales quand la valeur de l'épaisseur d'isolation est inférieure à 0,7 mm.

NOTE 1 Une méthode d'essai utilisant un micromètre à cadran est à l'étude.

Pour les petites éprouvettes, jusqu'à 6 mm de diamètre extérieur, on doit effectuer deux coupes transversales, l'une au droit de l'empreinte et l'autre à proximité comme représenté à la Figure 3, et la profondeur de l'empreinte doit être déterminée par différence entre les mesures au microscope sur les vues en coupe 1 et 2 comme représenté sur la même figure.

Toutes les mesures doivent être exprimées en millimètres avec deux décimales.

NOTE 2 Il convient de prendre des précautions lors de la mesure, car certains facteurs tels que les forces thermomécaniques peuvent déformer la surface supérieure de l'échantillon et donner une position erronée pour le haut de l'empreinte, et la véritable empreinte peut différer de l'empreinte mesurée directement au point d'empreinte. Par conséquent, il est important d'utiliser comme valeur de base la valeur de l'épaisseur mesurée avant l'application du module d'empreinte. S'il semble évident qu'une distorsion a eu lieu, ou en cas d'incertitude sur le résultat, il convient de corriger la valeur d'empreinte en conséquence. Ainsi:

- si l'épaisseur d'origine est égale à δ , mais qu'après l'essai, l'épaisseur apparente est devenue égale à δI , alors pour le calcul, il faut corriger l'empreinte mesurée (désignée par M) en déduisant une valeur égale à $\delta I - \delta$;
- l'empreinte correcte en pourcentage devient alors

$$\frac{M - (\delta I - \delta)}{\delta} \times 100$$

4.3.2.6 Expression des résultats

La valeur des profondeurs d'empreintes, mesurées sur les trois éprouvettes prélevées sur chaque conducteur ou bande, doit être calculée en pourcentage de l'épaisseur d'isolation (comme mesuré conformément à l'Annexe A). La médiane des trois valeurs sera enregistrée. S'il y a des changements de l'épaisseur en raison de l'essai, la formule dans la NOTE de 4.3.2.5 devrait être utilisée.

Pour les câbles méplats, la valeur médiane des profondeurs d'empreintes est la valeur moyenne des valeurs des profondeurs d'empreintes de tous les conducteurs de taille identique dans un échantillon.

NOTE En l'absence de toute exigence dans la norme applicable au câble, une recommandation est indiquée dans l'Annexe B.

4.4 Gaine

4.4.1 Echantillon et préparation des éprouvettes pour les gaines

Pour chaque gaine en essai, trois tronçons adjacents doivent être prélevés sur un échantillon dont la longueur est comprise entre 250 mm et 500 mm et dont les revêtements externes (s'il y a lieu) et tous les éléments internes (conducteurs, bourrages, revêtements internes, armures, etc., s'il y a lieu) ont été retirés.

Chaque tronçon de gaine doit avoir une longueur comprise entre 50 mm et 100 mm.

Dans chaque tronçon de gaine, une bande couvrant environ un tiers de la circonférence, mais ne dépassant pas 20 mm, doit être découpée parallèlement à l'axe du câble si la gaine n'a pas d'empreinte.

Si la gaine présente des empreintes correspondant à cinq conducteurs ou moins, la bande doit être coupée parallèlement aux empreintes de manière qu'elle comporte au moins l'une des empreintes au milieu de sa largeur et sur toute sa longueur.

Si la gaine présente des empreintes résultant de son application sur un assemblage de plus de cinq conducteurs, la bande doit être coupée de la même manière et les empreintes doivent être enlevées par meulage.

NOTE 1 Une machine du type spécifié dans l'Annexe A de l'IEC 60811-501:2012 s'est révélée adaptée au meulage ou au découpage des empreintes.

Si la gaine est appliquée directement sur un conducteur concentrique, une armure ou un écran métallique, et présente, par suite, des empreintes qui ne peuvent pas être éliminées par meulage ou coupe (sauf si le diamètre est grand), la gaine ne doit pas être retirée et le tronçon de câble complet doit être utilisé comme éprouvette.

Si les petits côtés d'un câble méplat sont de forme totalement arrondie, cet essai doit être effectué sur l'un des petits côtés. Pour le calcul de la force de compression (voir Annexe A), D représente la dimension minimale du câble et δ l'épaisseur moyenne de la gaine e_3 comme l'indique la Figure 4.

Si les petits côtés sont plats, ou presque plats, comme illustré en Figure 4, une éprouvette doit être préparée en découpant une bande sur le côté large du câble parallèlement à l'axe du câble. Sur la face intérieure, seules les empreintes doivent être enlevées par meulage ou coupe. La largeur de la bande à essayer doit être comprise entre 10 mm et 20 mm. L'épaisseur de la bande doit être mesurée à l'endroit où la force de compression, F , est appliquée.

Si la gaine externe est contrecollée sur une gaine métallique alors cette gaine externe doit être retirée de la gaine métallique.

NOTE 2 Dans certaines circonstances, des essais peuvent être réalisés sur des gaines dont l'épaisseur se réduit jusqu'à 0,4 mm, mais ils ne sont pas recommandés. Si des essais sont effectués sur des échantillons dont l'épaisseur est inférieure à 0,7 mm, il convient de le relever dans le rapport d'essai.

4.4.2 Mode opératoire

4.4.2.1 Positionnement des éprouvettes

Les bandes doivent être portées par un mandrin métallique qui peut être coupé en deux selon le plan passant par son axe pour former un support plus stable.

NOTE Une broche métallique ou un tube métallique peut servir de mandrin.

Le diamètre du mandrin doit être approximativement égal au diamètre intérieur de l'éprouvette.

L'appareil, la bande et le mandrin support doivent être disposés de façon que le mandrin supporte la bande et que la lame soit appuyée contre la surface extérieure de l'éprouvette.

Les éprouvettes prélevées sur des gaines de câble méplat doivent être placées sur un support, comme indiqué en Figure 5, lorsque les petits côtés du câble sont plats.

La force doit être appliquée perpendiculairement à l'axe du mandrin (ou du câble lorsqu'un tronçon de câble complet est utilisé) et la lame doit également être perpendiculaire à l'axe du mandrin ou du câble si un câble complet est utilisé.

Si les petits côtés d'un câble méplat sont plats, ou presque plats, comme illustré en Figure 4, l'éprouvette (bande) doit être enroulée autour d'un mandrin dont le diamètre est approximativement égal au diamètre du conducteur du câble; l'axe longitudinal de la bande

doit être perpendiculaire à l'axe du mandrin. Des dispositions doivent être prises afin que la surface intérieure de la bande soit en contact avec le mandrin sur un angle minimum de 120 ° de sa circonférence (voir Figure 5). La bande métallique de l'appareil d'essai doit être placée au milieu de l'éprouvette.

Pour les câbles méplats dont les petits côtés sont plats, ou presque plats, δ (en mm) représente l'épaisseur de la bande à l'endroit où la force est appliquée. D (en mm) représente le diamètre du mandrin plus le double de la valeur de δ , comme indiqué en Figure 5.

Si la gaine externe est contrecollée sur une gaine métallique, elle doit être soumise à essai comme si la gaine métallique était le mandrin. Dans ce cas, la gaine métallique doit être soutenue de manière à ne pas subir de déformation au cours de l'essai.

Il est conseillé d'utiliser un mandrin d'un diamètre compris entre 1 et 1,1 fois le diamètre interne de l'éprouvette.

4.4.2.2 Application de la force

Une force calculée suivant l'Annexe A doit être exercée perpendiculairement à l'axe du mandrin (ou du câble si un câble complet est utilisé).

La lame doit également être perpendiculaire à l'axe correspondant.

4.4.2.3 Protocole d'essai dans une étuve à air

Conformément au 4.3.2.3.

4.4.2.4 Refroidissement

Conformément au 4.3.2.4.

4.4.2.5 Mesure

L'empreinte doit être mesurée sur une bande mince découpée dans l'éprouvette, comme décrit au 4.3.2.5 et représenté à la Figure 2.

Pour les câbles méplats dont les petits côtés sont plats, ou presque plats, la profondeur de l'empreinte doit être reliée à la valeur d'origine, δ , comme décrit au 4.4.2.1 et représenté à la Figure 5.

NOTE Il convient de prendre des précautions lors de la mesure, car certains facteurs tels que les forces thermomécaniques peuvent déformer la surface supérieure de l'échantillon et donner une position erronée pour le haut de l'empreinte, et la véritable empreinte peut différer de l'empreinte mesurée directement au point d'empreinte. Par conséquent, il est important d'utiliser comme valeur de base la valeur de l'épaisseur mesurée avant l'application du module d'empreinte. S'il semble évident qu'une distorsion a eu lieu, ou en cas d'incertitude sur le résultat, il convient de corriger la valeur d'empreinte en conséquence; ainsi:

- si l'épaisseur d'origine est égale à δ , mais qu'après l'essai, l'épaisseur apparente est devenue égale à δI , alors pour le calcul, il faut corriger l'empreinte mesurée (désignée par M) en déduisant une valeur égale à $\delta I - \delta$;
- l'empreinte correcte en pourcentage devient alors:

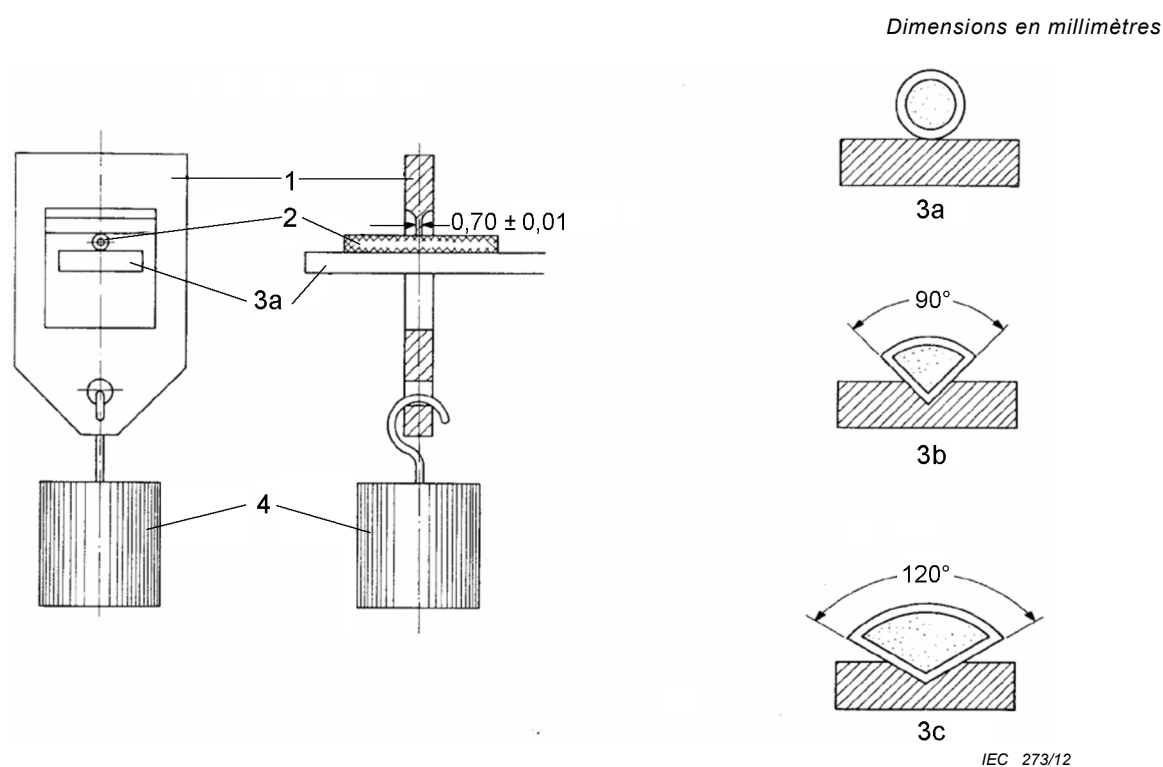
$$\frac{M - (\delta I - \delta)}{\delta} \times 100$$

4.4.2.6 Expression des résultats

Conformément au 4.3.2.6.

5 Rapport d'essai

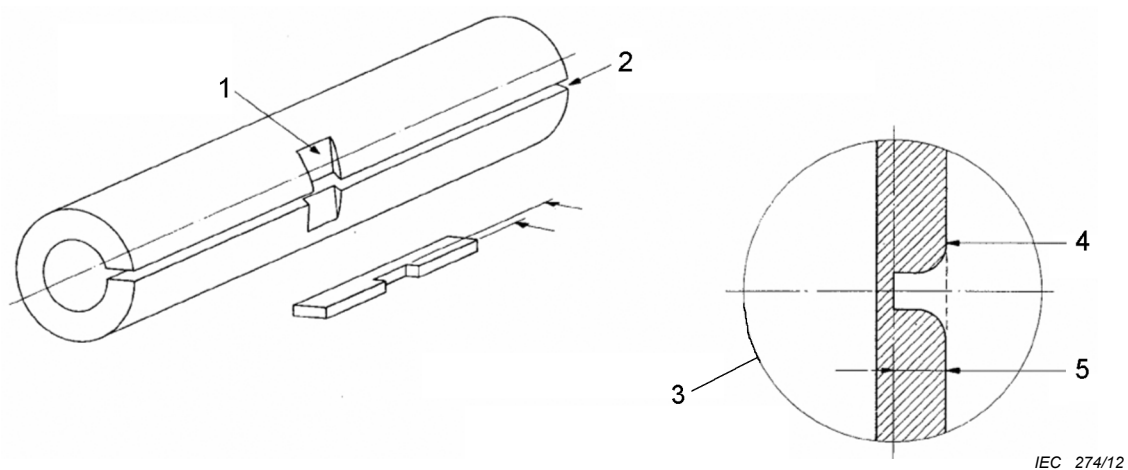
Le rapport d'essai doit être conforme aux spécifications de l'IEC 60811-100.



Légende

1	étrier d'essai	3a, 3b, 3c	supports
2	échantillon	4	charge

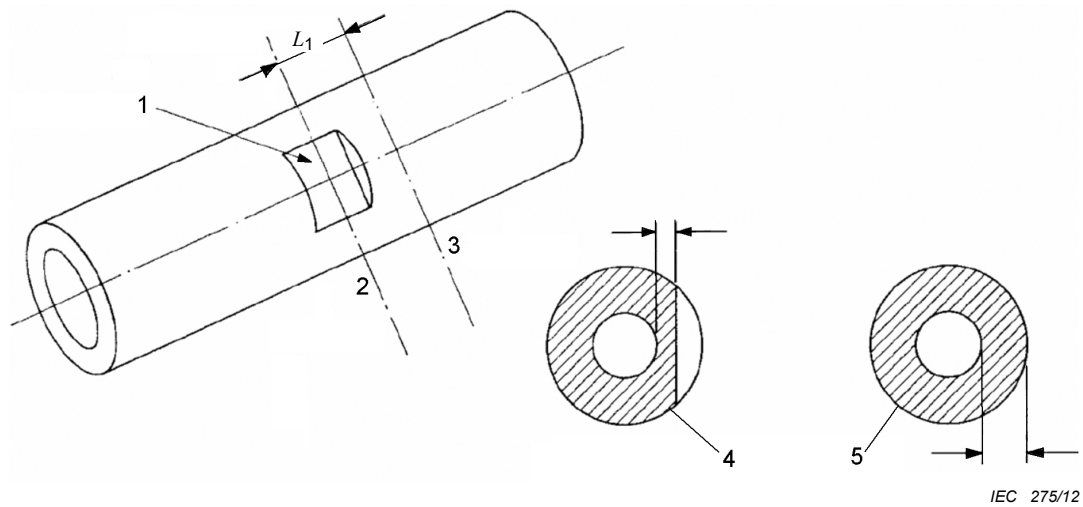
Figure 1 – Dispositif d'empreinte



Légende

1	empreinte
2	tranche mince à découper
3	vue en coupe sous le microscope
4	réticule du microscope
5	profondeur de l'empreinte

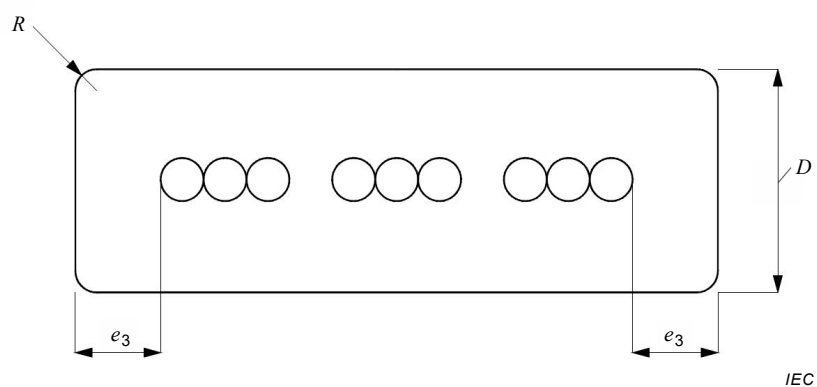
Figure 2 – Mesure de l'empreinte



Légende

- | | |
|-------|---|
| 1 | empreinte |
| 2 | coupe 1 |
| 3 | coupe 2 |
| 4 | vue en coupe 1 ("2") sous le microscope de mesure |
| 5 | vue en coupe 2 ("3") sous le microscope de mesure |
| L_1 | 3 mm à 5 mm |

Figure 3 – Mesure de l'empreinte pour les petites éprouvettes d'essai



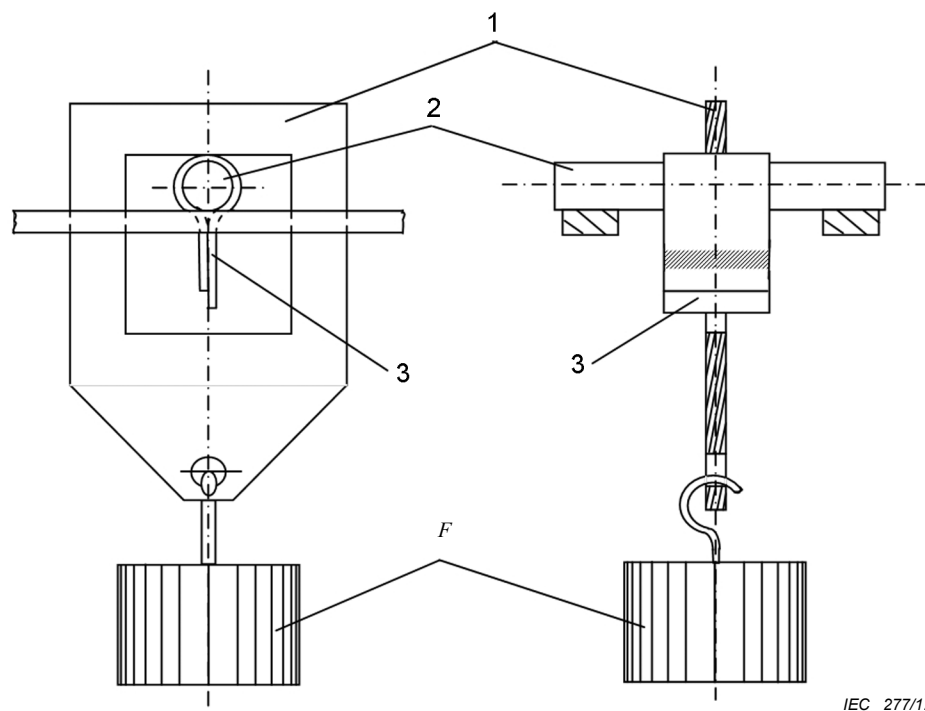
Légende

e_3 épaisseur moyenne de la gaine

R rayon du coin

D dimension minimale

Figure 4 – Câble méplat avec un petit côté plat



Légende

- 1 lame du mandrin
- 2 mandrin
- 3 éprouvette fixe enroulée autour du mandrin
- F force

Figure 5 – Dispositif d’empreinte pour câbles méplats avec petit côté plat

Annexe A (normative)

Calcul de la force de compression

La force minimale F , en N, que doit exercer la lame sur l'éprouvette, doit être donnée par la formule:

$$F = k \sqrt{2 D \delta - \delta^2}$$

où

- k est un coefficient dont la valeur doit être spécifiée dans la norme applicable au type de câble considéré;
- δ est la valeur de l'épaisseur de l'enveloppe isolante ou de la gaine, mesurée sur l'éprouvette, en millimètres;
- D est la valeur moyenne du diamètre extérieur de l'éprouvette (enveloppe isolante) ou diamètre du mandrin augmenté du double de la valeur moyenne de l'épaisseur (gaine), en millimètres.

Si la valeur de k n'est pas spécifiée dans la norme du câble, elle doit être relevée dans le Tableau A.1.

Tableau A.1 – Valeur générale pour k

k	Enveloppe isolante	Gaine
0,6	Câbles souples et conducteurs de câbles souples Conducteurs, dont $D \leq 15$ mm, pour les câbles d'installations fixes	Câbles souples et câbles Câbles d'installation fixe dont $D \leq 15$ mm
0,7	Conducteurs, dont $D > 15$ mm, et conducteurs sectoriaux pour les câbles d'installations fixes	Câbles d'installation fixe dont $D > 15$ mm

La force appliquée sur l'éprouvette d'un câble méplat sans gaine, comme décrit en 4.3.1, et dont le diamètre du conducteur < 10 mm², doit être égale au double de la valeur donnée par la formule ci-dessus, pour un câble à deux âmes, D étant la valeur moyenne de la plus petite dimension de l'éprouvette. Pour un câble à conducteurs multiples, la force doit être multipliée par le nombre de conducteurs (voir Figure 4).

L'épaisseur δ doit être mesurée sur une tranche mince de l'éprouvette aussi près que possible du point d'empreinte prévu.

Pour les câbles méplats sans gaine, D est déterminé par le calcul du diamètre moyen des conducteurs individuels de la plus grande taille.

Pour les conducteurs sectoriaux, D est la valeur moyenne du diamètre de la partie circulaire du secteur, en millimètres, avec une décimale, déterminée au moyen d'un ruban métré à partir de trois mesures de la circonférence de l'assemblage des conducteurs (les mesures étant effectuées en trois endroits différents sur les conducteurs assemblés).

Dans le cas d'une gaine de câble méplat, D est la dimension minimale extérieure de l'éprouvette.

Si les petits côtés d'un câble méplat sont de forme complètement arrondie, cet essai doit être effectué sur l'un des petits côtés. Pour le calcul de la force de compression (voir Annexe A), D représente la dimension minimale du câble et δ l'épaisseur moyenne de la gaine e_3 comme l'indique la Figure 4.

Pour les câbles méplats dont les petits côtés sont plats, ou presque plats, δ (en mm) représente l'épaisseur de la bande à l'endroit où la force est appliquée. D (en mm) représente le diamètre du mandrin plus le double de la valeur de δ , comme indiqué en Figure 5.

Dans le cas d'une gaine, l'épaisseur de l'éprouvette préparée doit être mesurée aussi près que possible du point d'empreinte prévu, au moyen de toute méthode appropriée.

Les valeurs de δ et D sont toutes les deux exprimées en millimètres, à deux décimales.

Annexe B (informative)

Recommandations relatives aux exigences de fonctionnement

Il convient que les exigences de fonctionnement d'une classe ou d'un type particulier de conducteur isolé ou de câble soient données de préférence dans la norme applicable au câble.

En l'absence de toute exigence, il est recommandé d'adopter la valeur suivante pour les câbles essayés dans le cadre de la présente norme:

- valeur maximale de profondeur d'empreinte (%): 50

NOTE La valeur de 50 % est inséparable du principe de la formule et est la même pour tous les matériaux. La sévérité de l'essai peut être modifiée par le seul changement du facteur k , sans modifier la valeur de 50 %.

Bibliographie

IEC 60811-3-1:1985, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques Troisième partie: Méthodes spécifiques pour les mélanges PVC Section un – Essai de pression à température élevée – Essais de résistance à la fissuration*
(retirée)

IEC 60811-203, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 203: Essais généraux – Mesure des dimensions extérieures*

IEC 60811-401, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 401: Essais divers – Méthodes de vieillissement thermique – Vieillissement en étuve à air*

IEC 60811-501:2012, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non-métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

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

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